



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Строительной механики

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2023 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Строительная механика

направление подготовки/специальность 08.03.01 Строительство

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Промышленное и гражданское  
строительство

Форма обучения очно-заочная

Санкт-Петербург, 2023

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является овладение основами строительной механики стержневых систем в объеме, необходимом для составления, статического и деформационного анализа расчетных схем несущих конструкций и их элементов при проектировании зданий и сооружений.

Задачами освоения дисциплины являются получение знаний основных методов строительной механики; формирование умения использовать эти методы для определения усилий и перемещений в расчетных схемах строительных конструкций; овладение навыками проведения практических расчетов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ОПК-6 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-6.10 Составляет расчётную схему здания (сооружения), определяет условия работы элементов строительных конструкций и оснований зданий при восприятии внешних нагрузок	<b>знает</b> виды расчетных схем и принципы их составления, виды простых и сложных деформаций элемента, возникающее в элементе напряженное состояние при различных внешних воздействиях. <b>умеет</b> составлять расчетные схемы несущего остова зданий и сооружений, а также их конструктивных элементов. <b>владеет</b> навыками составления расчетных схем на основе схематизации работы реальных конструкций и их элементов.

<p>ОПК-6 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</p>	<p>ОПК-6.11 Проводит оценку прочности, жёсткости и устойчивости элемента строительных конструкций, в т.ч. с использованием прикладного программного обеспечения</p>	<p><b>знает</b> основные методы определения усилий и перемещений в расчетных схемах зданий (сооружений) и их элементов; принципы и способы расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость.</p> <p><b>умеет</b> рассчитывать усилия и перемещения расчетных схем зданий (сооружений) и их элементов; составлять и использовать в инженерных расчетах условия прочности и жесткости при различных видах напряженно-деформированного состояния элементов конструкций; решать задачи проектного характера с целью определения геометрической формы и размеров конструктивных элементов.</p> <p><b>владеет</b> навыками расчета усилий и перемещений в расчетных семах, в том числе с применением современных программно-вычислительных комплексов; методикой проведения проверки прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций</p>
---	---	--

### 3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.16.05 основной профессиональной образовательной программы 08.03.01 Строительство и относится к обязательной части учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Соппротивление материалов	ОПК-3.2
2	Техническая механика	ОПК-1.4, ОПК-1.5
3	Теоретическая механика	ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-3.2
4	Физика	УК-1.1, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.11
5	Высшая математика	УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4, ОПК-1.6, ОПК-1.7, ОПК-1.8
6	Инженерная графика	ОПК-1.9
7	Информационные технологии	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.6, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3

#### Высшая математика

знать фундаментальные основы высшей математики, линейной алгебры, математического анализа;

знать методы решения дифференциальных уравнений и систем линейных алгебраических уравнений;

владеть навыками решения систем линейных алгебраических уравнений, дифференциального и интегрального исчисления

#### Сопротивление материалов

знать принципы и методы расчета отдельных элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость;

уметь определять усилия и деформации от внешних воздействий в простых расчетных схемах;

владеть навыками использования методов сопротивления материалов при решении задач на прочность, жесткость и устойчивость.

#### Техническая механика

знать принципы и методы расчета отдельных элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость;

уметь определять усилия и деформации от внешних воздействий в простых расчетных схемах

#### Теоретическая механика

знать основные положения, принципы и методы статики, кинематики и динамики твердого тела;

уметь пользоваться уравнениями статики и динамики при расчете простых расчетных схем;

владеть навыками использования методов теоретической механики при решении инженерных задач.

#### Физика

знать физические явления и законы, относящиеся к механике деформируемого твердого тела

уметь использовать законы физики при решении задач механики твердого тела

владеть основами научного подхода к явлениям и процессам материального мира

#### Инженерная графика

знать правила выполнения чертежей и графиков;

уметь строить расчетные схемы, эпюры и графики.

#### Информационные технологии

знать основные понятия информатики, современные средства вычислительной техники;

уметь решать системы линейных алгебраических уравнений с применением программно-вычислительных средств;

владеть навыками решения инженерных задач с помощью прикладных программ.

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Методы проектирования железобетонных и каменных конструкций	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК-2.7
2	Методы проектирования металлических и деревянных конструкций	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК-2.7
3	Методы проектирования оснований и фундаментов зданий и сооружений	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК-2.7
4	Обследование зданий и сооружений	

5	Конструкции из дерева и пластмасс	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК-2.7, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ОПК-3.5, ОПК-6.7, ОПК-6.8, ОПК-6.10, ОПК-6.11
---	-----------------------------------	--

**4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр	
			6	7
<b>Контактная работа</b>	56		24	32
Лекционные занятия (Лек)	32	0	16	16
Лабораторные занятия (Лаб)	4	0	2	2
Практические занятия (Пр)	10	0	2	8
Практические занятия в сессию (ПЗэ)	10	0	4	6
<b>Иная контактная работа, в том числе:</b>	1,85		0,8	1,05
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	0,8		0,4	0,4
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,8		0,4	0,4
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача экзамена)	0,25			0,25
<b>Часы на контроль</b>	12,75		4	8,75
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	217,4		79,2	138,2
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>				
<b>часы:</b>	288		108	180
<b>зачетные единицы:</b>	8		3	5

**5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Расчетные схемы и кинематический анализ сооружений										
1.1.	Введение. Типы расчетных схем и связи	6	1						1	ОПК-6.10, ОПК-6.11	

1.2.	Кинематический анализ расчетных схем	6	1					4	5	ОПК-6.10, ОПК-6.11
2.	2 раздел. Расчет статически определимых систем на действие неподвижной нагрузки									
2.1.	Однодисковые и двухдисковые безраспорные расчетные схемы	6						3	3	ОПК-6.10
2.2.	Многопролетные шарнирно-консольные балки	6	1					6	7	ОПК-6.10, ОПК-6.11
2.3.	Трехшарнирные рамы и арки	6						6	6	ОПК-6.10
2.4.	Замкнутые контуры и комбинированные расчетные схемы	6						7	7	ОПК-6.10, ОПК-6.11
2.5.	Плоские фермы	6	2	1		2		6	11	ОПК-6.10, ОПК-6.11
2.6.	Основные теоремы строительной механики	6	1					2	3	ОПК-6.10
2.7.	Определение перемещений в статически определимых системах	6	2	1				6	9	ОПК-6.10, ОПК-6.11
3.	3 раздел. Расчет статически определимых систем на действие подвижной нагрузки									
3.1.	Линии влияния в простых балках	6	1					4	5	ОПК-6.10
3.2.	Линии влияния в шарнирно-консольных балках	6	1	1				6	8	ОПК-6.10
3.3.	Определение реакций и усилий по линиям влияния	6	1					5	6	ОПК-6.10
3.4.	Линии влияния в плоских фермах	6	1	1				4	6	ОПК-6.10, ОПК-6.11
3.5.	Линии влияния при узловой передаче нагрузки	6						4	4	ОПК-6.10
4.	4 раздел. Расчет статически неопределимых систем методом сил									
4.1.	Свойства статически неопределимых систем. Идея метода сил.	6	1					4	5	ОПК-6.10, ОПК-6.11

