

**Министерство образования и науки Астраханской области  
Государственное автономное образовательное учреждение  
Астраханской области высшего образования  
«Астраханский государственный архитектурно-строительный  
университет»  
(ГАОУ АО ВО «АГАСУ»)**

---



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование дисциплины**

Строительная механика

*(указывается наименование в соответствии с учебным планом)*

**По направлению подготовки**

08.03.01 «Строительство»

*(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС)*

**По профилю подготовки**

«Промышленное и гражданское строительство»

*(указывается наименование профиля в соответствии с ООП)*

**Кафедра**


Промышленное и гражданское строительство

Квалификация (степень) выпускника *бакалавр*

**Разработчики:**

доцент, к.т.н.

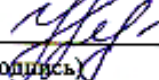
(занимаемая должность  
учёная степень и учёное звание)

  
(подпись) /О.Б. Завьялова/  
И. О. Ф.

Рабочая программа разработана для учебного плана 2018 г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Промышленное и гражданское строительство» протокол № 9 от 25 04.2018 г.


Заведующий кафедрой

  
(подпись) /Н.В. Купчикова/  
И. О. Ф.

**Согласовано:**

Председатель МКН «Строительство»


профиль «Промышленное и гражданское строительство»

  
(подпись) /Н.В. Купчикова/  
И. О. Ф.


Начальник УМУ

  
(подпись) /Н.В. Купчикова/  
И. О. Ф.


Специалист УМУ

  
(подпись) /Л.И. Игнатьева/  
И. О. Ф.

Начальник УИТ

  
(подпись) /К.А. Шумак/  
И. О. Ф.

Заведующая научной библиотекой

  
(подпись) /Т. В. Морозова/  
И. О. Ф.

## Содержание:

	Стр.
1. Цели и задачи освоения дисциплины	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
3. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата	4
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	5
5. Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	6
5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)	6
5.1.1. Очная форма обучения	6
5.1.2. Заочная форма обучения	6
5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам	8
5.2.1. Содержание лекционных занятий	8
5.2.2. Содержание лабораторных занятий	8
5.2.3. Содержание практических занятий	8
5.2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	9
5.2.5. Темы контрольных работ (разделы дисциплины)	11
5.2.6. Темы курсовых проектов/курсовых работ	11
6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	12
7. Образовательные технологии	12
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	13
8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	13
8.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения	14
8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины	14
9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	15
10. Особенности организации обучения по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	16

### **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

**Цель освоения дисциплины:** приобретение навыков в области анализа работы и расчета конструкций и их отдельных элементов, выполненных из различных материалов, на прочность и жесткость при различных видах нагрузок и воздействий с использованием современного вычислительного аппарата.

#### **Задачами дисциплины являются:**

- сформировать знания, умения и навыки проектирования объектов профессиональной деятельности с учетом принципов и законов строительной механики;
- сформировать знания, умения и навыки использования основных законов строительной механики в профессиональной деятельности, проведения теоретических исследований в области строительной механики;
- сформировать навыки моделирования работы конструкций под нагрузкой на уровне составления расчетных схем, применения аналитических и численных методов решения задач строительной механики.

### **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ОПК – 1 - способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

ПК – 4 - способностью участвовать в проектировании и изыскании объектов профессиональной деятельности.

#### **В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:**

##### **знать:**

- основные понятия и законы строительной механики (ОПК-1);
- методы и законы строительной механики при проектировании объектов профессиональной деятельности (ПК-4).

##### **уметь:**

- использовать основные законы строительной механики в профессиональной деятельности, проводить теоретические исследования в области строительной механики (ОПК-1);
- применять методы и законы строительной механики при проектировании объектов профессиональной деятельности (ПК-4).

##### **владеть:**

- навыками моделирования работы конструкций под нагрузкой на уровне составления расчетных схем, методами решения задач строительной механики (ОПК-1);
- навыками проектирования объектов профессиональной деятельности с учетом методов и законов строительной механики (ПК-4).

### **3. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата**

Дисциплина Б1.В.04 «Строительная механика» реализуется в рамках блока «Дисциплины» вариативной части.

**Дисциплина базируется на результатах обучения, полученных в рамках изучения следующих дисциплин:** «Математика», «Физика», «Теоретическая механика», «Техническая механика», «Сопротивление материалов».

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

<b>Форма обучения</b>	<b>Очная</b>	<b>Заочная</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	5 семестр – 2 з.е.; 6 семестр – 4 з.е.; <b>всего - 6 з.е.</b>	5 семестр – 2 з.е.; 6 семестр – 2 з.е.; 7 семестр – 2 з.е.; <b>всего - 6 з.е.</b>
<b>Аудиторных (включая контактную работу обучающихся с преподавателем) часов (всего) по учебному плану:</b>		
Лекции (Л)	5 семестр – 18 часов; 6 семестр – 36 часов; <b>всего - 54 часа</b>	5 семестр – 6 часов; 6 семестр – 2 часа; 7 семестр – 6 часов. <b>всего - 14 часов</b>
Лабораторные занятия (ЛЗ)	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Практические занятия (ПЗ)	5 семестр – 18 часов; 6 семестр – 36 часов. <b>всего - 54 часа</b>	5 семестр – 6 часов; 6 семестр – 4 часа; 7 семестр – 4 часа. <b>всего - 14 часов</b>
Самостоятельная работа студента (СРС)	5 семестр – 36 часа; 6 семестр – 72 часа. <b>всего - 108 часов</b>	5 семестр – 60 часов; 6 семестр – 66 часа; 7 семестр – 62 часов. <b>всего - 188 часов</b>
<b>Форма текущего контроля:</b>		
Контрольная работа №1	семестр – 5	семестр – 6
Контрольная работа №2	семестр – 5	семестр – 7
Контрольная работа №3	семестр – 6	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Контрольная работа №4	семестр – 6	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Контрольная работа №5	семестр – 6	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>		
Экзамены	семестр – 6	семестр – 7
Зачет	семестр – 5	семестр – 6
Зачет с оценкой	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Курсовая работа	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Курсовой проект	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>

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

**5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

**5.1.1. Очная форма обучения**

№ п/п	Раздел дисциплины (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы				Форма текущего контроля и промежуточной аттестации
				контактная			СРС	
				Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	7	9	11	12
1.	Определение усилий в статически определимых стержневых системах	36	5	8	-	10	18	К/раб. №1(о.о.)
2.	Определение перемещений стержневых систем	36	5	10	-	8	18	К/раб. №2(о.о.) Зачет
3.	Расчет статически неопределимых систем методом сил	36	6	10	-	10	18	К/раб. №3(о.о.)
4.	Расчет статически неопределимых систем методом перемещений.	36	6	10	-	10	18	К/раб. №4(о.о.)
5.	Расчет СНС методом конечных элементов	36	6	8	-	8	18	К/раб. №5(о.о.)
6.	Расчет СНС по методу предельного равновесия	36	6	8	-	8	18	Экзамен
<b>Итого:</b>		<b>216</b>		<b>54</b>		<b>54</b>	<b>108</b>	

### 5.1.2. Заочная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы				Форма текущего кон- троля и промежуточной аттестации
				контактная			СРС	
				Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	7	9	11	12
1.	Определение усилий в статиче- ски определяемых стержневых системах	36	5	4	-	2	30	К/раб. №1 (з.о.) (сдаётся в 6 семестре)
2.	Определение перемещений стержневых систем	36	5	2	-	4	30	
3.	Расчет статически неопредели- мых систем методом сил	36	6	1	-	2	30	К/раб. №2(з.о.) (сдаётся в 7 семестре)
4.	Расчет статически неопредели- мых систем методом перемеще- ний.	36	6	1	-	2	36	
5.	Расчет СНС методом конечных элементов	36	7	4	-	2	30	Экзамен
6.	Расчет СНС по методу предель- ного равновесия	36	7	2	-	2	32	
<b>Итого:</b>		<b>216</b>		<b>14</b>		<b>14</b>	<b>188</b>	

## 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам

### 5.2.1. Содержание лекционных занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1.	Определение усилий в статически определимых стержневых системах	Введение. Задачи и методы строительной механики. Понятие о расчётной схеме. Способы соединения элементов. Геометрический анализ образования систем. Расчёт многопролетных балок и рам. Принципы расположения шарниров в многопролетной балке. Построение линий влияния. Определение усилий по линиям влияния. Понятие о ферме. Особенности её расчётной схемы. Определение усилий в ферме при неподвижной нагрузке. Трёхшарнирные системы. Определение опорных реакций и внутренних сил. Рациональное очертание оси арки.
2.	Определение перемещений стержневых систем	Основные теоремы строительной механики. Понятие о действительной и возможной работе. Теорема Клапейрона. Теорема Максвелла. Теорема Бетти. Работа внешних сил и внутренних усилий. Общий метод определения перемещений. Интеграл Мора. Перемещение от смещения опор и температурного воздействия. Матричный способ определения перемещений
3.	Расчет статически неопределимых систем методом сил	Метод сил. Учет симметрии системы. Расчет СНС на смещение опор и температурное воздействие. Расчет многопролетных балок. Матричный метод расчета СНС по методу сил. Матрица податливости. Вычисление перемещений в статически неопределимых системах.
4.	Расчет статически неопределимых систем методом перемещений.	Метод перемещений. Учет симметрии системы, смещения опор и температурного воздействия. Матричный метод расчета СНС методом перемещений. Матрица жёсткости. Расчет балок на упругом основании Винклера методом перемещений. Расчет свай на горизонтальную нагрузку. Расчет СНС смешанным методом. Приближенный расчет рам на горизонтальные нагрузки.
5.	Расчет СНС методом конечных элементов	Идея метода. Типы КЭ. Основное разрешающее уравнение. Формирование матрицы жесткости плоского стержневого КЭ с тремя и четырьмя обобщенными перемещениями. Учет продольных деформаций. Учет деформаций сдвига. Формирование глобальной матрицы жесткости. Перевод локальной матрицы жесткости в глобальную. Матрица направляющих косинусов. Расчет пластинчатых систем. Расчет перекрестных стержневых систем и плит на упругом основании.
6.	Расчет СНС по методу предельного равновесия	Понятие о расчетах за пределами упругости. Диаграмма Прандтля. Определение предельного момента при изгибе. Пластический шарнир. Определение предельных нагрузок в статически неопределимых рамах. Возможные механизмы разрушения

### 5.2.2. Содержание лабораторных занятий:

*Учебным планом не предусмотрены*

### 5.2.3. Содержание практических занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1.	Определение усилий в статически определимых стержневых си-	Геометрический анализ образования систем. Расчет многопролетной статически определимой балки на неподвижные нагрузки. Построение линий влияния в многопролетной балке. Определение усилий по линиям влияния. Расчет статически опреде-



