

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет горно-металлургической промышленности и строительства
Кафедра высшей математики и естественных наук



УТВЕРЖДАЮ
И. о. проректора
по учебной работе
Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Строительная механика

(шифр, наименование дисциплины)

08.03.01 Строительство

(код, наименование направления подготовки /специальности)

Строительство зданий и сооружений

(профиль /магистерская программа /специализация/)

Квалификация

бакалавр

(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения

очная, очно-заочная

(очная/заочная)

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цели дисциплины:

- вооружить будущего инженера знаниями, необходимыми для проектирования сооружений промышленного и гражданского строительства;
- обеспечить в необходимом объеме теоретическими знаниями, методами и методикой выполнения расчетов конструкций и сооружений на прочность, жесткость и устойчивость при статических и динамических нагрузках.

Задачи учебной дисциплины:

- овладение современными методами расчета элементов конструкций и основных типов конструкций инженерных сооружений на прочность, жесткость.
- получение данных для надежного и экономичного проектирования инженерных сооружений.
- приобретение навыков использования методов расчета напряжений, деформаций, прочности, жесткости, устойчивости отдельных элементов строительных конструкций и сооружений при статических и динамических нагрузках.

Дисциплина направлена на формирование:

- общепрофессиональных компетенций (ОПК-1; ОПК-6) выпускника.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Логико-структурный анализ - дисциплина входит в БЛОК 1 «Дисциплины (модули)», обязательная часть подготовки бакалавров по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, бакалаврская программа Строительство зданий и сооружений.

Дисциплина реализуется кафедрой высшей математики и естественных наук.

Основывается на базе дисциплин: «Математика», «Информатика», «Теоретическая механика», «Сопротивление материалов».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Метод конечных элементов и автоматизированные системы расчета на прочность», «Металлические конструкции», «Железобетонные и каменные конструкции», «Конструкции из дерева и пластмасс», научно-исследовательской работы.

Является основой для дальнейшего освоения компетенций, связанных со сферами профессиональной деятельности в соответствии с ФГОС ВО ОПОП ВО.

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у студента для решения задач профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, математического аппарата фундаментальных наук.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 ак.ч. Данная дисциплина осваивается для очной и очно-заочной форм обучения на 3-м курсе в 5-м и 6-м семестрах.

Программой дисциплины предусмотрены по очной форме обучения лекционные занятия (72 ак.ч., в том числе 36 ак.ч. в 5 семестре и 36 ак.ч. в 6-м семестре), практические занятия (72 ак.ч., в том числе 36 ак.ч. в 5 семестре и 36 ак.ч. в 6-м семестре), и самостоятельная работа студента (144 ак.ч., в том числе 72 ак.ч. в 5 семестре и 72 ак.ч. в 6-м семестре).

Программой дисциплины по очно-заочной форме обучения предусмотрены лекционные (24 ак.ч., в том числе 12 ак.ч. в 5 семестре и 12 ак.ч. в 6-м семестре), практические (22 ак.ч. занятия, в том числе 10 ак.ч. в 5 семестре и 12 ак.ч. в 6-м семестре), и самостоятельная работа студента (242 ак.ч., в том числе 122 ак.ч. в 5 семестре и 120 ак.ч. в 6-м семестре).

Форма промежуточной аттестации: в 5-м семестре – зачет, в 6-м семестре – экзамен.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины «Строительная механика» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, естественных и технических наук, а также математического аппарата	ОПК-1	ОПК-1.6 Решает инженерные задачи с помощью математического аппарата векторной алгебры, аналитической геометрии ОПК-1.8 Обработывает расчетные и экспериментальные данные вероятностно-статистическими методами
Способен участвовать в проектировании объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства, в подготовке расчетного и технико-экономического обоснований их проектов, участвовать в подготовке проектной документации, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и вычислительных программных комплексов	ОПК-6	ОПК-6.11 Составляет расчётную схему здания (сооружения), определяет условия работы элемента строительных конструкций при восприятии внешних нагрузок ОПК-6.12 Оценивает прочность, жёсткость и устойчивость элемента строительных конструкций, в т.ч. с использованием прикладного программного обеспечения

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 8 зачётных единицы, 288 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) для очной формы обучения включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, выполнение индивидуального задания, самостоятельное изучение материала и подготовку к зачету/экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак. ч. по семестрам	
		Очная форма	
		5 семестр	6 семестр
Аудиторная работа, в том числе:	144	72	72
Лекции (Л)	72	36	36
Практические занятия (ПЗ)	72	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	
Курсовая работа/курсовой проект	-	-	
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	144	72	72
Подготовка к лекциям	22	12	10
Подготовка к лабораторным работам	-	-	
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	22	12	10
Выполнение курсовой работы / проекта	-	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-	-
Индивидуальное задание	49	27	22
Домашнее задание	-	-	
Подготовка к контрольным работам	-	-	
Подготовка к коллоквиуму	12	6	6
Аналитический информационный поиск	-	-	
Работа в библиотеке	12	6	6
Подготовка к экзамену (диф. зачету)	27	9	18
Промежуточная аттестация – экзамен (Э), диф. зачет (ДЗ)	3/Э	3	Э
Общая трудоемкость дисциплины			
ак.ч.	288	144	144
з.е.	8	4	4

Самостоятельная работа студента (СРС) для очно-заочной формы обучения включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, выполнение индивидуального задания, самостоятельное изучение материала и подготовку к зачету/экзамену.