4.2.	Расчет систем методом сил на действие силовой нагрузки	6	1		2				4	7	ОПК-6.10, ОПК-6.11
4.3.	Расчет методом сил на действие начальных деформаций	6							4,2	4,2	ОПК-6.10
4.4.	Упрощения при расчете симметричных расчетных схем методом сил.	6	1						2	3	ОПК-6.10, ОПК-6.11
4.5.	Основы расчета методом сил пространственных рам	6	1						2	3	ОПК-6.10, ОПК-6.11
5.	5 раздел. Иная контактная работа										
5.1.	Иная контактная работа	6								0,8	ОПК-6.10, ОПК-6.11
6.	6 раздел. Контроль										
6.1.	Зачет	6								4	ОПК-6.10, ОПК-6.11
7.	7 раздел. Расчет статически неопределимых систем методом перемещений										
7.1.	Идея метода перемещений. Система канонических уравнений	7							6	6	ОПК-6.10, ОПК-6.11
7.2.	Расчет методом перемещений на действие силовой нагрузки	7	2		2				13	17	ОПК-6.10, ОПК-6.11
7.3.	Расчет методом перемещений на действие начальных деформаций	7	1		1				8	10	ОПК-6.10, ОПК-6.11
7.4.	Использование упрощений при расчете методом перемещений	7	1		2				8	11	ОПК-6.10, ОПК-6.11
7.5.	Применение метода перемещений к расчету пространственных рам	7							8	8	ОПК-6.10
7.6.	Основы расчета статически неопределимых систем смешанным методом	7							6	6	ОПК-6.10, ОПК-6.11

7.7.	Определение перемещений в статически неопределимых системах	7					2		4	6	ОПК-6.10
8.	8 раздел. Основы динамики сооружений										
8.1.	Основные понятия динамики сооружений.	7	1						4	5	ОПК-6.10
8.2.	Свободные колебания систем с одной степенью свободы	7	1		1				7	9	ОПК-6.10
8.3.	Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы	7	1		1				8	10	ОПК-6.10, ОПК-6.11
8.4.	Свободные колебания систем с несколькими степенями свободы	7	2		1				8	11	ОПК-6.10, ОПК-6.11
8.5.	Вынужденные колебания систем с несколькими степенями свободы	7	2		2				8	12	ОПК-6.10, ОПК-6.11
8.6.	Использование симметрии в задачах динамики	7	1						6	7	ОПК-6.10, ОПК-6.11
8.7.	Приближенные способы определения частот свободных колебаний	7							8	8	ОПК-6.10
8.8.	Вредное воздействие вибрации и меры по его снижению	7	1						8	9	ОПК-6.10
9.	9 раздел. Основы устойчивости сооружений										
9.1.	Основные понятия. Статический способ расчета на устойчивость.	7	1						14,2	15,2	ОПК-6.10
9.2.	Расчет рам на устойчивость методом перемещений	7	2		4				14	20	ОПК-6.10, ОПК-6.11
10.	10 раздел. Иная контактная работа										
10.1	Иная контактная работа	7								0,8	ОПК-6.10, ОПК-6.11
11.	11 раздел. Контроль										
11.1.	Экзамен	7								9	ОПК-6.10, ОПК-6.11



## 5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Введение. Типы расчетных схем и связи	Предмет строительной механики. Основные понятия и принципы. Предмет и объект изучения строительной механики. Расчетная схема сооружения и требования к ней. Твердое тело как элемент расчетной схемы. Степень свободы расчетной схемы. Классификация расчетных схем. Связи расчетных схем и их характеристики. Виды нагрузок и воздействий на расчетные схемы.
2	Кинематический анализ расчетных схем	Анализ геометрической неизменяемости расчетных схем Понятие о геометрической неизменяемости расчетной схемы. Необходимое и достаточное условие геометрической неизменяемости. Способы геометрически неизменяемого соединения трех дисков и двух дисков между собой и с основанием. Мгновенно изменяемые системы. Примеры.
4	Многопролетные шарнирно-консольные балки	Многопролетные шарнирно-консольные балки Классификация расчетных схем ШКБ. Порядок образования и порядок расчета реакций в дисках ШКБ. Проверка равновесия. Построение эпюр усилий. Рациональная расстановка шарниров в расчетной схеме.
7	Плоские фермы	Плоские фермы Образование ферм и условие их геометрической неизменяемости. Классификация ферм. Частные случаи равновесия узлов ферм. Аналитические способы определения усилий в стержнях ферм: способ вырезания узлов и способ сечений. Графический способ определения усилий в стержнях ферм.
8	Основные теоремы строительной механики	Основные теоремы строительной механики Принцип возможных перемещений. Теорема о взаимности возможных работ. Теорема о взаимности возможных перемещений. Теорема о взаимности возможных реакций. Теорема о взаимности возможных реакций и перемещений.
9	Определение перемещений в статически определимых системах	Определение перемещений от силовой нагрузки Формула Максвелла-Мора и ее вид для различных расчетных схем. Определение линейных и угловых перемещений, вызванных силовой нагрузкой. Вычисление интегралов Максвелла-Мора с помощью "перемножения" эпюр. Правило Верещагина, формула Симпсона, формула трапеций.
9	Определение перемещений в статически определимых системах	Определение перемещений, вызванных начальными деформациями Определение перемещений от теплового воздействия (изменение температуры). Определение перемещений, вызванных неравномерной осадкой опор и неточностью изготовления элементов.
10	Линии влияния в простых балках	Линии влияния реакций и усилий в простых балках Понятие о линии влияния. Построение линий влияния реакций и усилий в балке на двух шарнирных опорах. Построение линий влияния реакций и усилий в консольной балке.
11	Линии влияния в шарнирно-консольных балках	Линии влияния реакций и усилий в шарнирно-консольных балках Принципы построения линий влияния в шарнирно-консольных балках. Передача линии влияния с исследуемого диска по поэтажной схеме. Построение линий влияния реакций и усилий. Примеры задач.
12	Определение реакций и усилий по линиям	Определение реакций и усилий по линиям влияния Определение реакций и усилий от неподвижной нагрузки с помощью