	стемах	лимой фермы. Методы расчета. Нулевые стержни. Расчет трехшарнирной арки. (Решение задач)
2.	Определение перемещений стержневых систем	Общий метод определения перемещений. Интеграл Мора. Определение перемещений в статически определимых балках и рамах. Перемещение от смещения опор и температурного воздействия. Матричный способ определения перемещений. (Решение задач)
3.	Расчет статически неопределимых систем методом сил	Расчет статически неопределимых балок и рам на неподвижную нагрузку, на смещение опор и температурное воздействие. Расчет многопролетных балок. Матричный метод расчета СНС по методу сил. Матрица податливости. Вычисление перемещений в статически неопределимых системах. (Решение задач)
4.	Расчет статически неопределимых систем методом перемещений.	Расчет статически неопределимых балок и рам на неподвижные нагрузки, смещение опор и температурное воздействие. Матричный метод расчета СНС методом сил. Матрица жёсткости. Расчет балок на упругом основании Винклера методом перемещений. Расчет свай на горизонтальную нагрузку. Расчет СНС смешанным методом. Приближенный расчет рам на горизонтальные нагрузки. (Решение задач)
5.	Расчет СНС методом конечных элементов	Расчет плоских рам по МКЭ. Расчет перекрестных стержневых систем и плит перекрытия. Расчет плит на упругом основании. Учет провалов основания. (Решение задач)
6.	Расчет СНС по методу предельного равновесия	Определение предельных нагрузок в статически неопределимых рамах. Возможные механизмы разрушения. (Решение задач)

#### 5.2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

##### Очная форма обучения

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методические материалы
1	2	3	4
1.	Определение усилий в статически определимых стержневых системах	Подготовка к практическим занятиям по следующим темам: Геометрический анализ образования систем. Расчет многопролетной статически определимой балки на неподвижные нагрузки. Построение линий влияния в многопролетной балке. Определение усилий по линиям влияния. Расчет статически определимой фермы. Методы расчета. Нулевые стержни. Расчет трехшарнирной арки. Подготовка к зачету. Выполнение контрольной работы №1.	[1],[2], [3], [4], [8]
2.	Определение перемещений стержневых систем	Подготовка к практическим занятиям по следующим темам: Общий метод определения перемещений. Интеграл Мора. Определение перемещений в статически определимых балках и рамах. Перемещение от смещения опор и температурного воздействия. Матричный способ определения перемещений. Подготовка к зачету. Выполнение контрольной работы № 2.	[1],[2],[3], [4], [8]
3.	Расчет статически неопределимых систем	Подготовка к практическим занятиям по следующим темам: Расчет статически неопределимых балок и рам на непо-	[1], [2], [3], [5], [8]

	методом сил	движную нагрузку, на смещение опор и температурное воздействие. Расчет многопролетных балок. Матричный метод расчета СНС по методу сил. Матрица податливости. Вычисление перемещений в статически неопределимых системах. Подготовка к экзамену. Выполнение контрольной работы №3.	
4.	Расчет статически неопределимых систем методом перемещений.	Подготовка к практическим занятиям по следующим темам: Расчет методом перемещений статически неопределимых балок и рам на неподвижные нагрузки, смещение опор и температурное воздействие. Матричный метод расчета СНС методом перемещений. Матрица жёсткости. Расчет балок на упругом основании Винклера методом перемещений. Расчет свай на горизонтальную нагрузку. Расчет СНС смешанным методом. Приближенный расчет рам на горизонтальные нагрузки. Подготовка к экзамену. Выполнение контрольной работы №4.	[1], [2], [3], [5], [8], [10],
5.	Расчет СНС методом конечных элементов	Подготовка к практическим занятиям по следующим темам: Расчет плоских рам по МКЭ. Расчет перекрестных стержневых систем и плит перекрытия. Расчет плит на упругом основании. Учет провалов основания. Понятие о расчетах строительных систем за пределом упругости. Пластический шарнир. Расчет статически неопределимых систем по методу предельного равновесия. Подготовка к экзамену. Выполнение контрольной работы № 5.	[2], [5], [6], [8]
6.	Расчет СНС по методу предельного равновесия	Подготовка к практическим занятиям по следующим темам: Понятие о расчетах строительных систем за пределом упругости. Пластический шарнир. Расчет статически неопределимых систем по методу предельного равновесия. Подготовка к экзамену.	[3], [6], [7]

### Заочная форма обучения

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методические материалы
1	2	3	4
1.	Определение усилий в статически определимых стержневых системах	Подготовка к практическим занятиям по следующим темам: Геометрический анализ образования систем. Расчет многопролетной статически определимой балки на неподвижные нагрузки. Построение линий влияния в многопролетной балке. Определение усилий по линиям влияния. Расчет статически определимой фермы. Методы расчета. Нулевые стержни. Расчет трехшарнирной арки. Подготовка к зачету. Выполнение контрольной работы №1.	[1],[2], [3], [4], [9]
2.	Определение перемещений стержневых си-	Подготовка к практическим занятиям по следующим темам: Общий метод определения перемещений. Интеграл	[1],[2],[3], [4], [9]

	стем	Мора. Определение перемещений в статически определимых балках и рамах. Перемещение от смещения опор и температурного воздействия. Матричный способ определения перемещений. Подготовка к зачету. Выполнение контрольной работы № 1.	
3.	Расчет статически неопределимых систем методом сил	Подготовка к практическим занятиям по следующим темам: Расчет статически неопределимых балок и рам на неподвижную нагрузку, на смещение опор и температурное воздействие. Расчет многопролетных балок. Матричный метод расчета СНС по методу сил. Матрица податливости. Вычисление перемещений в статически неопределимых системах. Подготовка к экзамену. Выполнение контрольной работы № 2.	[1], [2], [3], [5], [9]
4.	Расчет статически неопределимых систем методом перемещений. Определение предельных нагрузок	Подготовка к практическим занятиям по следующим темам: Расчет методом перемещений статически неопределимых балок и рам на неподвижные нагрузки, смещение опор и температурное воздействие. Матричный метод расчета СНС методом перемещений. Матрица жёсткости. Расчет балок на упругом основании Винклера методом перемещений. Расчет свай на горизонтальную нагрузку. Расчет СНС смешанным методом. Приближенный расчет рам на горизонтальные нагрузки. Подготовка к экзамену. Выполнение контрольной работы № 2.	[1], [2], [3], [5], [9], [10],
5.	Расчет СНС методом конечных элементов	Подготовка к практическим занятиям по следующим темам: Расчет плоских рам по МКЭ. Расчет перекрестных стержневых систем и плит перекрытия. Расчет плит на упругом основании. Учет провалов основания. Подготовка к экзамену.	[2], [5], [6], [10]
6.	Расчет СНС по методу предельного равновесия	Подготовка к практическим занятиям по следующим темам: Понятие о расчетах строительных систем за пределом упругости. Пластический шарнир. Расчет статически неопределимых систем по методу предельного равновесия. Подготовка к экзамену.	[3], [6], [7]

### 5.2.5. Темы контрольных работ

#### Очная форма обучения

1. Расчет многопролетной статически определимой балки на неподвижные нагрузки.
2. Определение перемещений в статически определимой многопролетной раме матричным способом с применением ЭВМ.
3. Расчет плоской статически неопределимой рамы методом сил с применением ЭВМ.
4. Расчет плоской статически неопределимой рамы методом перемещений с применением ЭВМ.
5. Расчет плоской статически неопределимой рамы методом конечных элементов с применением ЭВМ.

### Заочная форма обучения

1. Расчет многопролетной статически определимой балки на неподвижные нагрузки. Определение перемещений в статически определимой раме.
2. Расчет плоской статически неопределимой рамы методом сил. Расчет плоской статически неопределимой рамы методом перемещений.

#### 5.2.6. Темы курсовых проектов/ курсовых работ

Учебным планом *не предусмотрены*.

#### 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
1	2
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно. Фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; отмечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, отметить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Проработка рабочей программы. Уделить особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.
Самостоятельная работа / индивидуальные задания	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме.
Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу
Подготовка к экзамену (зачету)	При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

#### 7. Образовательные технологии

Перечень образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Строительная механика»

##### Традиционные образовательные технологии

Дисциплина «Строительная механика» проводится с использованием традиционных образовательных технологий, ориентирующихся на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения), учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер. Формы учебных занятий по дисциплине «Строительная механика» с использованием традиционных технологий:

Лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и

навыков по предложенному алгоритму.

### **Интерактивные технологии**

По дисциплине «Строительная механика» лекционные занятия проводятся с использованием следующих интерактивных технологий:

Лекция-визуализация - представляет собой визуальную форму подачи лекционного материала средствами ТСО или аудио-видеотехники (видео-лекция). Чтение такой лекции сводится к развернутому или краткому комментированию просматриваемых визуальных материалов (в виде схем, таблиц, графов, графиков, моделей). Лекция-визуализация помогает студентам преобразовывать лекционный материал в визуальную форму, что способствует формированию у них профессионального мышления за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов.

Лекция-провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками). Такой тип лекций рассчитан на стимулирование обучающихся к постоянному контролю предлагаемой информации и поиску ошибок. В конце лекции проводится диагностика знаний студентов и разбор сделанных ошибок.

Лекция-беседа, или «диалог с аудиторией», является наиболее распространенной и сравнительно простой формой активного вовлечения студентов в учебный процесс. Эта лекция предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание слушателей к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей обучаемых.

По дисциплине «Строительная механика» практические занятия проводятся с использованием следующих интерактивных технологий:

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

Работа с применением компьютерных технологий– это одна из самых популярных стратегий, так как она дает всем обучающимся возможность участвовать в работе, проводить исследования в рамках заданной тематики.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### ***а) основная учебная литература:***

1. Леонтьев Н.Н., Соболев Д.Н., Амосов А.А. Основы строительной механики стержневых систем. – Москва, АСВ, 1996г.
2. Саргсян А.Е. Строительная механика. [Текст]: Учебное пособие/ А.Е. Саргсян., А.Т. Демченко, Н.В. Дворянчиков, Г.А. Джинвелашвили. – Москва, Высшая школа, 2000г.
3. Шейн А.И. Краткий курс строительной механики. Учебное пособие. М.: ИД «Бастет», 2011. – 272с.

#### ***б) дополнительная учебная литература:***

4. Анохин Н.Н. Строительная механика в примерах и задачах. Часть 1. Статически определимые системы [Текст]: Учебное пособие/ Н.Н. Анохин. - Москва, АСВ, 2010г.
5. Анохин Н.Н. Строительная механика в примерах и задачах. Часть 2. Статически неопределимые системы [Текст]: Учебное пособие/ Н.Н. Анохин. - Москва, АСВ, 2010г.
6. Игнатьев В. А., Игнатьев А. В., Галишников В. В., Онищенко Е. В. [Нелинейная строительная механика стержневых систем : Основы теории. Примеры расчета: учебное пособие.](#) Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. –Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=434821&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=434821&sr=1) (дата обращения 10.04.2017)

7. Саргсян А.Е. Строительная механика. Механика инженерных конструкций. [Текст]: Учебное пособие/ А.Е. Саргсян. – Москва, Высшая школа, 2004г.

**в) перечень учебно-методического обеспечения:**

8. Гуляев Е.А. Строительная механика. Методическое пособие по выполнению расчетно-проектировочных работ. – Астрахань, АИСИ, 2014 г. – 127 с.

9. Строительная механика. Методические указания и задания по выполнению контрольных работ для студентов заочного отделения. – Москва, МГСУ, 2000 г. – 78 с.