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п.3 дисциплина разбита на 32 темы:

- тема 1 (Введение. Кинематический и структурный анализ стержневых систем);
- тема 2 (Основы статического расчета плоских стержневых систем);
- тема 3 (Многопролетные шарнирно-консольные балки);
- тема 4 (Трехшарнирные арки и рамы);
- тема 5 (Плоские статически определяемые фермы);
- тема 6 (Перемещения и значение их для расчета конструкций. Действительная и возможная работа внешних и внутренних сил);
- тема 7 (Теоремы о работе сил на упругих перемещениях. Определение перемещений в статически определимых системах (СОС));
- тема 8 (Техника определения перемещений);
- тема 9 (Перемещения температурного происхождения. Перемещения от неравномерной просадки опор);
- тема 10 (Расчет стержневых систем на подвижную нагрузку. Линии влияния, методы их построения);
- тема 11 (Линии влияния в многопролетных шарнирно-консольных балках, фермах, распорных системах);
- тема 12 (Использование линий влияния в расчетах на неподвижную и подвижную нагрузки);
- тема 13 (Статически неопределимые системы. Метод сил);
- тема 14 (Особенности расчетов методом сил статически неопределимых ферм, арок, комбинированных систем);
- тема 15 (Расчет стержневых систем методом сил на изменение температуры и просадку опор);
- тема 16 (Определение перемещений в статически неопределимых системах (СНС));
- тема 17 (Метод перемещений);
- тема 18 (Развернутая форма метода перемещений (МП));
- тема 19 (Основные понятия метода конечных элементов. Автоматизация расчетов в методе перемещений с использованием ЭВМ);
- тема 20 (Учет симметрии сооружений при решении задач методом перемещений);
- тема 21 (Определение числа неизвестных в случае пренебрежения продольными деформациями стержней);
- тема 22 (Каноническая форма метода перемещений. Учет

симметрии сооружений при решении задач методом перемещений);

– тема 23 (Расчет стержневых систем методом перемещений на температурные воздействия и на просадку опор в общем случае и при пренебрежении продольными деформациями стержней);

– тема 24 (Основы динамики сооружений);

– тема 25 (Собственные колебания систем с одной степенью свободы. Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы);

– тема 26 (Собственные колебания упругих систем с конечным числом степеней свободы сосредоточенных масс. Спектр частот и форм собственных колебаний. Теорема ортогональности собственных форм колебаний);

– тема 27 (Вынужденные колебания упругих систем с конечным числом степеней свободы сосредоточенных масс);

– тема 28 (Основы расчета стержневых систем на устойчивость. Основные понятия теории упругой устойчивости);

– тема 29 (Основные зависимости метода перемещений для прямолинейного стержня постоянной жесткости при продольном изгибе);

– тема 30 (Расчет на прочность рам методом перемещений по деформированной схеме);

– тема 31 (Основные предположения в расчетах на устойчивость. Расчетные схемы рам на устойчивость. Уравнение устойчивости);

– тема 32 (Определение критической силы и формы потери устойчивости. Гибкость и коэффициент продольного изгиба сжатых стержней).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной формы приведены в таблице 3.

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очно-заочной формы приведены в таблице 4.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемко сть в ак.ч.
1	2	3	4	5	6
1	Введение. Кинематический и структурный анализ стержневых систем	<i>Лекция 1.</i> Строительная механика и ее задачи. Связь со смежными дисциплинами. Расчет строительных сооружений на прочность, жесткость и устойчивость. Классификация сооружений и конструкций. Расчетные схемы сооружений. Многообразие расчетных схем, зависимость их выбора от требуемой точности расчета, используемой вычислительной техники, методов, программ расчета и т.п.. Статический и кинематический анализ различных типов связей и опор. Неизменяемые, изменяемые и мгновенно изменяемые системы. Число степеней свободы и число «лишних» связей систем. Геометрический анализ образования системы (сооружения). Геометрически неизменяемые и изменяемые системы. Формула Чебышева. Мгновенно-изменяемые системы. Способы образования простейших геометрически неизменяемых систем. Статическая определенность и неопределенность. Порядок кинематического анализа системы	2	<i>Практическое занятие 1.</i> Кинематический и анализ стержневых систем	2

Продолжение таблицы 3					
1	2	3	4	5	6
2	Основы статического расчета плоских стержневых систем	<i>Лекция 2.</i> Виды усилий и их вычисления. Принцип независимости действия внешних сил. Способ сечений. Методы определения усилий от неподвижной нагрузки (на примерах простейших балочных систем). Примеры применения этих методов в расчетах многопролетных балок и простейших стержневых систем. Определение опорных реакций, внутренних силовых факторов, построение и проверка эпюр. Алгоритм расчета сложных стержневых систем статическим методом	2	<i>Практическое занятие 2.</i> Структурный анализ стержневых систем. Способы образования простейших геометрически неизменяемых систем	2
3	Многопролетные шарнирно-консольные балки	<i>Лекция 3.</i> Преимущества и недостатки балки Семиколенова по сравнению с неразрезной балкой, область применения. Правила расстановки шарниров, кинематический анализ, поэтажная схема балки. Порядок расчета балок на неподвижную нагрузку	2	<i>Практическое занятие 3.</i> Расчет балок Семиколенова	2
4	Трехшарнирные арки и рамы	<i>Лекция 4.</i> Строительные свойства и сфера использования трехшарнирных арок и рам. Их преимущества и отличия от безраспорных систем. Определение опорных реакций трехшарнирной арки (без затяжки и с затяжкой).	2	<i>Практическое занятие 4.</i> Расчет распорных систем. Определение опорных реакций	2