	влияния	линий влияния. Определение реакций и усилий от системы подвижных грузов по линиям влияния. Определение положения критического груза над вершиной линии влияния.
13	Линии влияния в плоских фермах	Линии влияния реакций и усилий в плоских простейших фермах. Особенности построения линий влияния в фермах. Построение линий влияния реакций и усилий в простой балочной ферме. Построение линий влияния реакций и усилий в консольной ферме.
15	Свойства статически неопределимых систем. Идея метода сил.	Свойства статически неопределимых систем. Идея метода сил. Сравнительный анализ статически определимых и статически неопределимых систем. Степень статической неопределимости. Основная система метода сил.
16	Расчет систем методом сил на действие силовой нагрузки	Расчет методом сил на действие силовой нагрузки Канонические уравнения метода сил при расчете на силовую нагрузку. Определение коэффициентов и свободных членов. Порядок расчета методом сил на силовую нагрузку. Пример расчета.
18	Упрощения при расчете симметричных расчетных схем методом сил.	Упрощения при расчете симметричных систем методом сил. Использование способа группировки неизвестных в симметричных системах. Использование способа разложения нагрузки.
19	Основы расчета методом сил пространственных рам	Расчет пространственных рам методом сил. Степень статической неопределимости пространственных рам. Основная система. Канонические уравнения. Особенности расчета пространственных рам методом сил.
23	Расчет методом перемещений на действие силовой нагрузки	Расчет плоских рам методом перемещений на действие силовой нагрузки. Порядок расчета методом перемещений. Выбор основной системы. Составление системы канонических уравнений. Определение коэффициентов и свободных членов. Построение эпюр усилий в заданной системе. Проверки решения. Пример расчета.
24	Расчет методом перемещений на действие начальных деформаций	Расчет методом перемещений на действие начальных деформаций Расчет плоских рам методом перемещений на тепловое воздействие. Расчет плоских рам методом перемещений на действие неравномерной осадки опор. Особенности канонических уравнений и построения эпюр моментов в основной и заданной системах.
25	Использование упрощений при расчете методом перемещений	Использование упрощений расчетной схемы при расчете методом перемещений Использование основной системы без постановки линейных связей. Использование симметрии расчетной схемы. Группировка неизвестных и разложение нагрузки.
29	Основные понятия динамики сооружений.	Основные понятия динамики сооружений Предмет изучения динамики сооружений. Виды динамических нагрузок. Уравнения динамики. Степени свободы масс системы.
30	Свободные колебания систем с одной степенью свободы	Свободные колебания систем с одной степенью свободы Дифференциальное уравнение свободных колебаний и его решение. Основные характеристики свободных колебаний. Определение круговой частоты свободных незатухающих колебаний. Примеры. Затухающие колебания. Логарифмический декремент затухания.
31	Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы	Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний и его решение для случая затухающих и незатухающих колебаний. Понятие о динамическом коэффициенте. Явление резонанса. Решение динамических задач с помощью динамического

		коэффициента.
32	Свободные колебания систем с несколькими степенями свободы	Свободные колебания систем с несколькими степенями свободы Система уравнений свободных колебаний системы с несколькими степенями свободы. Определитель частот. Вековое уравнение. Вычисление частот свободных колебаний. Определение форм свободных колебаний. Главные формы колебаний и их ортогональность.
33	Вынужденные колебания систем с несколькими степенями свободы	Вынужденные колебания систем с несколькими степенями свободы Дифференциальные уравнения вынужденных колебаний при вибрационной нагрузке и их решение при установившихся колебаниях. Канонические уравнения для амплитуд инерционных сил. Определение амплитуд динамических усилий при действии вибрационной нагрузки.
34	Использование симметрии в задачах динамики	Использование симметрии в задачах динамики Разложение свободных колебаний на симметричную и кососимметричную формы. Определение частот главных форм колебаний. Разложение динамической нагрузки.
36	Вредное воздействие вибрации и меры по его снижению	Вредное воздействие вибрации и меры по его снижению Воздействие вибрации на здоровье человека и элементы конструкций. Меры борьбы с вибрацией. Регулирование частот свободных колебаний.
37	Основные понятия. Статический способ расчета на устойчивость.	Основные понятия. Статический способ расчета на устойчивость Критерии устойчивости равновесия. Критический параметр и расчетная длина. Определение критических сил статическим способом. Способ непосредственного интегрирования дифференциального уравнения продольного изгиба.
38	Расчет рам на устойчивость методом перемещений	Расчет рам на устойчивость методом перемещений Основные допущения. Канонические уравнения. Уравнение устойчивости и его решение. Определение критического параметра, критической силы и расчетной длины. Особенность расчета на устойчивость симметричных систем.

## 5.2. Практические занятия в сессию

№ п/п	Наименование раздела и темы семинарских занятий	Наименование и содержание практических занятий
7	Плоские фермы	Определение усилий в стержнях плоских ферм Определение усилий в стержнях плоских ферм способом вырезания узлов и способом сечений. Графический способ определения усилий в фермах. Диаграмма Максвелла-Кремоны.
13	Линии влияния в плоских фермах	Построение линий влияния реакций и усилий в плоских фермах Построение линий влияния опорных реакций в балочной ферме. Построение линий влияния усилий в элементах простейшей фермы с учетом ездового пояса. Использование способа сечений и способа вырезания узлов.
16	Расчет систем методом сил на действие силовой нагрузки	Расчет один раз статически неопределимых рам методом сил на действие силовой нагрузки Вычисление степени статической неопределимости. Выбор основной системы метода сил. Составление и решение канонического уравнения. Построение эпюры моментов в заданной системе. Деформационная проверка.
33	Вынужденные колебания систем с несколькими степенями свободы	Динамический расчет плоской рамы на вибрационную нагрузку Составление и решение канонических уравнений для амплитуд

	степенями свободы	инерционных сил при действии вибрационной нагрузки. Построение динамической эпюры изгибающих моментов и формы вынужденных колебаний.
38	Расчет рам на устойчивость методом перемещений	Расчет плоской рамы на устойчивость методом перемещений. Выбор основной системы. Выражение относительных жесткостей и критических параметров сжатых стоек. Составление уравнения устойчивости. Определение реакций в связях основной системы. Решение уравнения устойчивости способом подбора корня. Использование программы расчета критических параметров. Вычисление критических сил и расчетных длин сжатых стержней.