10. Завьялова О.Б., Кузьмин И.А. Расчет конструкций на упругом основании. Учебно-методическое пособие.– Астрахань. ИП Сорокин, 2010 г. – 96 с. <http://edu.aucu.ru>

**г) периодические издания:**

11. Строительная механика и расчет сооружений. Научно-технический журнал.

12. Промышленное и гражданское строительство. Ежемесячный научно-технический и производственный журнал

**8.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения**

- AutoCAD 2014;
- Компас v16 (графические редакторы могут быть использованы при оформлении контрольных работ)
- Microsoft Imagine Premium Renewed Subscription;
- Office Pro+ Dev SL A Each Academic;
- Справочная Правовая Система Консультант Плюс;
- Apache Open Office;
- 7-Zip;
- Adobe Acrobat Reader DC;
- Internet Explorer;
- Google Chrome;
- Mozilla Firefox;
- VLC media player;
- Dr.Web Desktop Security Suite
- Комплекс авторских расчетных программ по строительной механике, установленный в аудитории № 303 (10 корпус).

№ п/п	Наименование
1	Расчет перемещений матричным способом
2	Расчет плоских рам методом сил
3	Расчет плоских рам методом перемещений
4	Расчет рам методом конечных элементов
5	Расчет перекрестных стержневых систем методом конечных элементов
6	Расчет балок и свай на упругом основании
7	Расчет плоских плит, в том числе на упругом основании, по МКЭ

**8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины**

**Электронная информационно-образовательная среда Университета включает в себя:**

1. Образовательный портал (<http://edu.aucu.ru>);

**системы интернет-тестирования**

2. Единый портал интернет-тестирования в сфере образования. Информационно-аналитическое сопровождение тестирования студентов по дисциплинам профессионального образования в рамках проекта «Интернет-тренажеры в сфере образования» (<http://i-exam.ru>).

**электронно-библиотечные системы**

3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»

<https://biblioclub.com/>

4. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru/>)

**Электронные базы данных:**

5. Научная электронная библиотека — «eLIBRARY.ru» (<http://elibrary.ru/>)

**9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

№ п\п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Аудитории для лекционных занятий: ул. Татищева, 186, литер Е, аудитория №301, №303, учебный корпус №10	<p><b>№301, учебный корпус № 10</b> Комплект учебной мебели Компьютер- 1 шт. Переносной мультимедийный комплект Доступ к сети Интернет</p> <p><b>№303, учебный корпус № 10</b> Комплект учебной мебели Компьютер- 13 шт. Переносной мультимедийный комплект Доступ к сети Интернет Наглядные пособия (стенды)</p>
2.	Аудитории для практических занятий: ул. Татищева, 186, литер Е, аудитории №203, №209, №303, учебный корпус №10	<p><b>№203, учебный корпус № 10</b> Комплект учебной мебели</p> <p><b>№209, учебный корпус № 10</b> Комплект учебной мебели</p> <p><b>№303, учебный корпус № 10</b> Комплект учебной мебели Компьютер- 13 шт. Переносной мультимедийный комплект Доступ к сети Интернет Наглядные пособия (стенды)</p>
3.	Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций: ул. Татищева, 186, литер Е, аудитории №203, №209, №301, №303, учебный корпус №10	<p><b>№203, учебный корпус № 10</b> Комплект учебной мебели</p> <p><b>№209, учебный корпус № 10</b> Комплект учебной мебели</p> <p><b>№301, учебный корпус № 10</b> Комплект учебной мебели Компьютер- 1 шт. Переносной мультимедийный комплект</p>

		<p>Доступ к сети Интернет</p> <p><b>№303, учебный корпус № 10</b> Комплект учебной мебели Компьютер- 13 шт. Переносной мультимедийный комплект Доступ к сети Интернет Наглядные пособия (стенды)</p>
4.	<p>Аудитории для текущего контроля и промежуточной аттестации: ул. Татищева, 186, литер Е, аудитории №203, №209, №301, №303, учебный корпус №10</p>	<p><b>№203, учебный корпус № 10</b> Комплект учебной мебели</p>
		<p><b>№209, учебный корпус № 10</b> Комплект учебной мебели</p>
		<p><b>№301, учебный корпус № 10</b> Комплект учебной мебели Компьютер- 1 шт. Переносной мультимедийный комплект Доступ к сети Интернет</p>
		<p><b>№303, учебный корпус № 10</b> Комплект учебной мебели Компьютер- 13 шт. Переносной мультимедийный комплект Доступ к сети Интернет Наглядные пособия (стенды)</p>
5.	<p>Аудитории для самостоятельной работы: ул. Татищева, 18, литер А, аудитория №207, №209, №211; №312, главный учебный корпус</p> <p>ул. Татищева, 186, литер Е, аудитория №303, учебный корпус №10</p>	<p><b>№207, главный учебный корпус</b> Комплект учебной мебели Компьютеры -16 шт. Проекционный телевизор Доступ к сети Интернет</p>
		<p><b>№209, главный учебный корпус</b> Комплект учебной мебели Компьютеры -15 шт. Стационарный мультимедийный комплект Доступ к сети Интернет</p>
		<p><b>№211, главный учебный корпус</b> Комплект учебной мебели Компьютеры -16 шт. Проекционный телевизор Доступ к сети Интернет</p>
		<p><b>№312, главный учебный корпус</b> Комплект учебной мебели Компьютеры -15 шт. Доступ к сети Интернет</p>
		<p><b>№303, учебный корпус № 10</b> Комплект учебной мебели Компьютер- 13 шт. Переносной мультимедийный комплект Доступ к сети Интернет Наглядные пособия (стенды)</p>



## **10. Особенности организации обучения по дисциплине «Строительная механика» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья на основании письменного заявления дисциплина «**Строительная механика**» реализуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее – индивидуальных особенностей).

**Лист внесения дополнений и изменений  
в рабочую программу учебной дисциплины**

**«Строительная механика»**

(наименование дисциплины)

**на 20\_\_ - 20\_\_ учебный год**

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры «Промышленное и гражданское строительство»,

протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
ученая степень, ученое звание

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
подпись И.О. Фамилия

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

Составители изменений и дополнений:

\_\_\_\_\_  
ученая степень, ученое звание

\_\_\_\_\_  
подпись

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
И.О. Фамилия

\_\_\_\_\_  
ученая степень, ученое звание

\_\_\_\_\_  
подпись

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
И.О. Фамилия

Председатель методической комиссии

\_\_\_\_\_  
ученая степень, ученое звание

\_\_\_\_\_  
подпись

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
И.О. Фамилия

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу, оценочные и методические материалы по дисциплине  
*«Строительная механика»*

ООП ВО по направлению подготовки *08.03.01 «Строительство»*,  
профиль подготовки *«Промышленное и гражданское строительство»*  
по программе *бакалавриата*

*Сергеем Васильевичем Ласточкиным* (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы, оценочных и методических материалов по дисциплине *«Строительная механика»* ООП ВО по направлению подготовки *08.03.01 «Строительство»*, по программе *бакалавриата*, разработанной в ГАОУ АО ВО "Астраханский государственный архитектурно-строительный университет", на кафедре *«Промышленное и гражданское строительство»* (разработчик – *доцент, к.т.н., Ольга Борисовна Завьялова*).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины *«Строительная механика»* (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки *08.03.01 «Строительство»*, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.03.2015г., № 201, и зарегистрированного в Минюсте России 07.04.2015 г., № 36767.

Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ООП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к *вариативной* части учебного цикла Блок 1 «Дисциплины».

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления подготовки *08.03.01 «Строительство»*, профиль подготовки *«Промышленное и гражданское строительство»*.

В соответствии с Программой за дисциплиной *«Строительная механика»* закреплены *2 компетенции*, которые реализуются в объявленных требованиях.

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях *знать, уметь, владеть* соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Учебная дисциплина *«Строительная механика»* взаимосвязана с другими дисциплинами ООП ВО по направлению подготовки *08.03.01 «Строительство»*, профиль подготовки *«Промышленное и гражданское строительство»* и возможность дублирования в содержании отсутствует.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточной аттестации знаний *бакалавра*, предусмотренная Программой, осуществляется в форме *зачета/экзамена*. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено основной, дополнительной литературой, интернет-ресурсами и соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки *08.03.01 «Строительство»*, профиль подготовки *«Промышленное и гражданское строительство»*.

Материально-техническое обеспечение соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки **08.03.01 «Строительство»** и специфике дисциплины **«Строительная механика»** и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Представленные на рецензию оценочные и методические материалы направления подготовки **08.03.01 «Строительство»** разработаны в соответствии с нормативными документами, представленными в программе. Оценочные и методические материалы по дисциплине **«Строительная механика»** предназначены для текущего контроля и промежуточной аттестации и представляет собой совокупность разработанных кафедрой **«Промышленное и гражданское строительство»** материалов для установления уровня и качества достижения обучающимися результатов обучения.

Задачами оценочных и методических материалов является контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений, навыков и компетенций, заявленных в образовательной программе по данному направлению.

Оценочные и методические материалы по дисциплине **«Строительная механика»** представлены: типовыми вопросами к зачету, типовыми вопросами к экзамену, типовыми заданиями к контрольным работам, типовыми заданиями для тестирования, типовыми вопросами для устного опроса.

Данные материалы позволяют в полной мере оценить результаты обучения по дисциплине **«Строительная механика»** в АГАСУ, а также оценить степень сформированности коммуникативных умений и навыков в сфере профессионального общения.

#### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы, оценочные и методические материалы дисциплины **Б1.В.04 «Строительная механика»** ООП ВО по направлению **08.03.01 «Строительство»**, по программе *бакалавриата*, разработанные *доцентом, к.т.н., Ольгой Борисовной Завьяловой* соответствуют требованиям ФГОС ВО, современным требованиям отрасли, рынка труда, профессиональных стандартов направления подготовки **08.03.01 «Строительство»**, профиль подготовки **«Промышленное и гражданское строительство»** и могут быть рекомендованы к использованию.

Рецензент:

Генеральный директор  
АО ПИ «Астрахангражданпроект»



С.В. Ласточкин /  
(подпись) И. О. Ф.



## Аннотация

### к рабочей программе дисциплины «Строительная механика» по направлению 08.03.01 «Строительство» профиль подготовки «Промышленное и гражданское строительство»

*Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц.*

*Форма промежуточного контроля: зачет/экзамен.*

Целью учебной дисциплины «Строительная механика» является приобретение навыков в области анализа работы и расчета конструкций и их отдельных элементов, выполненных из различных материалов, на прочность и жесткость при различных видах нагрузок и воздействий с использованием современного вычислительного аппарата.

Задачами дисциплины являются:

- сформировать знания, умения и навыки проектирования объектов профессиональной деятельности с учетом принципов и законов строительной механики;
- сформировать знания, умения и навыки использования основных законов строительной механики в профессиональной деятельности, проводить теоретические исследования в области строительной механики;
- сформировать навыки моделирования работы конструкций под нагрузкой на уровне составления расчетных схем, применения аналитических и численных методов решения задач строительной механики.

Учебная дисциплина «Строительная механика» входит в Блок 1, *вариативная часть*. Для освоения дисциплины необходимы знания, полученные при изучении следующих дисциплин: «Математика», «Физика», «Теоретическая механика», «Техническая механика», «Сопротивление материалов».