Продолжение таблицы 3					
1	2	3	4	5	6
		Определение внутренних усилий в трехшарнирной арке. Очертания оптимальной и рациональной осей трехшарнирной арки. Расчет трехшарнирных арок и рам			
5	Плоские статически определяемые фермы. Комбинированные	<i>Лекция 5.</i> Строительные свойства и область использования ферм. Структура ферм. Элементы ферм. Классификация ферм. Вычисления усилий в стержнях ферм статическим методом. Расчет сложных ферм. Расчет шпренгельных ферм	2	<i>Практическое занятие 5.</i> Определение опорных реакций трехшарнирной арки (без затяжки и с затяжкой). Определение внутренних усилий в трехшарнирной арке.	2
6	Перемещения и значение их для расчета конструкций. Действительная и возможная работа внешних и внутренних сил	<i>Лекция 6.</i> Некоторые понятия теории перемещений: терминология, обозначения, обобщенные усилия и обобщенные перемещения. Работа внешних и внутренних сил. Зависимость между работой внешних и внутренних сил	2	<i>Практическое занятие 6.</i> Расчет трехшарнирных рам	2
7	Теоремы о работе сил на упругих перемещениях. Определение перемещений в статически определимых системах	<i>Лекция 7.</i> Теорема о взаимности работ (теорема Бетти). Теорема Максвелла о взаимности перемещений. Первая теорема Рейлея о взаимности реакций. Вторая теорема Рейлея о взаимности реакций и перемещений. Расчет перемещений методом Мора. Частные случаи применения интеграла Мора.	2	<i>Практическое занятие 7.</i> Расчет плоских статически определимых (СО) ферм	2

Продолжение таблицы 3					
1	2	3	4	5	6
8	Техника определения перемещений	<i>Лекция 8.</i> Графо - аналитический способ определения интеграла Мора - правило А.Н. Верещагина. Правило Симпсона-Корноухова. Правило трапеций. Матричная форма определения перемещений	2	<i>Практическое занятие 8.</i> Определение перемещений в СОС методом Мора	2
9	Перемещения температурного происхождения. Перемещения от неравномерной просадки опор	<i>Лекция 9.</i> Перемещения температурного происхождения. Перемещения от неравномерной просадки опор	2	<i>Практическое занятие 9.</i> Определение перемещений в СОС с использованием правила Верещагина	2
10	Расчет стержневых систем на подвижную нагрузку. Линии влияния, методы их построения	<i>Лекция 10.</i> Понятие о линиях влияния. Статический метод построения линий влияния усилий в простых балках. Линии влияния усилий при узловой передаче нагрузки. Кинематический метод построения линий влияния. Определение положения подвижной нагрузки	2	<i>Практическое занятие 10.</i> Определение перемещений в СОС с использованием правила Верещагина	2
11	Линии влияния в многопролетных шарнирно-консольных балках, фермах, распорных системах	<i>Лекция 11.</i> Линии влияния в многопролетных шарнирно-консольных балках, фермах, распорных системах	2	<i>Практическое занятие 12.</i> Линии влияния, методы их построения. Линии влияния в многопролетных шарнирно-консольных балках, фермах, распорных системах	2

Продолжение таблицы 3					
1	2	3	4	5	6
12	Использование линий влияния в расчетах на неподвижную и подвижную нагрузки	<i>Лекция 12.</i> Использование линий влияния в расчетах на неподвижную и подвижную нагрузки. Вычисление максимальных усилий по линиям влияния от временных нагрузок	2	<i>Практическое занятие 12.</i> Расчет стержневых систем методом сил	2
13	Статически неопределимые системы. Метод сил	<i>Лекция 13.</i> Статически неопределимые системы (СНС). Степень статической неопределимости плоских стержневых систем. Свойства СНС. Методы расчета СНС. Идея метода сил. Основная система и основные неизвестные метода сил. Канонические уравнения метода сил и их свойства. Порядок расчета методом сил	2	<i>Практическое занятие 13.</i> Расчет стержневых систем методом сил	2
14	Особенности расчетов методом сил статически неопределимых ферм, арок, комбинированных систем.	<i>Лекция 14.</i> Учет симметрии при расчете рам методом сил. Построение и проверка эпюр усилий. Особенности расчетов методом сил статически неопределимых ферм, арок, комбинированных систем.	2	<i>Практическое занятие 14.</i> Расчет СНС плоской рамы методом сил.	2
15	Расчет стержневых систем методом сил на изменение температуры и просадку опор	<i>Лекция 15.</i> Расчет стержневых систем методом сил на изменение температуры и просадку опор.	2	<i>Практическое занятие 15.</i> Расчет СНС плоской рамы методом сил.	2
16	Определение перемещений в статически неопределимых системах	<i>Лекция 16.</i> Определение перемещений в статически неопределимых системах	2	<i>Практическое занятие 16.</i> Расчет стержневых систем методом сил на изменение температуры и просадку опор	2