### 5.3. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
9	Определение перемещений в статически определимых системах	Определение перемещений от силовой нагрузки Определение линейных и угловых перемещений в статически определимых расчетных схемах методом Максвелла-Мора. Применение графоаналитических способов вычисления интегралов Максвелла-Мора. Определение взаимных линейных и угловых перемещений.
11	Линии влияния в шарнирно-консольных балках	Построение линий влияния реакций и усилий в шарнирно- консольных балках Построение поэтажной схемы ШКБ для установления порядка взаимодействия дисков. Построение линий влияния реакций опор ШКБ. Построение линий влияния поперечной силы и изгибающего момента.
23	Расчет методом перемещений на действие силовой нагрузки	Расчет дважды кинематически неопределимой рамы методом перемещений Пример расчета дважды кинематически неопределимой рамы методом перемещений.
24	Расчет методом перемещений на действие начальных деформаций	Расчет статически неопределимой рамы методом перемещений на осадку опор. Пример расчета один раз кинематически неопределимой рамы методом перемещений на осадку опор. Решение задач.
25	Использование упрощений при расчете методом перемещений	Использование основной системы без постановки линейных связей в методе перемещений Выбор упрощенной основной системы. Особенности деформированных схем и эпюр моментов в основной системе. Решение задач.
30	Свободные колебания систем с одной степенью свободы	Определение круговой частоты свободных колебаний системы с одной степенью свободы. Определение степени свободы точечных масс. Определение податливости расчетной схемы. Вычисление круговой частоты, периода колебаний, частоты колебаний в Гц.
31	Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы	Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы Построение динамической эпюры изгибающих моментов от вибрационной нагрузки в системе с одной степенью свободы. Использование динамического коэффициента и канонического уравнения для амплитуды инерционной силы.
32	Свободные колебания систем с несколькими степенями свободы	Определение частот и форм свободных колебаний системы с двумя степенями свободы Определение степени свободы сосредоточенных масс. Составление определителя частот. Вычисление частот и периодов свободных

		колебаний. Построение главных форм колебаний.
--	--	---

#### 5.4. Лабораторные работы

№ разд	Наименование раздела и темы лабораторных работ	Наименование и содержание лабораторных работ
7	Плоские фермы	Определение усилий в стержнях плоской фермы Экспериментальное определение усилий в стержнях плоской фермы при узловой нагрузке и сравнение их с теоретически рассчитанными значениями.
28	Определение перемещений в статически неопределимых системах	Определение перемещений в статически неопределимой раме Определение перемещений стальной рамы на лабораторной установке и сравнение результатов с теоретическим расчетом.

#### 5.5. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
2	Кинематический анализ расчетных схем	Кинематический анализ расчетных схем и геометрическая неизменяемость сооружения Решение примеров на анализ геометрической неизменяемости. Определение степени свободы расчетной схемы. анализ структуры расчетной схемы. Применение правил неизменяемого соединения двух и трех дисков. Анализ с использованием понятия диады. Выявление мгновенно изменяемых систем.
3	Однодисковые и двухдисковые безраспорные расчетные схемы	Расчет однодисковых и двухдисковых безраспорных рам Изучение теоретического материала по теме. Решение практических задач на определение реакций и построение эпюр усилий в однодисковых и двухдисковых рамах. Решение задачи КР № 1.
4	Многопролетные шарнирно-консольные балки	Многопролетные шарнирно-консольные балки Изучение теоретического материала по теме занятия. Анализ геометрической неизменяемости ШКБ. Построение поэтажной схемы. Определение реакций в связях. проверка равновесия и построение эпюр усилий. Выполнение задачи КР № 1
5	Трехшарнирные рамы и арки	Трехшарнирные рамы и арки Изучение теоретического материала по теме. Трехшарнирные рамы при расположении опор на одном уровне. Порядок определения реакций в связях. Построение эпюр усилий. Трехшарнирные рамы при расположении опор на разных уровнях. Порядок определения реакций и построение эпюр усилий. Самостоятельное решение задач на расчет трехшарнирной рамы.
6	Замкнутые контуры и комбинированные расчетные схемы	Расчет замкнутых контуров и комбинированных систем Изучение теоретического материала по теме. Самостоятельное решение практических задач на раскрытие замкнутых контуров и на расчет реакций и усилий в комбинированных расчетных схемах.
7	Плоские фермы	Определение усилий в стержнях плоских ферм Изучение теоретического материала по теме. Самостоятельное выполнение задачи 1.3 КР № 1 "Определение усилий в стержнях плоской фермы".
8	Основные теоремы строительной механики	Основные теоремы строительной механики Изучение теоретического материала по теме.

9	Определение перемещений в статически определимых системах	Определение перемещений в статически определимых системах Изучение теоретического материала по теме. Решение задач на определение перемещений от различных нагрузок и воздействий.
10	Линии влияния в простых балках	Построение линий влияния реакций и усилий в простых балках Изучение теоретического материала по теме. Решение типовых задач.
11	Линии влияния в шарнирно-консольных балках	Построение линий влияния реакций и усилий в шарнирно- консольных балках Изучение теоретического материала по теме. Выполнение задачи 2.1 из КР № 2 "Построение линий влияния реакций и усилий в шарнирно -консольной балке"
12	Определение реакций и усилий по линиям влияния	Определение реакций и усилий от неподвижной и подвижной нагрузки по линиям влияния Изучение теоретического материала по теме. Загружение линии влияния статической нагрузкой и определение реакций и усилий по линии влияния. Загружение линии влияния связанной системой подвижных грузов. Определение положения критического груза. Вычисление максимального и минимального значения силового фактора от подвижной нагрузки по линиям влияния. Выполнение задач 2.1 и 2.2 КР № 2.
13	Линии влияния в плоских фермах	Построение линий влияния реакций и усилий в плоских фермах Изучение теоретического материала по теме. Выполнение задачи 2.2 из КР № 2.
14	Линии влияния при узловой передаче нагрузки	Построение линий влияния при узловой передаче нагрузки Изучение теоретического материала по теме. Решение задач.
15	Свойства статически неопределимых систем. Идея метода сил.	Статически определимые системы. Метод сил. изучение теоретического материала по теме.
16	Расчет систем методом сил на действие силовой нагрузки	Расчет дважды статически неопределимой системы методом сил. Изучение теоретического материала. Выполнение КР № 3 "Расчет дважды статически неопределимой рамы методом сил".
17	Расчет методом сил на действие начальных деформаций	Расчет плоских рам методом сил на тепловое воздействие и осадку опор. Расчет ферм на неточность изготовления элементов. Изучение теоретического материала по теме. Выбор основной системы метода сил. Составление и решение канонического уравнения. Определение свободных членов при тепловом воздействии и осадке опор. Построение эпюр моментов в заданной системе. Решение задач.
18	Упрощения при расчете симметричных расчетных схем методом сил.	Расчет симметричных рам методом сил с учетом упрощений Изучение теоретического материала по теме. Расчет симметричной рамы под действием произвольной нагрузки. Решение с помощью группировки неизвестных и с помощью разложения нагрузки. Решение задач.
19	Основы расчета методом сил пространственных рам	Расчет пространственных рам методом сил Изучение теоретического материала по теме.
22	Идея метода перемещений.	Метод перемещений. Система канонических уравнений