**Краткое содержание дисциплины:**

**Раздел 1. Определение усилий в статически определимых стержневых системах**

Введение. Задачи и методы строительной механики. Понятие о расчётной схеме. Способы соединения элементов. Геометрический анализ образования систем. Расчёт многопролетных балок и рам. Принципы расположения шарниров в многопролетной балке. Построение линий влияния. Определение усилий по линиям влияния. Понятие о ферме. Особенности её расчётной схемы. Определение усилий в ферме при неподвижной нагрузке. Трёхшарнирные системы. Определение опорных реакций и внутренних сил. Рациональное очертание оси арки.

**Раздел 2. Определение перемещений стержневых систем**

Основные теоремы строительной механики. Понятие о действительной и возможной работе. Теорема Клапейрона. Теорема Максвелла. Теорема Бетти. Работа внешних сил и внутренних усилий. Общий метод определения перемещений. Интеграл Мора. Перемещение от смещения опор и температурного воздействия. Матричный способ определения перемещений

**Раздел 3. Расчет статически неопределимых систем методом сил**

Метод сил. Учет симметрии системы. Расчет СНС на смещение опор и температурное воздействие. Расчет многопролетных балок. Матричный метод расчета СНС по методу сил. Матрица податливости. Вычисление перемещений в статически неопределимых системах.

**Раздел 4. Расчет статически неопределимых систем методом перемещений**

Метод перемещений. Учет симметрии системы, смещения опор и температурного воздействия. Матричный метод расчета СНС методом перемещений. Матрица жёсткости. Расчет балок на упругом основании Винклера методом перемещений. Расчет свай на горизонтальную нагрузку. Расчет СНС смешанным методом. Приближенный расчет рам

на горизонтальные нагрузки.

#### **Раздел 5. Расчет СНС методом конечных элементов**

Идея метода. Типы КЭ. Основное разрешающее уравнение. Формирование матрицы жесткости плоского стержневого КЭ с тремя и четырьмя обобщенными перемещениями. Учет продольных деформаций. Учет деформаций сдвига. Формирование глобальной матрицы жесткости. Перевод локальной матрицы жесткости в глобальную. Матрица направляющих косинусов. Расчет пластинчатых систем. Расчет перекрестных стержневых систем и плит на упругом основании.

#### **Раздел 6. Расчет СНС по методу предельного равновесия**

Понятие о расчетах за пределами упругости. Диаграмма Прандтля. Определение предельного момента при изгибе. Пластический шарнир. Определение предельных нагрузок в статически неопределимых рамах. Возможные механизмы разрушения.

Заведующий кафедрой «ПГС»



подпись

/Н.В.Купчикова/  
И. О. Ф.

Министерство образования и науки Астраханской области  
Государственное автономное образовательное учреждение  
Астраханской области высшего образования  
«Астраханский государственный архитектурно-строительный  
университет»  
(ГАОУ АО ВО «АГАСУ»)

---



**ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

Наименование дисциплины Строительная механика

*(указывается наименование в соответствии с учебным планом)*

По направлению подготовки

08.03.01 «Строительство»

*(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС)*

По профилю подготовки

«Промышленное и гражданское строительство»

*(указывается наименование профиля в соответствии с ООП)*

Кафедра Промышленное и гражданское строительство

Квалификация (степень) выпускника *бакалавр*

**Разработчики:**

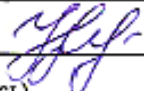
доцент, к.т.н.  
(занимаемая должность  
учёная степень и учёное звание)

  
(подпись) /О.Б. Завьялова/  
И. О. Ф.

Оценочные и методические материалы разработаны для учебного плана: 2018 г.

Оценочные и методические материалы рассмотрены и одобрены на заседании кафедры  
«Промышленное и гражданское строительство», протокол № 9 от 25. 04. 2018 г.

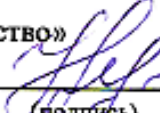
Заведующий кафедрой

  
(подпись) /Н.В. Купчикова/  
И. О. Ф.

**Согласовано:**

Председатель МКН «Строительство»


профиль «Промышленное и гражданское строительство»

  
(подпись) /Н.В. Купчикова/  
И. О. Ф.

Начальник УМУ

  
(подпись) /А.В. Анисимов/  
И. О. Ф.

Специалист УМУ

  
(подпись) /И.В. Иванов/  
И. О. Ф.



## СОДЕРЖАНИЕ:

	Стр.
1. Оценочные и методические материалы для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля обучающихся по дисциплине	3
1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программ	3
1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	4
1.2.1. Перечень оценочных средств текущей формы контроля	4
1.2.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	5
1.2.3. Шкала оценивания	8
2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	9
2.1. Зачет	9
2.2. Экзамен	10
2.3. Контрольная работа	11
2.4. Тест	11
2.5. Опрос устный	12
3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций	13
Приложение 1. Типовые вопросы к зачету	15
Приложение 2. Типовые вопросы к экзамену	16
Приложение 3. Типовые задания к контрольным работам	18
Приложение 4. Типовые задания для тестирования	23
Приложение 5. Типовые вопросы к устному опросу	30

## 1. Оценочные и методические материалы для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля знаний обучающихся по дисциплине

Оценочные и методические материалы является неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины и представлены в виде отдельного документа

### 1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Индекс и формулировка компетенции N	Номер и наименование результатов образования по дисциплине (в соответствии с разделом 3)	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.5.1)						Формы контроля с конкретизацией задания
		1	2	3	4	5	6	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>ОПК – 1:</b> Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	Знать:							
	- основные понятия и законы строительной механики	X	X	X	X	X	X	Тесты по всем разделам дисциплины. Опрос на практических занятиях по всем разделам дисциплины. зачет, экзамен.
	Уметь:							
	- использовать основные законы строительной механики в профессиональной деятельности, проводить теоретические исследования в области строительной механики	X	X	X	X	X	X	Тесты по всем разделам дисциплины, зачет, экзамен.
	Владеть:							
	- навыками моделирования работы конструкций под нагрузкой на уровне составления расчетных схем, методами решения задач строительной механики	X	X	X	X	X	X	Контрольные работы №1,2,3,4,5(для о.о.) Контрольные работы №1,2 (для з.о.) Зачет, экзамен.
<b>ПК – 4:</b> Способность участвовать в проектировании и изыскании объектов	Знать:							
	- методы и законы строительной механики при проектировании объектов профессиональной деятельности	X	X	X	X	X	X	Тесты по всем разделам дисциплины. Опрос на практических

профессиональной деятельности								занятиях по всем разделам дисциплины. зачет, экзамен.
	Уметь:							
	- применять методы и законы строительной механики при проектировании объектов профессиональной деятельности	X	X	X	X	X	X	Тесты по всем разделам дисциплины, зачет, экзамен.
	Владеть:							
	- навыками проектирования объектов профессиональной деятельности с учетом методов и законов строительной механики	X	X	X	X	X	X	Контрольные работы №1,2,3,4,5 (для о.о.) Контрольные работы №1,2 (для з.о.) Зачет, экзамен.

## 1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

### 1.2.1. Перечень оценочных средств текущей формы контроля

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	2	3
Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
Опрос устный	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимися на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий

**1.2.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Компетенция, этапы освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Показатели и критерии оценивания результатов обучения			
		Ниже порогового уровня (не зачтено)	Пороговый уровень (Зачтено)	Продвинутый уровень (Зачтено)	Высокий уровень (Зачтено)
1	2	3	4	5	6
ОПК - 1 - Способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	<b>Знает</b> (ОПК-1) -основные понятия и законы строительной механики.	Обучающийся не знает и не понимает основные понятия и законы строительной механики	Обучающийся знает основные понятия и законы строительной механики в типовых ситуациях.	Обучающийся знает и понимает основные понятия и законы строительной механики в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся знает и - основные понятия и законы строительной механики в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях.
	<b>Умеет</b> (ОПК-1) использовать основные законы строительной механики в профессиональной деятельности, проводить теоретические исследования в области строительной механики	Обучающийся не умеет использовать основные законы строительной механики в профессиональной деятельности, проводить теоретические исследования в области строительной механики.	Обучающийся умеет использовать основные законы строительной механики в профессиональной деятельности, проводить теоретические исследования в области строительной механики в профессиональной деятельности в типовых ситуациях.	Обучающийся умеет использовать основные законы строительной механики в профессиональной деятельности, проводить теоретические исследования в области строительной механики в профессиональной деятельности в типовых ситуациях.	Обучающийся умеет использовать основные законы строительной механики в профессиональной деятельности, проводить теоретические исследования в области строительной механики в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
	<b>Владеет</b> (ОПК-1) навыками моделирования работы конструкций под нагрузкой на	Обучающийся не владеет навыками моделирования работы конструкций под нагрузкой на уровне	Обучающийся владеет навыками моделирования работы конструкций под нагрузкой на уровне	Обучающийся владеет навыками моделирования работы конструкций под нагрузкой на уровне	Обучающийся владеет навыками моделирования работы конструкций под нагрузкой на уровне

	уровне составления расчетных схем, методами решения задач строительной механики	составления расчетных схем, методами решения задач строительной механики.	составления расчетных схем, методами решения задач строительной механики в типовых ситуациях.	схем, методами решения задач строительной механики в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	методами решения задач строительной механики в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
ПК -4 – Способность участвовать в проектировании и изыскании объектов профессиональной деятельности.	<b>Знает</b> (ПК-4) - методы и законы строительной механики при проектировании объектов профессиональной деятельности.	Обучающийся не знает и не понимает методы и законы строительной механики при проектировании объектов профессиональной деятельности.	Обучающийся знает методы и законы строительной механики при проектировании объектов профессиональной деятельности в типовых ситуациях.	Обучающийся знает и понимает методы и законы строительной механики при проектировании объектов профессиональной деятельности в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся знает и понимает методы и законы строительной механики при проектировании объектов профессиональной деятельности в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
	<b>Умеет</b> (ПК-4) - применять методы и законы строительной механики при проектировании объектов профессиональной деятельности.	Обучающийся не умеет применять методы и законы строительной механики при проектировании объектов профессиональной деятельности.	Обучающийся умеет применять методы и законы строительной механики при проектировании объектов профессиональной деятельности в типовых ситуациях.	Обучающийся умеет применять методы и законы строительной механики при проектировании объектов профессиональной деятельности в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся умеет применять методы и законы строительной механики при проектировании объектов профессиональной деятельности в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
	<b>Владеет</b> (ПК-4) - навыками	Обучающийся не владеет навыками	Обучающийся владеет навыками	Обучающийся владеет навыками проектирования	Обучающийся владеет навыками проектирования

	проектирования объектов профессиональной деятельности с учетом методов и законов строительной механики..	проектирования объектов профессиональной деятельности с учетом методов и законов строительной механики.	проектирования объектов профессиональной деятельности с учетом методов и законов строительной механики в типовых ситуациях.	объектов профессиональной деятельности с учетом методов и законов строительной механики в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	объектов профессиональной деятельности с учетом методов и законов строительной механики в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
--	--	---	---	---	---

### 1.2.3. Шкала оценивания

Уровень достижений	Отметка в 5-бальной шкале	Зачтено/ не зачтено
высокий	«5»(отлично)	зачтено
продвинутый	«4»(хорошо)	зачтено
пороговый	«3»(удовлетворительно)	зачтено
ниже порогового	«2»(неудовлетворительно)	не зачтено

**2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**2.1. Зачет**

- а) типовые вопросы к зачету (Приложение 1),  
 б) критерии оценивания

При оценке знаний на зачете учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	2	3
1	Отлично	Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания базовых нормативно-правовых актов. Соблюдаются нормы литературной речи.
2	Хорошо	Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Базовые нормативно-правовые акты используются, но в недостаточном объеме. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.
3	Удовлетворительно	Допускаются нарушения в последовательности изложения. Имеются упоминания об отдельных базовых нормативно-правовых актах. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.
4	Неудовлетворительно	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.
5	Зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».
6	Не зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно».