Продолжение таблицы 3					
1	2	3	4	5	6
17	Метод перемещений	<i>Лекция 17.</i> Идея метода перемещений и основные допущения. Основные неизвестные и степень кинематической неопределенности плоской стержневой системы. Развернутая форма метода перемещений. Основные зависимости метода перемещений для прямолинейного стержня постоянной жесткости в местной системе координат	2	<i>Практическое занятие 17.</i> Расчет стержневых систем МП с учетом обжатия стержней	2
18	Развернутая форма метода перемещений	<i>Лекция 18.</i> Основные зависимости метода перемещений для прямолинейного стержня постоянной жесткости в общей системе координат. Алгоритм расчета методом перемещений в общем случае с учетом деформирования стержней	2	<i>Практическое занятие 18.</i> Расчет стержневых систем МП с учетом обжатия стержней	2
19	Учет симметрии сооружений при решении задач методом перемещений.	<i>Лекция 19.</i> Учет симметрии сооружений при решении задач методом перемещений	2	<i>Практическое занятие 19.</i> Расчет стержневых систем МП с учетом обжатия стержней	2
20	Основные понятия метода конечных элементов. Автоматизация расчетов в методе перемещений с использованием ЭВМ	<i>Лекция 20.</i> Основные понятия метода конечных элементов. Автоматизированные расчеты в методе перемещений с использованием ЭВМ	2	<i>Практическое занятие 20.</i> Расчет стержневых систем МП с учетом обжатия стержней	2
21	Определение числа неизвестных в случае пренебрежения продольными деформациями	<i>Лекция 21.</i> Определение числа неизвестных в случае пренебрежения продольными деформациями	2	<i>Практическое занятие 21.</i> Учет симметрии сооружений при решении задач МП в общем случае	2

Продолжение таблицы 3					
1	2	3	4	5	6
22	Каноническая форма метода перемещений. Учет симметрии сооружений при решении задач методом перемещений	<i>Лекция 22.</i> Каноническая форма метода перемещений. Учет симметрии сооружений при решении задач методом перемещений	2	<i>Практическое занятие 22.</i> Расчет стержневых систем МП без учета обжатия стержней	2
23	Расчет стержневых систем методом перемещений на температурные воздействия и на просадку опор в общем случае и при пренебрежении продольными деформациями	<i>Лекция 23.</i> Расчет стержневых систем методом перемещений на температурные воздействия и на просадку опор в общем случае и при пренебрежении продольными деформациями	2	<i>Практическое занятие 23.</i> Учет симметрии сооружений при решении задач методом перемещений без учета продольных деформаций	2
24	Основы динамики сооружений	<i>Лекция 24.</i> Основные понятия и предположения динамики стержневых систем. Виды и характеристики колебаний систем. Виды динамических нагрузок. Степени свободы колеблющихся масс. Методы составления уравнений движения	2	<i>Практическое занятие 24.</i> МКЭ в расчетах стержневых систем	2
25	Собственные колебания систем с одной степенью свободы. Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы	<i>Лекция 25.</i> Свободные и вынужденные колебания систем с одной степенью свободы при силовых воздействиях. Уравнения движения. Динамические параметры системы: частота круговая и техническая, период, амплитуда. Влияние сил трения на амплитуду и частоту колебаний. Резонанс. Примеры на свободные и вынужденные колебания систем с одной степенью свободы	2	<i>Практическое занятие 25.</i> Колебания систем с одной степенью свободы	2

Продолжение таблицы 3					
1	2	3	4	5	6
26	Собственные колебания упругих систем с конечным числом степеней свободы сосредоточенных масс. Спектр частот и форм собственных колебаний. Теорема ортогональности собственных форм колебаний	<i>Лекция 26.</i> Вывод уравнения движения. Использование метода перемещений Собственные колебания упругих систем с конечным числом степеней свободы сосредоточенных масс. Спектр частот и форм собственных колебаний. Теорема ортогональности собственных форм колебаний	2	<i>Практическое занятие 26.</i> Колебания упругих систем с двумя степенями свободы	2
27	Вынужденные колебания упругих систем с конечным числом степеней свободы сосредоточенных масс	<i>Лекция 27.</i> Алгоритм расчета вынужденных колебаний на силовые воздействия. Пример расчета плоской рамы с 2-мя степенями свободы сосредоточенных масс.	2	<i>Практическое занятие 27.</i> Колебания упругих систем с двумя степенями свободы	2
28	Основы расчета стержневых систем на устойчивость. Основные понятия теории упругой устойчивости.	<i>Лекция 28.</i> Понятие о потере устойчивости I и II рода. Допущения при составлении разрешающих уравнений. Определение критической нагрузки. Виды равновесия. Потеря устойчивости системы «в малом» и «в большом». Понятие критической нагрузки. Различные виды потери устойчивости деформируемых систем. Основные критерии и методы исследования устойчивости упругих систем: динамический, статический и энергетический.	2	<i>Практическое занятие 28.</i> Основные предположения в расчетах на устойчивость. Расчетные схемы рам на устойчивость	2