	Система канонических уравнений	Изучение теоретического материала по теме.
23	Расчет методом перемещений на действие силовой нагрузки	Расчет статически неопределимых рам методом перемещений на силовую нагрузку Изучение теоретического материала по теме. Выполнение КР № 4.
24	Расчет методом перемещений на действие начальных деформаций	Расчет методом перемещений на температурное воздействие и на осадку опор Изучение теоретического материала по теме. Решение задач.
25	Использование упрощений при расчете методом перемещений	Использование упрощений при расчете методом перемещений Изучение теоретического материала по теме. Расчет рам методом перемещений с использованием основной системы без постановки линейных связей и с использованием свойств симметрии расчетной схемы.
26	Применение метода перемещений к расчету пространственных рам	Расчет пространственных рам методом перемещений Изучение теоретического материала по теме.
27	Основы расчета статически неопределимых систем смешанным методом	Смешанный метод расчета статически неопределимых систем Изучение теоретического материала по теме.
28	Определение перемещений в статически неопределимых системах	Определение перемещений в статически неопределимых системах Изучение теоретического материала по теме. Решение задач.
29	Основные понятия динамики сооружений.	Основные понятия динамики сооружений Изучение теоретического материала по теме.
30	Свободные колебания систем с одной степенью свободы	Свободные колебания систем с одной степенью свободы Изучение теоретического материала по теме. Решение задач.
31	Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы	Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы Изучение теоретического материала по теме. Решение задач.
32	Свободные колебания систем с несколькими степенями свободы	Свободные колебания систем с несколькими степенями свободы Изучение теоретического материала по теме. Выполнение первой части КР № 5.
33	Вынужденные колебания систем с несколькими степенями свободы	Вынужденные колебания систем с несколькими степенями свободы Изучение теоретического материала по теме. Выполнение 2 части КР № 5: Динамический расчет плоской рамы.
34	Использование симметрии в задачах динамики	Использование симметрии расчетной схемы в задачах динамики Изучение теоретического материала по теме. Решение задач.
35	Приближенные способы определения частот свободных	Приближенные способы определения частот свободных колебаний Изучение теоретического материала по теме.

	колебаний	
36	Вредное воздействие вибрации и меры по его снижению	Вредное воздействие вибрации и меры по его снижению Изучение теоретического материала по курсу.
37	Основные понятия. Статический способ расчета на устойчивость.	Статический способ расчета на устойчивость. Изучение теоретического материала по теме. Решение задач.
38	Расчет рам на устойчивость методом перемещений	Расчет рам на устойчивость методом перемещений Изучение теоретического материала по теме. Выполнение КР № 6: Расчет плоской рамы на устойчивость.



## 6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- решение домашних задач и выполнение РГР;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов;
- подготовка к зачету с оценкой и экзамену.

Выбор задания на выполнение расчетно-графической (контрольной) работы производится по шифру на основе последних цифр зачетной книжки согласно методическим указаниям по выполнению данных работ.

Выполнению контрольных (расчетно-графических) работ должно предшествовать изучение соответствующих тем теоретического курса по материалам

лекций, учебникам, электронным ресурсам. Прежде чем начинать решение задачи, необходимо вычертить в масштабе заданную расчетную схему и указать на ней все исходные числовые данные. Приступая к решению каждой задачи, необходимо уяснить себе исходные данные, содержание каждого из пунктов задания и определить те методы строительной механики и способы решения, которые планируется применить. При проведении расчетов необходимо строго придерживаться принятой системы единиц измерения физических величин (СИ) и согласовывать между собой размерности этих величин.

Все расчетные формулы должны записываться в общепринятых обозначениях, расчетные схемы должны выполняться аккуратно, с включением всех необходимых элементов и обозначений согласно стандартам ЕСКД.

Решение задач необходимо сопровождать краткими пояснениями, всеми необходимыми расчетами и четкими схемами с указанием в необходимых случаях масштабов длин и сил.

Расчетно-графические работы должны быть оформлены на стандартных листах белой бумаги формата А3 (297 x 420) с соблюдением ГОСТ. При оформлении работы в компьютерном варианте допускается использование стандартных листов белой бумаги формата А4 (210x297), если она полностью выполнена на компьютере. На титульном листе обязательно указываются номер и наименование работы, фамилия и инициалы студента и шифр. Образцы оформления стандартных листов даны в приложении к методическим указаниям. Оформление работ на бумаге других форматов не допускается.

## 7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Введение. Типы расчетных схем и связи	ОПК-6.10, ОПК-6.11	Устный опрос
2	Кинематический анализ расчетных схем	ОПК-6.10, ОПК-6.11	Устный опрос, решение задач
3	Однодисковые и двухдисковые безраспорные расчетные схемы	ОПК-6.10	Устный опрос, решение задач
4	Многопролетные шарнирно-консольные балки	ОПК-6.10, ОПК-6.11	Устный опрос, решение задач
5	Трехшарнирные рамы и арки	ОПК-6.10	Устный опрос, решение задач
6	Замкнутые контуры и комбинированные	ОПК-6.10, ОПК-6.11	Устный опрос,

	расчетные схемы		решение задач
7	Плоские фермы	ОПК-6.10, ОПК-6.11	Устный опрос, решение задач
8	Основные теоремы строительной механики	ОПК-6.10	Устный опрос
9	Определение перемещений в статически определимых системах	ОПК-6.10, ОПК-6.11	Устный опрос, решение задач
10	Линии влияния в простых балках	ОПК-6.10	Устный опрос, решение задач
11	Линии влияния в шарнирно-консольных балках	ОПК-6.10	Устный опрос, выполнение задачи КР
12	Определение реакций и усилий по линиям влияния	ОПК-6.10	Устный опрос, выполнение задачи КР
13	Линии влияния в плоских фермах	ОПК-6.10, ОПК-6.11	Устный опрос, выполнение задачи КР
14	Линии влияния при узловой передаче нагрузки	ОПК-6.10	Устный опрос, решение задач
15	Свойства статически неопределимых систем. Идея метода сил.	ОПК-6.10, ОПК-6.11	Устный опрос.
16	Расчет систем методом сил на действие силовой нагрузки	ОПК-6.10, ОПК-6.11	Устный опрос. Выполнение заданий КР. Решение задач.
17	Расчет методом сил на действие начальных деформаций	ОПК-6.10	Устный опрос, решение задач.
18	Упрощения при расчете симметричных расчетных схем методом сил.	ОПК-6.10, ОПК-6.11	Устный опрос. Решение задач.
19	Основы расчета методом сил пространственных рам	ОПК-6.10, ОПК-6.11	Устный опрос.
20	Иная контактная работа	ОПК-6.10, ОПК-6.11	Устный опрос
21	Зачет	ОПК-6.10, ОПК-6.11	
22	Идея метода перемещений. Система канонических уравнений	ОПК-6.10, ОПК-6.11	Устный опрос.
23	Расчет методом перемещений на действие силовой нагрузки	ОПК-6.10, ОПК-6.11	Решение задач, выполнение КР № 4.
24	Расчет методом перемещений на действие начальных деформаций	ОПК-6.10, ОПК-6.11	Устный опрос. Решение задач.
25	Использование упрощений при расчете методом перемещений	ОПК-6.10, ОПК-6.11	Устный опрос. Решение задач.
26	Применение метода перемещений к расчету пространственных рам	ОПК-6.10	Устный опрос.
27	Основы расчета статически неопределимых систем смешанным методом	ОПК-6.10, ОПК-6.11	Устный опрос.
28	Определение перемещений в статически неопределимых системах	ОПК-6.10	Решение задач.
29	Основные понятия динамики сооружений.	ОПК-6.10	Устный опрос.
30	Свободные колебания систем с одной степенью свободы	ОПК-6.10	Устный опрос. Решение задач.
31	Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы	ОПК-6.10, ОПК-6.11	Устный опрос, решение задач.
32	Свободные колебания систем с несколькими степенями свободы	ОПК-6.10, ОПК-6.11	Устный опрос. Выполнение КР № 5.