## 2.2. Экзамен

- а) типовые вопросы к экзамену (Приложение 2)  
б) критерии оценивания

При оценке знаний на экзамене учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	2	3
1	Отлично	Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания базовых нормативно-правовых актов. Соблюдаются нормы литературной речи.
2	Хорошо	Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Базовые нормативно-правовые акты используются, но в недостаточном объеме. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.
3	Удовлетворительно	Допускаются нарушения в последовательности изложения. Имеются упоминания об отдельных базовых нормативно-правовых актах. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.
4	Неудовлетворительно	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.



## ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### 2.3. Контрольная работа

а) типовые задания к контрольной работе приведены в приложении 3 и в методических указаниях [8, 9].

б) критерии оценивания

Контрольная работа выполняется в виде расчетно-графической работы. При оценке работы студента учитывается:

1. Правильность оформления контрольной работы.
2. Правильное раскрытие содержания основных вопросов темы, правильное решение задач.
3. Логика, структура и грамотность изложения письменной работы.
4. Умение связать теорию с практикой.
5. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	2	3
1	Отлично	Студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета
2	Хорошо	Студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов
3	Удовлетворительно	Студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов, плохо знает материал, допускает искажение фактов
4	Неудовлетворительно	Студент допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнил менее половины работы
5	Зачтено	Выполнено правильно не менее 50% заданий, работа выполнена по стандартной или самостоятельно разработанной методике, в освещении вопросов не содержится грубых ошибок, по ходу решения сделаны аргументированные выводы, самостоятельно выполнена графическая часть работы
6	Не зачтено	Студент не справился с заданием (выполнено правильно менее 50% задания варианта), не раскрыто основное содержание вопросов, имеются грубые ошибки в освещении вопроса, в решении задач, в выполнении графической части задания и т.д., а также выполнена не самостоятельно.

### 2.4. Тест

а) типовой комплект заданий для тестов приведен в приложении 4 (полный комплект размещен на образовательном портале АГАСУ)

б) критерии оценивания

При оценке знаний оценивания тестов учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.

4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	2	3
1	Отлично	если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 90% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; - на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный и полный ответ.
2	Хорошо	если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 75% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; - на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный ответ, но допустил незначительные ошибки и не показал необходимой полноты.
3	Удовлетворительно	если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 50% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; - на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал непротиворечивый ответ, или при ответе допустил значительные неточности и не показал полноты.
4	Неудовлетворительно	если студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно».
5	Зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».
6	Не зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно».

## 2.5. Опрос устный

*а) типовые вопросы и задания (приведены в приложении 5):*

*б) критерии оценивания*

При оценке знаний на опросе (устном) учитывается:

1. Полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);
2. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);
3. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);
4. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);
5. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);
6. Использование дополнительного материала (обязательное условие);
7. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов).

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	2	3
1	Отлично	1) полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные; 3) излагает материал последовательно и правильно.
2	Хорошо	студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «5», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.
3	Удовлетворительно	студент обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но: 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.
4	Неудовлетворительно	студент обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «2» отмечает такие недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

### 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Поскольку учебная дисциплина призвана формировать несколько дескрипторов компетенций, процедура оценивания реализуется поэтапно:

**1-й этап:** оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными матрицей компетенций ООП (приложение к ООП). Экспертной оценке преподавателя подлежат уровни сформированности отдельных дескрипторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля или промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения по дисциплине.

**2-этап:** интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

### Характеристика процедур текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Виды вставляемых оценок	Способ учета индивидуальных достижений обучающихся
1.	Экзамен	Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	По пятибалльной шкале	Ведомость, зачетная книжка, учебная карточка, портфолио
2.	Зачет	Раз в семестр, по окончании первого семестра изучения дисциплины	зачтено/не зачтено	Ведомость, зачетная книжка, учебная карточка, портфолио
3.	Защита контрольной работы	Систематически на консультациях	По пятибалльной шкале или зачтено/не зачтено	Журнал успеваемости преподавателя
4.	Тестирование	Раз в семестр, по окончании семестра изучения дисциплины	По пятибалльной шкале или зачтено/не зачтено	Журнал успеваемости преподавателя
5	Опрос устный	На практических занятиях перед началом решения задач	По пятибалльной шкале	Журнал успеваемости преподавателя

Удовлетворительная оценка по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.

**Типовые вопросы к зачету**

1. Расчетная схема сооружения. Сосредоточенные и распределённые нагрузки.
2. Динамические и статические нагрузки. Типы опор.
3. Условия геометрической неизменяемости стержневых систем.
4. Степень свободы расчетной схемы.
5. Условия статической определимости геометрически неизменяемых стержневых систем.
6. Расчет простейших статически определимых балок. Построение эпюр поперечных сил  $Q$  и изгибающих моментов  $M$ .
7. Понятие о линии влияния.
8. Линии влияния опорных реакций простых балок.
9. Линии влияния изгибающих моментов и поперечных сил для простых балок.
10. Определение усилий при помощи линий влияния.
11. Образование многопролетной, статически определимой (шарнирной) балки.
12. Построение «поэтажной схемы».
13. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов в многопролетных шарнирных балках.
14. Линии влияния усилий для многопролетных статически определимых балок.
15. Понятие о ферме. Классификация ферм.
16. Определение усилий в стержнях простейших ферм. Метод вырезания узлов.
17. Метод проекций.
18. Метод моментных точек.
19. Определение трёхшарнирной системы и арки.
20. Определение опорных реакций и внутренних сил.
21. Построение эпюр усилий в трехшарнирной арке.
22. Очертание рациональной оси трехшарнирной арки.
23. Основные теоремы строительной механики.
24. Понятие о действительной и возможной работе.
25. Теорема Клапейрона.
26. Теорема о взаимности возможных работ.
27. Теорема о взаимности перемещений.
28. Формула Мора для определения перемещений от нагрузки.
29. Формулы Верещагина и Симпсона для вычисления интеграла Мора.
30. Матричная форма определения перемещений.

## Типовые вопросы к экзамену

1. Расчетная схема сооружения. Опоры, нагрузки. Динамические и статические нагрузки. Понятие о степени свободы. СОС и СНС. Расчет по деформированному и недеформированному состоянию.
2. Кинематический анализ сооружений. Понятие о ГНС, ГИС, МИС. Принципы образования геометрически неизменяемых систем.
3. Расчет статически определимых ферм на неподвижную нагрузку. Методы определения усилий в стержнях простейших ферм. Критерий статической определимости фермы.
4. Расчет статически определимых многопролётных балок. Поэтажная схема. Принципы расположения шарниров в многопролетных статически определимых балках.
5. Расчет 3-х шарнирных систем. Понятие о рациональном очертании оси арки.
6. Расчет статически определимых многопролётных рам (с примером).
7. Понятие о линии влияния. Построение линий влияния в балке на двух опорах и консольной балке.
8. Порядок построения линий влияния в многопролётных статически определимых балках. Определение усилий по линиям влияния. Определение невыгодного положения подвижной нагрузки с использованием линий влияния.
9. Работа внешних сил. Действительная и возможная работа. Теорема Клапейрона.
10. Теорема о взаимности работ внешних сил. Теорема о взаимности перемещений.
11. Действительная работа внутренних сил.
12. Определение перемещений в плоской стержневой системе. Интеграл Мора.
13. Вычисление интеграла Мора способом Верещагина, способом трапеций и методом Симпсона.
14. Определение перемещений, вызванных осадкой опор.
15. Определение перемещений в матричной форме. Основная расчётная формула и матрицы, входящие в её состав.
16. Статически неопределимые системы. Основные свойства СНС.
17. Метод сил. Идея. Выбор основной системы. Канонические уравнения. Вычисление коэффициентов и свободных членов канонических уравнений.
18. Порядок расчёта СНС методом сил. Особенности расчёта симметричных систем (Пример).
19. Расчет СНС на смещение опор (методом сил).
20. Расчет статически неопределимых систем методом перемещений (МП). Определение числа неизвестных МП. Выбор основной системы. Физический смысл канонических уравнений МП. Вычисление коэффициентов МП статическим способом и перемножением эпюр.
21. Определение свободных членов канонических уравнений МП статическим способом и перемножением эпюр. Теорема о взаимности реакций.
22. Расчет СНС методом перемещений в матричной форме.
23. Последовательность расчета СНС методом перемещений. Учет симметрии основной системы.
24. МКЭ. Идея метода. Основное уравнение МКЭ. Формирование матрицы жесткости стержневого КЭ с четырьмя обобщенными перемещениями.
25. МКЭ. Идея метода. Формирование матрицы жесткости стержневого КЭ с тремя обобщенными перемещениями. Матрица индексов.
26. Формирование глобальной матрицы жесткости системы в МКЭ с использованием МЖ отдельных КЭ и матрицы индексов.
27. Формирование матрицы жесткости стержневого КЭ с шестью обобщенными перемещениями. Учет деформаций сдвига.

28. Классическая постановка МКЭ (энергетическая). Перевод локальной матрицы жесткости КЭ в глобальную.
29. Приближенный расчет рам на горизонтальные нагрузки.
30. Понятие о расчетах за пределами упругости. Диаграмма Прандтля. Определение предельного момента при изгибе. Пластический шарнир.
31. Определение предельных нагрузок в статически неопределимых рамах. Возможные механизмы разрушения.

Типовые задания к контрольным работам

Контрольная работа № 1.

«Расчет многопролетной статически определимой балки на неподвижные нагрузки»

Исходные данные к работе выбираются по таблице 1 и схемам, представленным на рис. 1 в соответствии с шифром и номером схемы. Для заданной схемы балки требуется:

1. Построить эпюры изгибающих моментов и поперечных сил от заданных нагрузок.
2. Построить линии влияния M и Q для двух сечений, а также линию влияния одной опорной реакции.
3. Выполнить исследования по индивидуальному заданию преподавателя.