Продолжение таблицы 3					
1	2	3	4	5	6
29	Основные зависимости метода перемещений для прямолинейного стержня постоянной жесткости при продольном изгибе	<i>Лекция 29.</i> Основные зависимости метода перемещений для прямолинейного стержня постоянной жесткости при продольном изгибе	2	<i>Практическое занятие 29.</i> Основные предположения в расчетах на устойчивость. Расчетные схемы рам на устойчивость	2
30	Расчет на прочность рам методом перемещений по деформированной схеме	<i>Лекция 30.</i> Расчет на прочность рам методом перемещений по деформированной схеме	2	<i>Практическое занятие 30.</i> Расчет плоских рам МП на устойчивость	2
31	Основные предположения в расчетах на устойчивость. Расчетные схемы рам на устойчивость. Уравнение устойчивости	<i>Лекция 31.</i> Основные предположения в расчетах на устойчивость. Расчетные схемы рам на устойчивость. Уравнение устойчивости	2	<i>Практическое занятие 31.</i> Расчет плоских рам МП на устойчивость	2
32	Определение критической силы и формы потери устойчивости. Гибкость и коэффициент продольного изгиба сжатых стержней	<i>Лекция 32.</i> Определение критической силы и формы потери устойчивости. Гибкость и коэффициент продольного изгиба сжатых стержней	2	<i>Практическое занятие 32.</i> Расчет плоских рам МП на устойчивость	2
Всего аудиторных часов			72		72

Таблица 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очно-заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	2	3	4	5	6
1	Кинематический и структурный анализ стержневых систем. Статический расчет статически определимых плоских стержневых систем	<i>Лекция 1.</i> Строительная механика и ее задачи. Связь со смежными дисциплинами. Расчет строительных сооружений на прочность, жесткость и устойчивость. Классификация сооружений и конструкций. Расчетные схемы, опоры. Геометрически неизменяемые и изменяемые системы. Формула Чебышева. Мгновенно-изменяемые системы. Способы образования простейших геометрически неизменяемых систем. Статическая определимость и неопределимость. Порядок кинематического анализа системы.	4	<i>Практическое занятие 1.</i> Определение усилий в статически определимых стержневых системах при неподвижной нагрузке	2
2	Определение перемещений в статически определимых системах (СОС)	<i>Лекция 2.</i> Действительная и возможная работа внешних и внутренних сил. Теоремы о работе сил на упругих перемещениях. Теорема о взаимности работ (теорема Бетти). Теорема Максвелла о взаимности перемещений. Первая теорема	2	<i>Практическое занятие 2.</i> Определение перемещений в статически определимых системах. Графо - аналитический способ определения интеграла Мора - правило А.Н. Верещагина. Правило Симпсона-Корноухова. Правило трапеций.	2

Продолжение таблицы 4					
1	2	3	4	5	6
		Рейля о взаимности реакций. Вторая теорема Рейля о взаимности реакций и перемещений. Расчет перемещений методом Мора. Частные случаи применения интеграла Мора. Перемещения температурного происхождения и от осадки опор		Матричная форма определения перемещений	
3	Статически неопределимые системы. Метод сил	<i>Лекция 3.</i> Статически неопределимые системы. Степень статической неопределимости плоских стержневых систем. Свойства статически неопределимых систем. Методы расчета статически неопределимых систем. Идея метода сил. Основная система и основные неизвестные метода сил. Канонические уравнения метода сил и их свойства. Порядок расчета методом сил.	2	<i>Практическое занятие 3.</i> Расчет статически неопределимых систем методом сил	2
4	Метод перемещений. Развернутая форма метода перемещений (МП)	<i>Лекция 4.</i> Идея метода перемещений и основные допущения. Основные неизвестные и степень кинематической неопределенности плоской стержневой системы. Развернутая форма метода перемещений.	4	Расчет статически неопределимых систем методом перемещений с учетом деформирования стержней <i>Практическое занятие 4.</i>	4

Продолжение таблицы 4					
1	2	3	4	5	6
		Основные зависимости метода перемещений для прямолинейного стержня постоянной жесткости в местной системе координат			
5	Метод перемещений без учета обжатия	<i>Лекция 5.</i> Определение числа неизвестных в случае пренебрежения продольными деформациями. Алгоритм расчета методом перемещений в общем случае без учета продольных деформаций стержней	4	<i>Практическое занятие 5.</i> Расчет статически неопределимых систем методом перемещений без учета продольных деформаций стержней	4
6	Основы динамики сооружений. Свободные и вынужденные колебания системы с конечным числом степеней свободы	<i>Лекция 6.</i> Основные понятия и предположения динамики стержневых систем. Виды и характеристики колебаний систем. Виды динамических нагрузок. Степени свободы колеблющихся масс. Методы составления уравнений движения. Собственные колебания упругих систем со многими степенями свободы сосредоточенных масс. Спектр частот и форм собственных колебаний. Теорема ортогональности собственных форм колебаний. Вынужденные колебания упругих систем со многими степенями свободы сосредоточенных масс	4	<i>Практическое занятие 6.</i> Свободные и вынужденные колебания системы с конечным числом степеней свободы	4

Продолжение таблицы 4					
1	2	3	4	5	6
7	Основы расчета на устойчивость. Расчет плоских рам на устойчивость методом перемещений.	<i>Лекция 7.</i> Основные зависимости метода перемещений для прямолинейного стержня постоянной жесткости при продольном изгибе. Основные предположения в расчетах на устойчивость. Расчетные схемы рам на устойчивость. Уравнение устойчивости	4	<i>Практическое занятие 7.</i> Расчет плоских рам на устойчивость методом перемещений	4
Всего аудиторных часов			24		22

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов по дисциплине

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dontu.ru/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала. Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ОПК-1; ОПК-6	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета
ОПК-1; ОПК-6	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- коллоквиумы – 30-40 баллов;
- практические работы (индивидуальные задания) – 30-60 баллов.