33	Вынужденные колебания систем с несколькими степенями свободы	ОПК-6.10, ОПК-6.11	Устный опрос. Выполнение КР № 5.
34	Использование симметрии в задачах динамики	ОПК-6.10, ОПК-6.11	Устный опрос. Решение задач.
35	Приближенные способы определения частот свободных колебаний	ОПК-6.10	Устный опрос.
36	Вредное воздействие вибрации и меры по его снижению	ОПК-6.10	Устный опрос.
37	Основные понятия. Статический способ расчета на устойчивость.	ОПК-6.10	Устный опрос. Решение задач.
38	Расчет рам на устойчивость методом перемещений	ОПК-6.10, ОПК-6.11	Устный опрос. Выполнение КР № 6.
39	Иная контактная работа	ОПК-6.10, ОПК-6.11	Устный опрос
40	Экзамен	ОПК-6.10, ОПК-6.11	Устный опрос

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Контрольные задания для самостоятельной работы на практических занятиях.

(для проверки сформированности индикаторов достижения компетенции ОПК-6.10, ОПК- 6.11)

5 семестр. Файл расположен в Приложениях. Контрольные задания. Семестр 5.pdf  
а также размещен по адресу ЭИОС Moodle (<https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=4539>)

1. Определение усилий в двухдисковых безраспорных системах (построить эпюры MF , QF и NF ).
2. Определение усилий в распорных системах (построить эпюры MF, QF и NF ).
3. Определение усилий в комбинированных расчетных схемах (построить эпюры MF, QF и NF ).
4. Расчет шарнирно-консольных балок на подвижную нагрузку.
5. Расчет статически определимых ферм на подвижную нагрузку.
6. Расчет статически неопределимых систем методом сил на действие внешней нагрузки.
7. Учет симметрии при расчете методом сил.
8. Расчет статически неопределимых систем методом сил на теплое воздействие.
9. Расчет статически неопределимых систем методом сил на неравномерную осадку опор.

6 семестр. Файл расположен в Приложениях. Контрольные задания. Семестр 6.pdf  
а также размещен по адресу ЭИОС Moodle (<https://moodle.spbgasu.ru/mod/resource/view.php?id=103596>)

1. Расчет методом перемещений на силовую нагрузку (построить эпюры MF , QF и NF).
2. Расчет методом перемещений с использованием упрощений (построить эпюры MF , QF и NF ).
3. Расчет методом перемещений на тепловое воздействие.
4. Расчет методом перемещений на неравномерную осадку опор.
5. Динамический расчет системы с одной степенью свободы.
6. Определение частот свободных колебаний.
7. Расчет на устойчивость статическим способом.
8. Расчет на устойчивость методом перемещений.

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;</li> <li>- точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;</li> <li>- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</li> </ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</li> </ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>- владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;</li> <li>- применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий;</li> <li>- грамотно обосновывает ход решения задач;</li> <li>- безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;</li> <li>- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</li> </ul>
<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;</li> <li>- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</li> </ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;</li> <li>- использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы;</li> <li>- владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</li> </ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;</li> <li>- средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>- без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий;</li> <li>- обосновывает ход решения задач без затруднений</li> </ul>

<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине; умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся  
(для проверки сформированности индикаторов достижения компетенции ОПК-6.10, ОПК- 6.11)  
5 семестр. Строительная механика, ч. 1.

1. Расчетная схема сооружения. Определение, классификация расчетных схем. Требования к расчетной схеме сооружения.

2. Степень свободы материальной точки и твердого тела на плоскости и в пространстве.

3. Степень свободы расчетной схемы. Необходимое условие геометрической неизменяемости.

4. Виды связей плоских расчетных схем. Их статические и кинематические характеристики.

5. Кинематический анализ расчетных схем. Признаки геометрической неизменяемости плоских расчетных схем.

6. Классификация нагрузок на расчетные схемы сооружений.

7. Уравнения равновесия на плоскости и их использование при определении реакций в однодисковых расчетных схемах.

8. Правила построения эпюр усилий в рамах. Вычисление изменения изгибающего момента на участке рамы по эпюре поперечных сил.

9. Статически определимые и статически неопределимые расчетные схемы. Связь степени статической неопределимости со степенью свободы расчетной схемы.

10. Общие правила определения реакций в связях многодисковых расчетных схем. Порядок определения реакций в связях двухдисковой без-распорной рамы.

11. Шарнирно-консольные балки, условие статической определимости, порядок образования и расчета.

12. Типы шарнирно-консольных многопролетных балок. Поэтажная схема ШКБ и ее назначение.

13. Трех-шарнирные (распорные) системы. Их особенности и способы определения реакций в связях.

14. Трех-шарнирные арки. Определение усилий в произвольном сечении арки. Понятие о рациональном очертании оси арки.

15. Расчетные схемы с замкнутыми контурами. Способы «раскрытия» замкнутых контуров.

16. Статически определимые плоские фермы. Определение и классификация ферм. Условие геометрической неизменяемости и статической определимости.

17. Определение усилий в стержнях ферм способом вырезания узлов. Частные случаи равновесия узлов.

18. Определение усилий в стержнях ферм способом сечений. Различные системы разрешающих уравнений для определения усилий.

19. Определение усилий в стержнях ферм графическим способом. Диаграмма усилий и ее построение.

20. Расчет статически определимых систем на подвижную нагрузку. Линии влияния реакций и усилий в простых балках.

21. Расчет статически определимых систем на подвижную нагрузку. Линии влияния реакций и усилий в консольных балках.

22. Принципы построения линий влияния реакций и усилий в сечениях шарнирно- консольных балок.

23. Основные принципы построения линий влияния усилий в стержнях простейших ферм. Ветви линий влияния и их свойства.

24. Определение усилий по линиям влияния при действии неподвижной нагрузки.

25. Определение усилий по линиям влияния при действии подвижной нагрузки.

26. Связанная система подвижных грузов. Определение положения критического груза на треугольном участке линии влияния.