Первая цифра шифра	Размеры		Нагрузки				Вторая цифра шифра	Размеры		Третья цифра шифра	Нагрузки				
	l <sub>1</sub> , м	l <sub>3</sub> , м	q <sub>1</sub> , кН/м	P <sub>1</sub> , кН	P <sub>2</sub> , кН	M <sub>1</sub> , кН·м		l <sub>2</sub> , м	l <sub>4</sub> , м		q <sub>2</sub> , кН/м	q <sub>3</sub> , кН/м	P <sub>3</sub> , кН	M <sub>2</sub> , кН·м	M <sub>3</sub> , кН·м
0	12	12	20	200	0	120	0	6	16	0	15	0	90	0	80
1	10	14	30	0	40	100	1	12	18	1	0	30	40	120	0
2	8	8	20	120	0	140	2	8	10	2	30	0	50	120	0
3	6	12	20	0	80	60	3	10	8	3	25	0	120	0	100
4	4	16	15	160	0	160	4	12	8	4	0	15	60	160	0
5	16	6	25	0	100	60	5	14	12	5	30	0	80	0	160
6	12	10	15	80	0	80	6	4	16	6	0	15	100	60	0
7	6	8	20	0	60	120	7	6	12	7	0	25	160	100	0
8	10	6	25	100	0	100	8	8	12	8	20	0	120	0	120
9	8	12	20	0	120	180	9	10	8	9	25	0	20	0	160

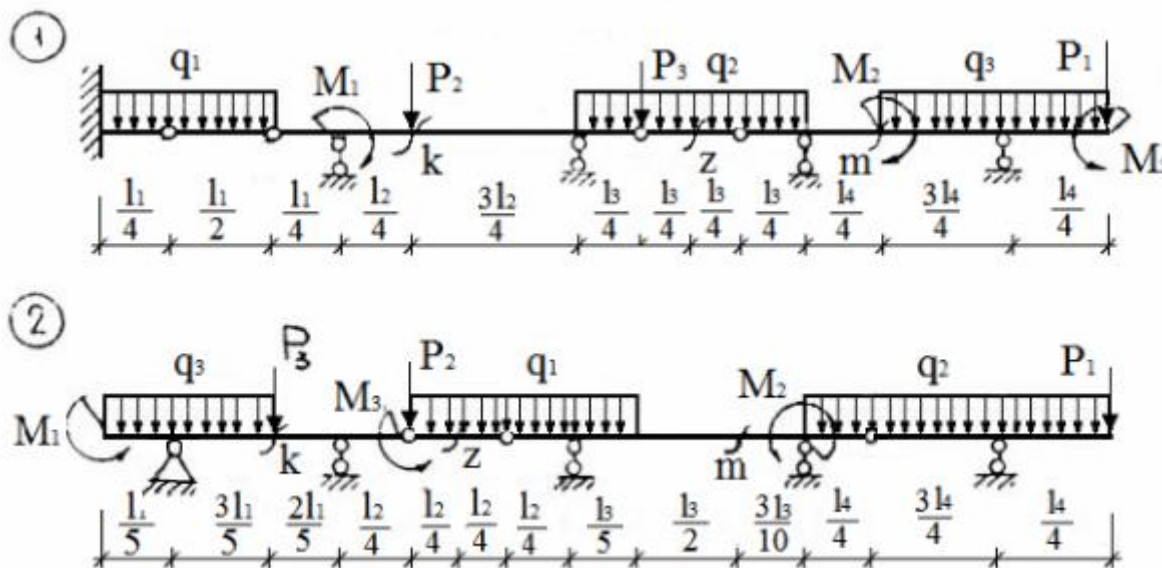


Рисунок 1. Расчетные схемы №1-2 к РПР №1



## Контрольная работа № 2.

### «Определение перемещений в статически определимой многопролетной раме матричным способом»

Для заданной статически определимой системы вычислить в требуемых сечениях перемещения, вызванные поочередным нагружением сосредоточенными силами, распределенными нагрузками, моментами, а также одновременным нагружением конструкции перечисленными нагрузками с учетом коэффициентов сочетания. Исходные данные принять по таблице.

Первая цифра шифра	$l, м$	$q,$	$EI_{ст}, МНм^2$	Вторая цифра шифра	$h, м$	$P, кН$	$M, кНм$	Третья цифра шифра	$EI_p, МНм^2$	Коэффициенты сочетания нагрузок		
										$K_p$	$K_M$	$K_q$
0	6	10	100	0	4	40	60	0	500	1,0	0,8	0,8
1	4	5	50	1	6	30	80	1	100	0,8	1,0	0,8
2	8	20	200	2	6	60	50	2	200	0,8	0,8	1,0
3	4	15	250	3	8	80	40	3	250	0,7	0,9	1,0
4	6	30	200	4	4	50	100	4	400	0,5	1,0	0,8
5	10	25	50	5	8	80	120	5	100	0,8	1,0	0,5
6	12	35	80	6	5	120	80	6	250	0,8	0,5	1,0
7	6	40	250	7	3	100	60	7	400	0,6	0,7	1,0
8	8	45	80	8	4	80	40	8	500	1,0	0,6	0,8
9	12	50	100	9	8	60	100	9	200	0,8	1,0	0,6

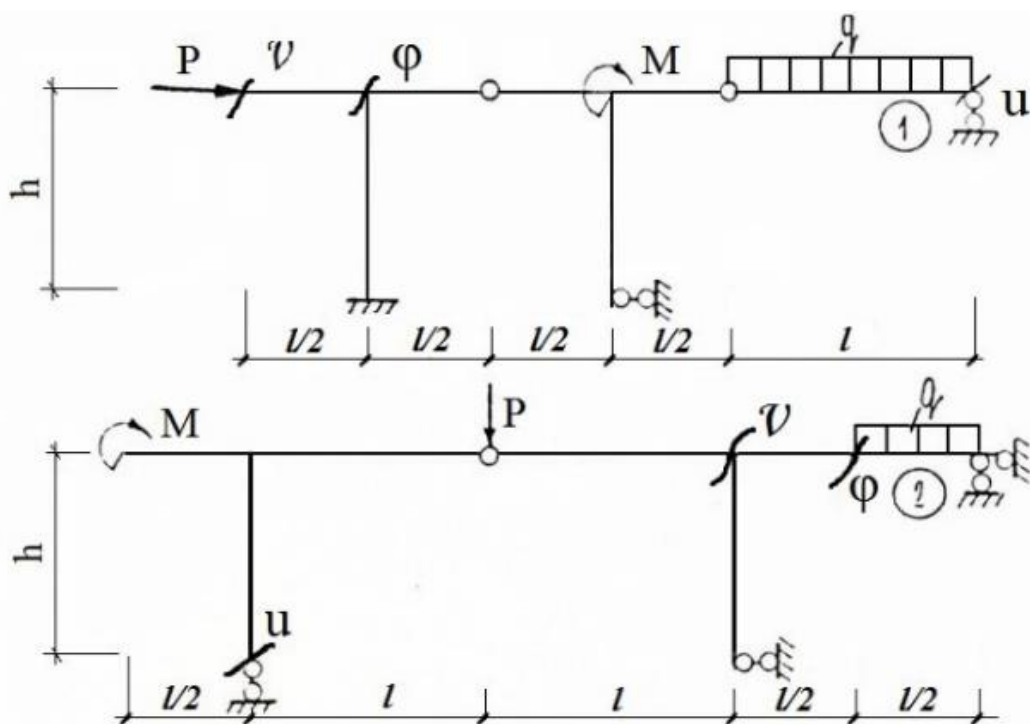


Рисунок 2. Расчетные схемы №1-2 к РПР № 2

### Контрольная работа № 3. «Расчет статически неопределимых рам методом сил»

Для заданной статически неопределимой системы построить эпюры внутренних усилий, вызванные поочередным нагружением сосредоточенной силой, распределенной нагрузкой, сосредоточенным моментом, а также одновременным нагружением конструкции перечисленными нагрузками. Выполнить статическую и деформационную проверки. В заданном сечении для последнего нагружения определить вертикальное перемещение и угол поворота. Исходные данные принять по таблице.

Первая цифра шифра	$P_1$ кН	$P_2$ кН	$l$ м	Вторая цифра шифра	$q_2$ кН/м	$q_1$ кН/м	$h$ м	Третья цифра шифра	$M_1$ кНм	$M_2$ кНм	$EI_p$ , МНм <sup>2</sup>	$EI_{ст}$ , МНм <sup>2</sup>
0	0	70	4	0	10	0	4	0	50	0	60	40
1	30	0	6	1	0	15	6	1	0	40	50	60
2	40	0	8	2	12	0	8	2	90	0	80	30
3	50	0	12	3	0	18	4	3	0	80	40	80
4	0	20	4	4	20	0	6	4	60	0	30	50
5	0	100	6	5	0	10	8	5	0	70	20	40
6	0	80	8	6	30	0	4	6	25	0	50	60
7	60	0	12	7	0	20	6	7	0	30	30	50
8	120	0	10	8	15	0	8	8	35	0	60	30
9	0	90	10	9	0	16	4	9	0	75	40	20

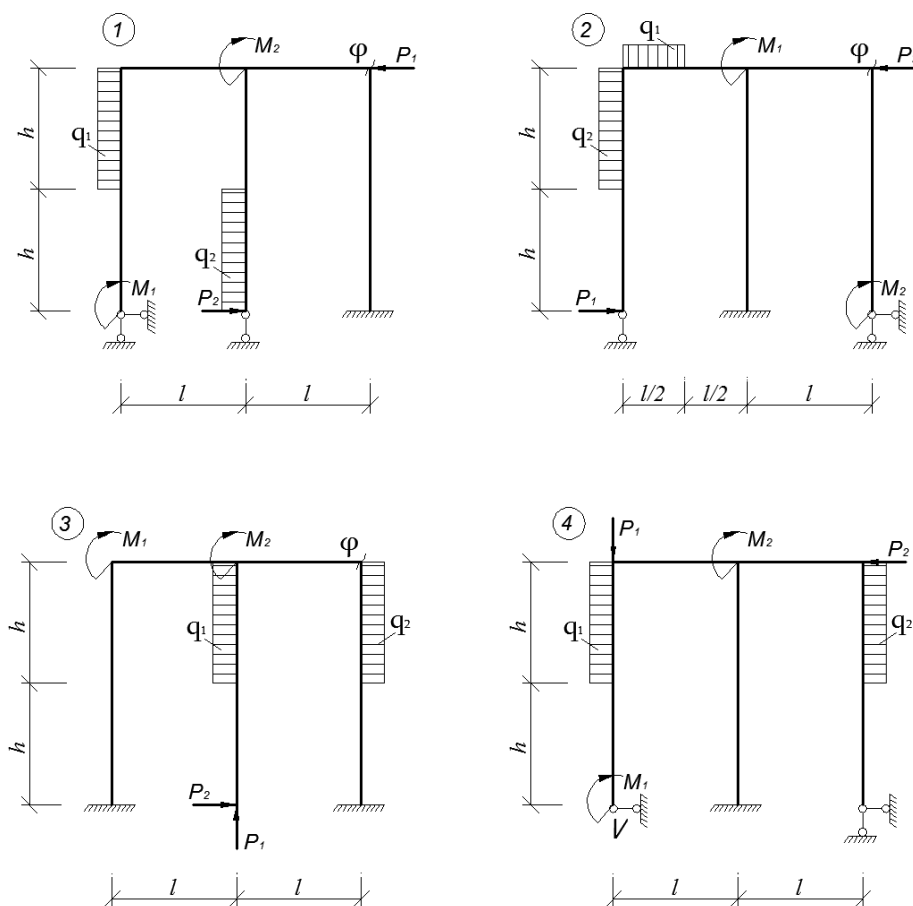


Рисунок 3. Расчетные схемы №1-4 к РПР №3

### Контрольная работа № 4. «Расчет статически неопределимых рам методом перемещений»

Для заданной статически неопределимой системы построить эпюры внутренних усилий, вызванные поочередным нагружением сосредоточенной силой, распределенной нагрузкой, сосредоточенным моментом, а также одновременным нагружением конструкции перечисленными нагрузками. Выполнить статическую и деформационную проверки. В заданном сечении для последнего нагружения определить вертикальное перемещение и угол поворота. Исходные данные принять по таблице.