Экзамен проставляется автоматически, если студент набрал в течении семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждый элемент дисциплины. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Зачет или экзамен по дисциплине «Строительная механика» проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время сессии студент имеет право повысить итоговую оценку либо в форме устного собеседования по приведенным ниже вопросам (п. п. 6.4), либо в результате тестирования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Тематика и содержание индивидуальных заданий

Индивидуальным заданием для каждого обучающегося является выполнение заданий по текущим практическим работам. По дисциплине предусмотрены выполнение и защита шести индивидуальных заданий (ИЗ № 1, ИЗ № 2, ИЗ № 3, ИЗ № 4, ИЗ № 5, ИЗ № 6).

Индивидуальные задания (ИЗ) выполняются по следующим темам:

ИЗ № 1 «Расчёт статически определимых стержневых систем на неподвижную нагрузку»:

- выполнить кинематический и структурный анализы системы;
- определить реакции связей, наложенных на элементы стержневых систем;
- составить аналитические выражения внутренних усилий для каждого силового участка;
- построить эпюры внутренних усилий;
- выполнить контроль эпюр.

Объем задания: решение трех задач (многопролетная шарнирно-консольная балка, трехшарнирная рама, шпренгельная ферма).

ИЗ № 2 «Определение перемещений в статически определимых стержневых системах».

Пользуясь методом Мора определить заданное по условию перемещение сечения (Δ_g - горизонтальное перемещение, Δ_v – вертикальное перемещение, φ – угол поворота).

Примечание:

- интеграл Мора рекомендуется вычислять с помощью правила Верещагина.
- вычисление усилий в грузовом состоянии рекомендуется выполнять с помощью ПК «ЛИРА».
- вычисление усилий в единичном состоянии рекомендуется выполнять статическим методом.

ИЗ № 3 «Расчет статически неопределимой рамы методом перемещений с учетом продольных деформаций стержней»:

- определить кинематический и структурный анализ расчетной схемы;
- наметить узлы, перемещения которых необходимо определить для определения усилий;
- вычислить число неизвестных метода перемещений;
- составить уравнения равновесия в усилиях для расчета неизвестных метода перемещений;
- используя основные зависимости метода перемещений для одного из узлов с тремя неизвестными составить уравнения равновесия в перемещениях;
- подготовить информацию, необходимую для расчета в ПК «ЛИРА»;
- выполнить расчет;
- выполнить анализ полученных результатов;

- построить эпюры усилий M , Q , N ;
- выполнить проверку полученных эпюр.

ИЗ № 4 «Расчет статически неопределимой рамы методом перемещений без учета продольных деформаций стержней»:

- определить кинематический и структурный анализ расчетной схемы;
- наметить узлы, перемещения которых необходимо определить для определения усилий;
- вычислить число неизвестных метода перемещений без учета продольных деформаций стержней;
- составить уравнения равновесия в усилиях для расчета неизвестных метода перемещений;
- используя основные зависимости метода перемещений преобразовать уравнения равновесия в усилиях в уравнения равновесия в перемещениях;
- выполнить расчет системы уравнений равновесия в перемещениях;
- выполнить анализ полученных результатов;
- используя основные зависимости метода перемещений вычислить концевые усилия;
- построить эпюры усилий M , Q , N ;
- выполнить проверку полученных эпюр.

ИЗ № 5 «Динамический расчет статически неопределимой рамы с одной степенью свободы»:

Расчет собственных колебаний

- определить количество динамических степеней свободы;
- записать дифференциальные уравнения собственных колебаний системы;
- получить уравнение для определения амплитуд собственных колебаний;
- получить частотное уравнение;
- вычислить частоты собственных колебаний;
- найти соотношение между амплитудами колебаний масс для каждой частоты собственных колебаний;
- проверить ортогональность форм собственных колебаний;
- найти соотношение между силами инерции при движении системы по собственным формам колебаний;
- построить эпюры изгибающих моментов при движении системы по собственным формам колебаний;
- используя соотношения между амплитудами колебаний масс и эпюры изгибающих моментов от сил инерции при движении системы по собственным формам колебаний построить формы собственных колебаний;

Расчет постоянных вынужденных колебаний

- сопоставить частоты собственных и вынужденных колебаний и, если

надо, изменить частоту вынужденных колебаний по условиям:

$\omega_p \leq a\omega_r$, или $\omega_p \geq a\omega_r$, так, чтобы возникновение резонанса было невозможно

где ω_r - ближайшая к частоте вынужденных колебаний частота собственных колебаний,

a - коэффициент, нормируется. С учебной целью в условии задачи он избирается по варианту;

- определить амплитудные значения инерционных сил, построить динамические эпюры изгибающих моментов и сопоставить их со статическими;

- определить амплитудные значения динамических перемещений масс и построить упругую линию прогибов системы;

- построить эпюру изгибающих моментов от собственного веса сооружения;

- установить сечение, в котором возникают наибольшие нормальные напряжения, обусловленные изгибом, и проверить прочность конструкции.

ИЗ № 6 «Расчет плоской статически неопределимой рамы на устойчивость»:

- составить расчетную схему рамы на устойчивость;
- получить уравнение устойчивости;
- определить критическую нагрузку в общем виде;
- определить форму потери устойчивости;
- определить приведенные длины сжатых стержней;
- вычислить критическую нагрузку.

6.3 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Текущая аттестация по дисциплине осуществляется в форме проведения контрольного опроса, коллоквиумов, индивидуальных заданий. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости включают результаты контрольных опросов, коллоквиумов, решения индивидуальных заданий. Индивидуальные задания выполняются студентами во время практических занятий и дорабатываются в процессе самостоятельной работы.