27. Построение линий влияния при узловой передаче нагрузки.

28. Действительные и возможные перемещения. Действительная и возможная работа внешних сил и ее аналитическое выражение.

29. Действительная и возможная работа внутренних сил и ее аналитическое выражение.

30. Основные принципы строительной механики. Принцип независимости действия сил и принцип возможных перемещений.

31. Теорема о взаимности возможных работ и область ее применения.

32. Теорема о взаимности возможных перемещений и область ее применения.

33. Теорема о взаимности возможных реакций и область ее применения.

34. Теорема о взаимности возможных реакций и перемещений.

35. Определение перемещений в статически определимых системах от действия внешней нагрузки. Формула Максвелла-Мора и ее применение.

36. Определение перемещений узлов статически определимых плоских ферм. Вид формулы Максвелла-Мора для ферм.

37. Определение перемещений от силовой нагрузки в комбинированных системах. Вид формулы Максвелла-Мора для этого случая.

38. Основные способы вычисления интеграла Максвелла-Мора при помощи эпюр усилий. Формулы трапеций и Симпсона.

39. Определение перемещений в статически определимых системах от теплового воздействия. Расчетная формула, ее смысл и правило знаков.

40. Определение перемещений в статически определимых системах от неточности изготовления стержней и неравномерной осадки опор.

41. Статически неопределимые расчетные схемы. Степень статической неопределимости, ее

вычисление для различных расчетных схем.

42. Свойства статически неопределимых систем, их преимущества по сравнению со статически определимыми.

43. Основная система метода сил и способы ее получения для различных расчетных схем.

44. Система канонических уравнений метода сил, ее физический смысл и особенности.

45. Вычисление коэффициентов канонических уравнений метода сил. Размерность коэффициентов.

46. Вычисление свободных членов системы канонических уравнений метода сил.

47. Определение усилий в заданной расчетной схеме при решении статически неопределимой задачи методом сил. На каком принципе оно основано?

48. Метод сил. Общий порядок расчета на действие внешней нагрузки для балок и рам.

49. Метод сил. Общий порядок расчета на действие внешней нагрузки для ферм.

50. Метод сил. Общий порядок расчета на действие внешней нагрузки для комбинированных систем.

51. Проверки расчета при расчете статически неопределимых балок и рам.

52. Содержание и смысл деформационной проверки эпюры изгибающих моментов при решении задачи методом сил.

53. Построение эпюры поперечных сил по эпюре моментов при расчете балок и рам.

54. Определение продольных сил в раме по известной эпюре поперечных сил.

55. Метод сил. Особенности расчета на тепловое воздействие.

56. Метод сил. Особенности расчета на неравномерную осадку опор и неточность изготовления стержней.

57. Симметричные расчетные схемы. Свойства симметричных систем.

58. Упрощения в расчете симметричных систем методом сил при использовании способа разложения нагрузки.

59. Упрощения в расчете симметричных систем методом сил при использовании способа группировки неизвестных.

60. Пространственные статически неопределимые рамы. Степень статической неопределимости и особенности расчета.

6 семестр. Строительная механика, ч. 2.

1. Идея метода перемещений. Основные неизвестные в методе перемещений.

2. Степень кинематической неопределимости расчетной схемы. Основная система метода перемещений.

3. Канонические уравнения метода перемещений. Их физический смысл.

4. Смысл коэффициентов и свободных членов канонических уравнений метода перемещений.

5. Построение эпюр изгибающих моментов и определение реакций стержней от единичных перемещений узлов в основной системе метода перемещений.

6. Построение эпюр изгибающих моментов и определение реакций стержней от заданной нагрузки в основной системе метода перемещений.

7. Определение коэффициентов канонических уравнений метода перемещений.

8. Определение свободных членов канонических уравнений метода перемещений.

9. Построение эпюры изгибающих моментов в исходной системе по методу перемещений. Принцип, положенный в основу построения эпюры моментов.

10. Особенности расчета методом перемещений при воздействии изменения температуры. Определение свободных членов канонических уравнений.

11. Построение эпюр изгибающих моментов от равномерного и неравномерного нагрева в основной системе метода перемещений.

12. Особенности расчета методом перемещений при осадках опор и неточности изготовления элементов расчетной схемы.

13. Использование основной системы без постановки линейных связей при расчете методом перемещений. Условие применимости упрощенной основной системы.

14. Использование свойств симметрии способом группировки неизвестных при решении задач методом перемещений.

15. Использование свойств симметрии способом разложения нагрузки при решении задач

методом перемещений.

16. Использование половины расчетной схемы при симметричной и кососимметричной нагрузке для симметричных систем в методе перемещений.

17. Определение перемещений в статически неопределимых расчетных схемах с использованием упрощенных состояний.

18. Расчет пространственных рам методом перемещений. Степень кинематической неопределимости и основная система. Особенности эпюр усилий.

19. Смешанный метод расчета статически неопределимых систем. Канонические уравнения смешанного метода и их физический смысл.

20. Динамика сооружений. Виды динамических нагрузок. Основные законы динамики.

21. Колебания и их виды. Методы решения задач динамики. Степень свободы масс. Системы с распределенными и сосредоточенными массами.

22. Свободные незатухающие колебания упругой системы с одной степенью свободы. Основные характеристики свободных колебаний.

23. Свободные затухающие колебания упругой системы с одной степенью свободы. Уравнение затухающих колебаний. Логарифмический декремент затухания.

24. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы. Динамический коэффициент и его смысл.

25. Явление резонанса. Зависимость динамического коэффициента в области резонанса от логарифмического декремента затухания. Приближенная формула для динамического коэффициента и область ее применения.

26. Свободные колебания упругой системы с двумя степенями свободы. Определитель частот. Обобщение на случай нескольких степеней свободы.

27. Определение частот свободных колебаний системы с двумя степенями свободы. Решение уравнения частот и его проверки.

28. Уравнения форм колебаний механической системы с двумя степенями свободы. Построение форм колебаний.

29. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы при несовпадении направления колебаний массы и направления вибрационной нагрузки. Определение динамических усилий.

30. Вынужденные колебания системы с двумя степенями свободы. Канонические уравнения для амплитуд инерционных сил.

31. Определение коэффициентов и свободных членов канонических уравнений для амплитуд инерционных сил. Построение динамической эпюры изгибающих моментов.

32. Энергетический способ определения первой частоты свободных колебаний системы с распределенными массами. Принципы задания формы колебаний.

33. Способ приведенных масс для определения первой частоты свободных колебаний системы с распределенными массами.

34. Влияние вибрационной нагрузки на конструкции, оборудование и организм человека. Меры защиты от динамических воздействий.

35. Учет симметрии в задачах динамики. Симметричные и кососимметричные формы колебаний. Группировка симметрично расположенных точечных масс.