Первая цифра шифра	$P_1$ кН	$P_2$ кН	$l$ м	Вторая цифра шифра	$q_2$ кН/м	$q_1$ кН/м	$h$ м	Третья цифра шифра	$M_1$ кНм	$M_2$ кНм	$EI_p$ , МНм <sup>2</sup>	$EI_{ст}$ , МНм <sup>2</sup>
0	0	70	4	0	10	0	4	0	50	0	60	40
1	30	0	6	1	0	15	6	1	0	40	50	60
2	40	0	8	2	12	0	8	2	90	0	80	30
3	50	0	12	3	0	18	4	3	0	80	40	80
4	0	20	4	4	20	0	6	4	60	0	30	50
5	0	100	6	5	0	10	8	5	0	70	20	40
6	0	80	8	6	30	0	4	6	25	0	50	60
7	60	0	12	7	0	20	6	7	0	30	30	50
8	120	0	10	8	15	0	8	8	35	0	60	30
9	0	90	10	9	0	16	4	9	0	75	40	20

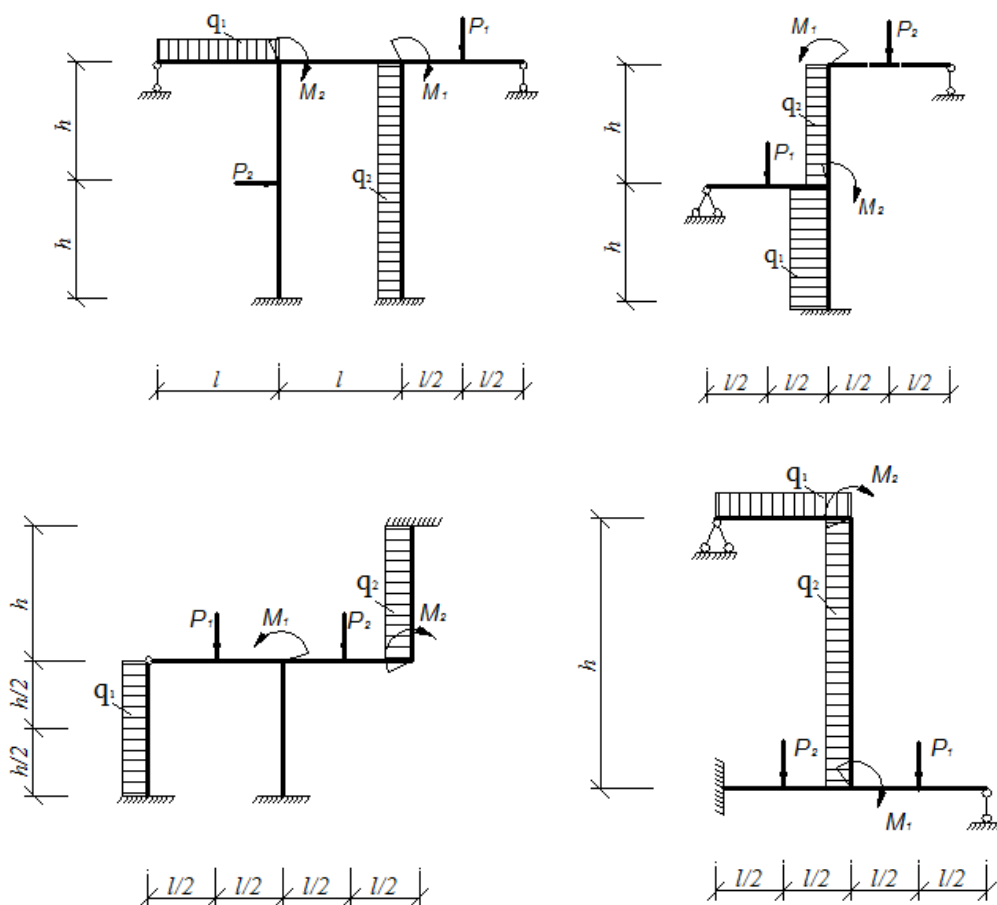


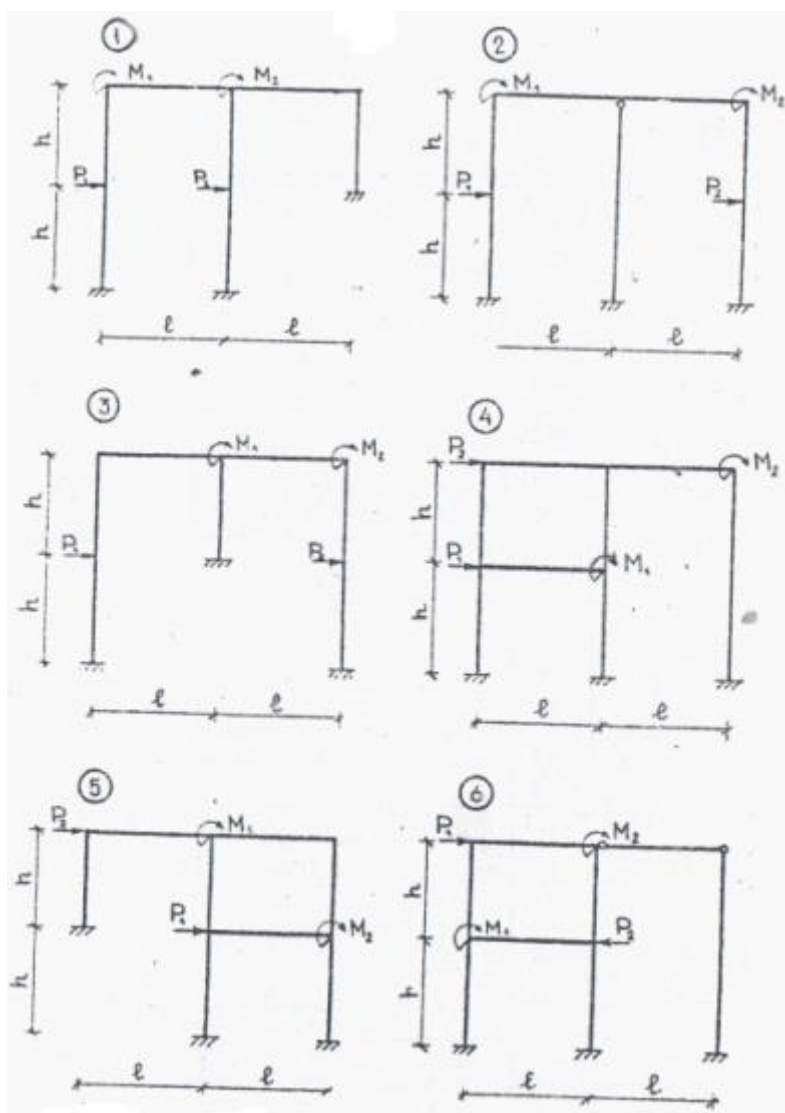
Рисунок 4. Расчетные схемы к РПР № 4

### Контрольная работа № 5.

#### «Расчет статически неопределимых рам методом конечных элементов»

Для статически неопределимой рамы построить эпюры внутренних усилий, вызванных заданными нагрузками. Исходные данные в таблице.

Первая цифра шифра	$l, м$	$P_1, кН$	$P_2, кН$	Вторая цифра шифра	$h, м$	$M_1, кНм$	$M_2, кНм$	Третья цифра шифра	$EI_{ст}, МНм^2$	$EI_p, МНм^2$
0	2	100	0	0	2	50	0	0	10	60
1	3	0	100	1	3	0	50	1	20	50
2	4	150	0	2	4	60	0	2	30	40
3	6	0	150	3	6	0	60	3	40	30
4	8	200	0	4	2	40	0	4	50	20
5	2	0	200	5	3	0	40	5	60	10
6	3	50	0	6	4	80	0	6	50	60
7	4	0	50	7	6	0	80	7	40	50
8	6	80	0	8	2	20	0	8	30	40
9	8	0	80	9	3	0	20	9	20	30



### Типовой комплект заданий для тестирования

**ОПК – 1:** Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

**ПК – 4:** Способностью участвовать в проектировании и изыскании объектов профессиональной деятельности.

#### **ЗНАТЬ:**

- основные понятия и законы строительной механики (ОПК-1);
- принципы и законы строительной механики при проектировании объектов профессиональной деятельности (ПК-4).

*1. Если вертикальная нагрузка вызывает в системе появление горизонтальных реакций, стремящихся раздвинуть опоры, то такая система называется...*

- опорной
- распорной
- отпорной
- статически определимой

*2. Горизонтальная реакция трёхшарнирной арки называется...*

- отпором;
- распором;
- упором;
- замком арки.

*3. Распорная система, имеющая форму кривого стержня, состоящая из двух жёстких дисков, соединённых одним шарниром между собой и двумя шарнирами прикреплённая к основанию, называется...*

- трехшарнирной системой;
- шарнирной цепью;
- аркой;
- трёхшарнирной аркой

*4. Коэффициент  $\eta$  в интеграле Мора учитывает...*

- размеры поперечного сечения;
- материал конструкции;
- поперечные деформации;
- неравномерность распределения касательных напряжений в поперечном сечении.

*5. Метод Мора позволяет определять...*

- только линейные перемещения;
- угловые и линейные перемещения в плоских системах;
- перемещения и внутренние усилия;
- любые перемещения в пространственной задаче.

*6. Правило Верещагина при перемножении эпюр применяют, если ...*

- обе эпюры линейны;
- обе эпюры криволинейны;
- определяют перемещения в рамах;

- хотя бы одна из эпюр линейная.

7. Почему произведение любой единичной эпюры метода сил на окончательную эпюру равно нулю?

- так как суммарная площадь окончательной эпюры равна нулю;
- так как это «произведение» есть перемещение, вызванное нагрузкой;
- так как это «произведение» есть перемещение по направлению соответствующей отброшенной связи;
- так как это «произведение» есть перемещение по направлению соответствующей отброшенной связи, вызванное неизвестным усилием в этой связи;
- так как это деформационная проверка.

8. Чему равно число столбцов матрицы  $\|P\|$  при расчете конструкции по методу сил?

- числу заданных нагрузок;
- числу единичных эпюр;
- числу загрузений;
- числу неизвестных метода сил;
- числу типов заданных нагрузок.

9. Чему равно произведение симметричной эпюры на обратносимметричную?

- перемещению, вызванному нагрузкой;
- произведению симметричной эпюры на симметричную;
- удвоенному произведению симметричной эпюры на симметричную;
- равно единице;
- равно нулю.