6.4 Вопросы для подготовки к зачету (коллоквиуму)

- 1) Какие основные задачи строительной механики?
- 2) Что такое расчетная схема сооружения?
- 3) Какая существует классификация сооружений?
- 4) Какие существуют методы расчета сооружений и в чем их сущность?
- 5) Какие существуют методы расчета сооружений?
- 6) Какие основные виды опор вы знаете?
- 7) Для чего используется расчетная схема сооружения?
- 8) Какой элемент конструкции называется балкой?
- 9) Что такое арочная конструкция?

- 10) Какие конструкции можно назвать рамами и фермами?
- 11) Как влияют механические свойства материалов на характер работы стержневых систем?
- 12) Какие группы уравнений используют при расчете стержневых систем?
- 13) В чем заключается принцип независимости действия сил?
- 15) В чем заключается понятие о геометрической неизменяемости?
- 16) Что такое кинематические связи?
- 17) Что такое кинематический анализ опорных устройств?
- 18) Что такое степень свободы?
- 19) Что такое степень свободы стержневых систем?
- 20) Что такое мгновенно изменяемые системы?
- 21) Какие существуют принципы образования геометрически неизменяемых систем?
- 22) Какие существуют примеры образования простейших геометрически неизменяемых систем?
- 23) Как определяется для многопролетных балок необходимое число шарниров, обеспечивающее геом. неизменяемость и стат. определимость?
- 24) Какое число шарниров необходимое и достаточное для обеспечения статической определимости и геометрической неизменяемости системы?
- 25) Каким образом исключается геометрическая изменяемость отдельных частей многопролетной балки?
- 26) Как должны располагаться шарниры для преобразования многопролетной балки из неизменяемой в мгновенно изменяемую систему?
- 27) Какие существуют возможные схемы расположения шарниров в многопролетных статически неопределимых балках?
- 28) Какие в многопролетных статически определимых балках выделяются группы несущих элементов?
- 29) Что подразумевают в многопролетных статически определимых балках под основными элементами?
- 30) Что подразумевают в многопролетных статически определимых балках под второстепенными элементами?
- 31) Какие элементы в многопролетных статически определимых балках воспринимают как собственные нагрузки, так и (частично или полностью) нагрузки, приложенные к второстепенным элементам?
- 32) Какие элементы в балках относят к второстепенным?
- 33) Что такое рамы?
- 34) Какие существуют виды рам?
- 35) Как производится расчет статически определимых рам?
- 36) Что такое фермы с точки зрения строительных конструкций?
- 37) Какие расчетные особенности имеют фермы?
- 38) Как в фермах работают стержни?
- 39) Какие в стержнях ферм возникают внутренние усилия?
- 40) Как образуются более сложные типы ферм?
- 41) Как производится расчет степени свободы фермы?

- 42) Какие существуют методы аналитического расчета простейших ферм?
- 43) В чем заключается способ моментных точек?
- 44) В чем заключается способ вырезания узлов?
- 45) В чем заключается способ проекций?
- 46) Что такое арки, как определяются внутренние усилия и напряжения, и как производится расчет на прочность?
- 47) Запишите формулу Мора для определения перемещений рамы, арки, узлов фермы.
- 48) Объясните выбор единичных фиктивных состояний при определении различных перемещений стержневой системы.
- 49) Сформулируйте правило Верещагина.
- 50) Запишите формулу Симпсона, укажите ее назначение, особенности и ограничения в ее применении.
- 51) В чем заключается метод сил?
- 52) В чем сущность понятия о статической и кинематической неопределенности?
- 53) Что такое основные системы и канонические уравнения метода сил?
- 54) Как определяются коэффициенты канонических уравнений?
- 55) Как производится построение эпюр усилий и перемещений?

6.5 Вопросы для подготовки к экзамену (коллоквиуму)

- 56) В чем заключается метод перемещений?
- 57) Как выбирается основная система метода перемещений. В чем основная идея метода перемещений?
- 58) Какие неизвестные принимают за основные в методе перемещений?
- 59) В чём смысл статической неопределенности рамы?
- 60) В чём смысл кинематической неопределенности рамы?
- 61) Каким образом определяется число лишних связей в раме?
- 62) Какая система уравнений при расчёте рам называется канонической?
- 63) В чём состоит идея расчёта рам методом перемещений?
- 64) Что называется устойчивостью сооружений.
- 65) Что такое устойчивость положения и формы равновесия в деформированном состоянии.
- 66) Что следует понимать под потерей устойчивости.
- 67) Что такое критическая сила или критический параметр.
- 68) Что следует под степенью свободы в теории устойчивости.
- 69) Как определяется критическая сила в исследовании устойчивости системы с одной степенью свободы.
- 70) Как определяется критическая сила для сжатого стержня с шарнирно закреплённым концом.
- 71) Какие методы решения задач устойчивости можете привести.
- 72) Понятие о расчете плоской рамы на устойчивость методом перемещений.
- 73) Какие существуют динамические нагрузки.
- 74) Какие способы известны решения задач динамики.