36. Понятие о потере устойчивости и критической нагрузке. Способы (критерии) решения задач устойчивости. Статический критерий устойчивости и допущения при его применении.

37. Использование статического критерия устойчивости при определении критической нагрузки в системе с одной степенью свободы (пример).

38. Использование замены упругих участков расчетной схемы условными упругими связями при определении критической силы статическим способом (пример).

39. Задача Эйлера об устойчивости центрально-сжатого стержня (основные результаты). Расчетные параметры задачи устойчивости. Критический параметр, расчетная длина и коэффициент приведения.

40. Значения критической силы, расчетной длины и коэффициента приведения для основных случаев закрепления центрально-сжатого стержня.

41. Составление уравнения устойчивости для системы с бесконечным числом степеней свободы путем непосредственного интегрирования дифференциального уравнения оси стержня (пример составления дифференциального уравнения и гр. условий).



42. Решение уравнения устойчивости с помощью таблиц специальных функций. Определение границ поиска минимального корня (пример).

43. Решение задач устойчивости методом перемещений. Система канонических уравнений. Уравнение устойчивости в общем виде.

#### 7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Практические задания (задачи) для проведения промежуточной аттестации (экзамена).

(для проверки сформированности индикаторов достижения компетенции ОПК-6.10, ОПК- 6.11)

Семестр 5. Файл расположен в Приложениях: Примеры экзаменационных задач ч. 1.pdf

а также размещен по адресу ЭИОС Moodle (<https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=4539>)

Семестр 6. Файл расположен в Приложениях: Примеры экзаменационных задач ч. 2.pdf

а также размещен по адресу ЭИОС Moodle (<https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=4539>)

#### 7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Курсовые проекты (работы) учебным планом не предусмотрены.

#### 7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.2.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.3.

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости.

(для проверки сформированности индикаторов достижения компетенции ОПК-6.10, ОПК- 6.11)

1. Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля.

1.1. Самостоятельная работа на практических занятиях и удаленно по решению контрольных задач.

Перечень контрольных задач приведен в разделе ФОС/Типовые контрольные задания...

1.2. Выполнение контрольных работ согласно утвержденным методическим указаниям.

(ЛЗ.1, ЛЗ.2)

Перечень контрольных работ:

5 семестр. (ЛЗ.1)

КР № 1. Расчет статически определимых систем на статическую нагрузку.

Задача 1.1. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов в шарнирно- консольной балке.

Задача 1.2. Построение эпюр изгибающих моментов, продольных и поперечных сил в плоской раме.

Задача 1.3. Определение усилий в заданных стержнях фермы.

КР № 2. Расчет статически определимых систем на подвижную нагрузку.

Задача 2.1. Построение линий влияния в шарнирно-консольной балке.

Задача 2.1. Построение линий влияния в ферме.

КР № 3. Расчет статически неопределимой системы методом сил.

Задача 3.2. Расчет дважды статически неопределимой рамы методом сил.

6 семестр. (ЛЗ.2)

КР № 4. Расчет статически неопределимой рамы методом перемещений.

КР № 5. Динамический расчет плоской рамы с конечным числом степеней свободы на действие вибрационной нагрузки.

КР № 6. Расчет плоской рамы на устойчивость.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета с оценкой (5 семестр) и экзамена (6 семестр).

В экзаменационный билет включено 2 теоретических вопроса и практическое задание (задача), соответствующее содержанию формируемых компетенций.

Экзамен проводится в устной форме. На подготовку по экзаменационному билету отводится 60 мин.

Примеры практических заданий приведены в разделе ФОС/ Практические задания для проведения промежуточной аттестации.

Перечень теоретических вопросов приведен в разделе ФОС/ Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации.

#### 7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка

знания	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-существенные пробелы в знаниях учебного материала;</li> <li>-допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий;</li> <li>-непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-знания теоретического материала;</li> <li>-неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;</li> <li>-неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала;</li> <li>- знания теоретического материала</li> <li>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития;</li> <li>-правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала;</li> <li>-полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий;</li> <li>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории,</li> <li>-логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</li> </ul>
умения	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>

владение навыками	Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.	Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.	Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.	Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.
-------------------	---	--	--	---

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

## 8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

### 8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<b><u>Основная литература</u></b>		
1	Бабанов В. В., Строительная механика, М.: Академия, 2011	377
2	Масленников А. М., Основы динамики и устойчивости стержневых систем, М., 2000	226
3	Бабанов В. В., Строительная механика для архитекторов, Москва: Юрайт, 2023	<a href="https://urait.ru/bcode/511533">https://urait.ru/bcode/511533</a>
<b><u>Дополнительная литература</u></b>		
1	Масленников А. М., Начальный курс строительной механики стержневых систем, СПб.: Проспект Науки, 2009	693
2	Кобелев Е. А., Масленников Н. А., Строительная механика, Санкт-Петербург: Петрополис, 2020	20

1	Орехов М. М., Зиновьев В. И., Масленников В. М., Инженерная геодезия, СПб., 2012	<a href="http://ntb.spbgasu.ru/elib/00363/">http://ntb.spbgasu.ru/elib/00363/</a>
---	--	---

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

#### 8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Сайт Российской национальной библиотеки	<a href="http://www.nl.ru">http://www.nl.ru</a>
Сайт Российской государственной библиотеки	<a href="http://www.rsl.ru">http://www.rsl.ru</a>
Сайт технической литературы	<a href="http://www.texlit.ru">http://www.texlit.ru</a>
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	<a href="https://moodle.spbgasu.ru">https://moodle.spbgasu.ru</a>
Электронно-библиотечная система издательства "IPRbooks"	<a href="http://www.ipbookshop.ru">http://www.ipbookshop.ru</a>

#### 8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
Российская государственная библиотека	<a href="http://www.rsl.ru">www.rsl.ru</a>
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	<a href="http://www.spbgasu.ru">www.spbgasu.ru</a>
Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.spbgasu.ru/</a>

#### 8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
Math Cad версия 15	Сублицензионное соглашение на использование продуктов "РТС" с ООО "Софт Лоджистик" договор №20716/SPB9 2010 г. Лицензия бессрочная
Matlab версия R2019a	Договор №Д31908369487 от 01.11.2019 с ООО "Софтлайн Проекты". Лицензия до 31.12.2025
Scad Office версия 21	SCAD Office договор №113 от 13.03.2015 с ООО "Автоматизация Проектных работ". Лицензия бессрочная
Microsoft Windows 10 Pro	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г
Лира	Соглашение о сотрудничестве №СС002 от 12.11.2013 с ООО "ЛИРА софт". Лицензия бессрочная
SciLab версия 6.0.1	Свободно распространяемое

#### 8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
59. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ. ПО Microsoft Windows 10, Microsoft Office 2016
59. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Учебная аудитория для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации – комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.
59. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.