- 75) Что такое масса, сила инерции, сила сопротивления.
- 76) Дайте краткое определение частоте, фазе, амплитуде и периоду колебаний.
- 77) Что такое свободные колебания.
- 78) Опишите условия ортогональности собственных форм.
- 79) Опишите алгоритм расчета вынужденных колебаний на силовые воздействия.
- 80) Опишите порядок построения эпюр динамических усилий.
- 81) Что такое вынужденные колебания.
- 82) Что такое резонанс и какие условия его возникновения.
- 83) Что такое вибрация. Какие известны меры борьбы с вибраций.
- 84) Что понимается под сейсмической нагрузкой и какие методы расчета на сейсмические воздействия известны.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Строительная механика стержневых систем. / Е. А. Кобелев, Н. А. Масленников; СПбГАСУ. – СПб.: ИД «Петрополис», 2021. – 208 с.
https://лови5.рф/upload/uf/14b/yevism2k0nivj8e30yql68z3qi1ng1rm/Kobelev_EA_Maslennikov_NA_STROITEL_NAYa_MEKhANI_221228_093341.pdf (дата обращения 21.08.2024).
2. Шеин, А.И. Курс строительной механики: Учебное издание / А.И. Шеин - М.: Издательство АСВ, 2017. - 352 с. - ISBN 978-5-4323-0218-2 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432302182.html> (дата обращения 21.08.2024).
3. Анохин Н.Н., Строительная механика в примерах и задачах. Ч I. Статически определимые системы : Учебное пособие / Анохин Н.Н. - 4-е издание, дополненное и переработанное. - М. : Издательство АСВ, 2016. - 336 с. - ISBN 978-5-4323-0173-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432301734.html> (дата обращения 21.08.2024).
4. Анохин Н.Н., Строительная механика в примерах и задачах. Ч II. Статически неопределимые системы / Н.Н. Анохин - М. : Издательство АСВ, 2017. - 464 с. - ISBN 978-5-4323-0209-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432302090.html> (дата обращения 21.08.2024).
6. Основы теории сооружений: учебное пособие. / С.Е. Короткова [и др.]; под ред. О.С. Балашовой, В.В. Бондарчука. – Алчевск: ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ», 2017. – 213с. – Режим доступа: <http://dspace.dstu.education:8080/jspui/handle/123456789/1788> (дата обращения 21.08.2024).
7. Анохин, Н.Н. Строительная механика в примерах и задачах. Ч. III. Динамика сооружений: Учебное пособие. / Анохин Н.Н. - М. : Издательство АСВ, 2018. - 344 с. - ISBN 978-5-4323-0174-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432301741.html> (дата обращения 21.08.2024).

Дополнительная литература

8. Программный комплекс ЛИРА-САПР. Руководство пользователя. Обучающие примеры/ Ромашкина М.А., Титок В.П. Под редакцией академика РААСН Городецкого А.С. Электронное издание, 2018. – 254 с.
https://rflira.ru/files/lira-sapr/Book_LIRA_SAPR_2018.pdf (дата обращения 21.08.2024).

9. Старцева, Л.В. Строительная механика в примерах и задачах: Учебное пособие / Старцева Л.В., Архипов В.Г., Семенов А.А. - М.: Издательство АСВ, 2014. - 224 с. - ISBN 978-5-93093-985-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939859.html> (дата обращения 21.08.2024).

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно - справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт.— Алчевск. —URL: library.dstu.education.—Текст : электронный.
2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>.—Текст : электронный.
3. Консультант студента: электронно-библиотечная система.— Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>.—Текст : электронный.
4. Университетская библиотека онлайн :электронно-библиотечная система.— URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red.—Текст : электронный

7.3 Интернет-ресурсы

1. Министерство науки и образования Российской Федерации — <http://минобрнауки.пф/>
2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки — <http://obrnadzor.gov.ru/>
3. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования — <http://fgosvo.ru>
4. Федеральный портал «Российское образование» — <http://www.edu.ru/>
5. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» — <http://window.edu.ru/>
6. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов — <http://fcior.edu.ru/>

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО. При реализации дисциплины используется Программный комплекс (ПК) Лира; Лицензия № 1д / 546; лицензионный номер № 9У057027.

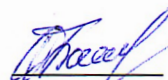
Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Специальные помещения: <i>Мультимедийная аудитория. (60 посадочных мест), оборудованная специализированной (учебной) мебелью (скамья учебная –20 шт., стол– 1 шт., доска аудиторная– 1 шт.), учебное ПК (монитор + системный блок), мультимедийная стойка с оборудованием – 1 шт., широкоформатный экран.</i> <i>Аудитории для проведения лекций:</i> <i>Компьютерный класс (22посадочных места), оборудованный учебной мебелью, компьютерами с неограниченным доступом к сети Интернет:</i> ПК Intel Core 2 DUO 2)5 Ghz, 1024,160 – 11шт.; ПК Intel Celeron 2) 0, 256, 40- 1 шт.Доска– 1 шт.	ауд. <u>201</u> корп. <u>главный</u> ауд. 205_ корп. <u>главный</u>

Лист согласования рабочей программы

Разработал

доцент кафедры ВМиЕН
(должность)


(подпись)

О.С. Балашова
(Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой ВМиЕН


(подпись)

Д.А. Мельничук
(Ф.И.О.)

Протокол №1 заседания кафедры ВМиЕН

от 26.08.2024 г.

И.о. декана факультета ГМПС


(подпись)

О.В. Князьков
(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической комиссии
по направлению подготовки 08.03.01
Строительство


(подпись)

В.В. Псюк
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра


(подпись)

О.А. Коваленко
(Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	