## УМЕТЬ, ВЛАДЕТЬ:

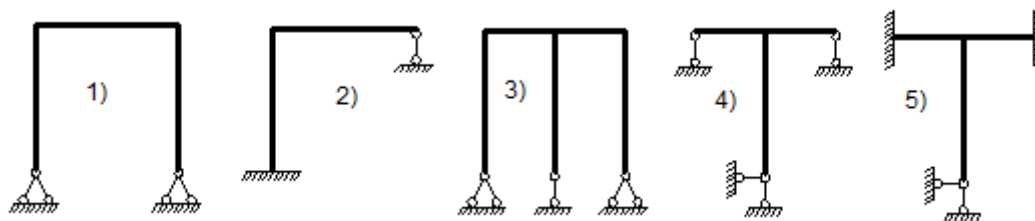
### Уметь:

- использовать основные законы строительной механики в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа при решении задач, проводить экспериментальные исследования в области строительной механики (ОПК-1);
- применять принципы и законы строительной механики при проектировании объектов профессиональной деятельности (ПК-4).

### Владеть:

- навыками решения задач строительной механики в профессиональной деятельности (ОПК-1);
- навыками проектирования объектов профессиональной деятельности с учетом принципов и законов строительной механики (ПК-4).

10. Расчёт какой из приведённых систем удобно выполнять методом перемещений?



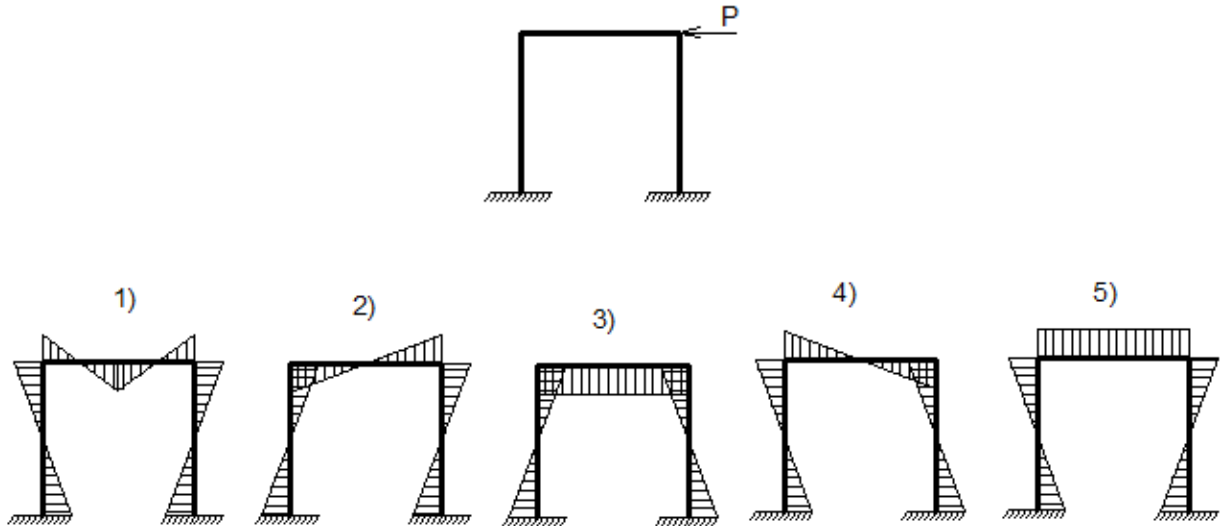
Ответ: 5.

11. Каков физический смысл канонических уравнений метода перемещений?

- перемещения по направлениям наложенных связей, вызванные усилиями в этих связях и внешними нагрузками, равны нулю;
- реакции в наложенных связях равны нулю;
- реакции в наложенных связях, вызванные перемещениями по их направлениям и внешними нагрузками, равны нулю;

- перемещения по направлениям отброшенных связей, вызванные усилиями в этих связях и внешними нагрузками, равны нулю;
- реакции в отброшенных связях, вызванные перемещениями по их направлениям и заданными нагрузками, равны нулю.

12. Какой вид имеет эпюра изгибающих моментов в такой раме?

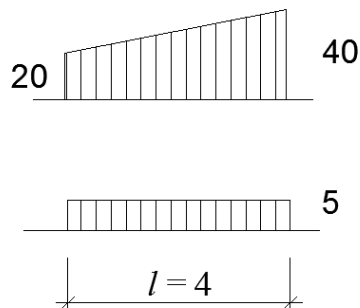


Ответ: 4

12. При определении перемещений с использованием правила Верещагина перемножают...

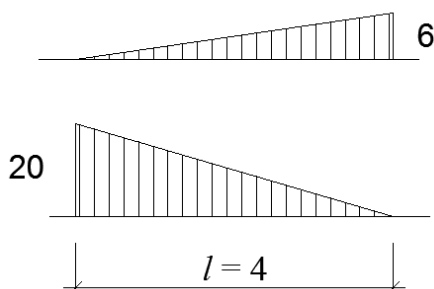
- ординату линейной эпюры на площадь грузовой, взятую под центром тяжести линейной;
- площадь линейной эпюры на ординату грузовой, взятую под центром тяжести линейной;
- площадь линейной эпюры на площадь грузовой;
- **площадь грузовой эпюры на ординату линейной, взятую под центром тяжести грузовой.**

13. Результат перемножения этих двух эпюр составит...



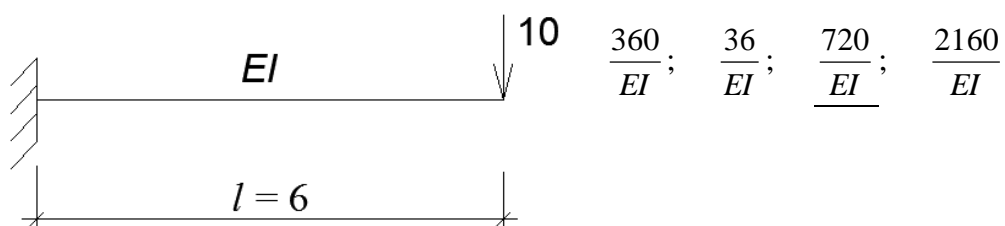
$$\frac{600}{EI}; \quad \frac{800}{EI}; \quad \frac{900}{EI}; \quad \frac{1200}{EI}$$

14. Результат перемножения этих двух эпюр составит...

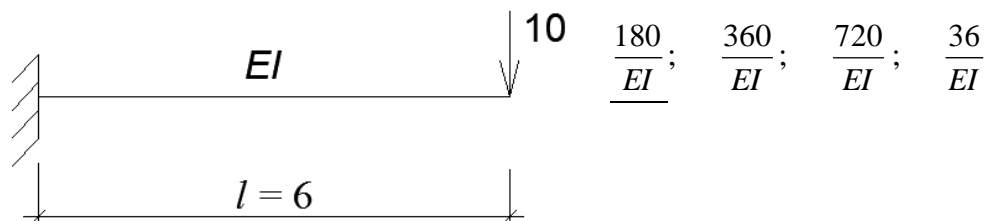


$$\frac{120}{EI}; \quad -\frac{120}{EI}; \quad \frac{80}{EI}; \quad -\frac{80}{EI}$$

15. Прогиб балки на краю консоли составит...



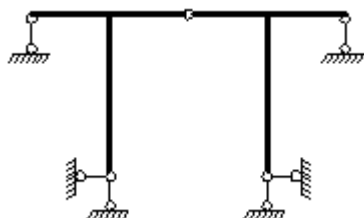
16. Угол поворота балки на краю консоли составит...



17. В чём состоит рациональный выбор неизвестных и основной системы в методе сил?

- в снижении числа неизвестных метода сил;
- в обеспечении возможности решения задачи любой сложности методом сил;
- в снижении общего порядка системы канонических уравнений метода сил;
- в обеспечении возможности уменьшения объёма вычислений;
- в обеспечении возможности проверки правильности вычислений.

18. Чему равна степень статической неопределимости приведённой ниже рамы?



- единице;
- **двум;**
- трём;
- четырём;
- пяти.

19. Как образуется основная система в методе сил?

- отбрасыванием всех или части лишних связей;
- отбрасыванием части лишних связей и заменой их неизвестными реакциями;
- отбрасыванием всех лишних связей;
- отбрасыванием всех или части лишних связей и заменой их неизвестными усилиями;
- отбрасыванием лишних связей и соответствующей части заданных нагрузок.

20. Как определяются коэффициенты канонических уравнений метода сил?

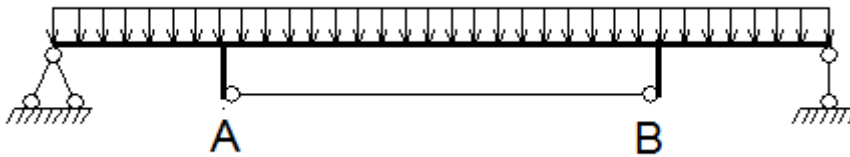
- «перемножением» единичных эпюр внутренних усилий;
- «перемножением» единичных и грузовых эпюр внутренних усилий;
- «перемножением» единичных эпюр продольных сил;
- «перемножением» единичных эпюр изгибающих моментов;
- «перемножением» эпюр внутренних усилий.



21. Как определяются свободные члены канонических уравнений метода сил?

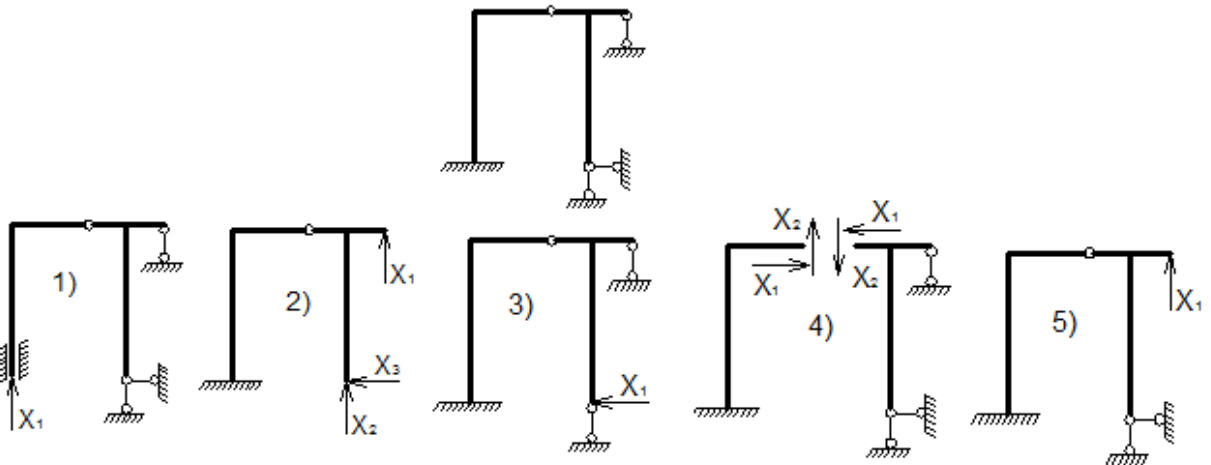
- «перемножением» единичных эпюр внутренних усилий;
- «перемножением» единичных и грузовых эпюр внутренних усилий;
- «перемножением» единичных эпюр продольных сил;
- «перемножением» единичных эпюр изгибающих моментов;
- «перемножением» грузовых эпюр внутренних усилий.

22. В простой балке для увеличения несущей способности устраивается предварительно напряжённая затяжка, натянутая на жёсткие упоры A и B. Чему равна степень статической неопределённости конструкции, показанной ниже?



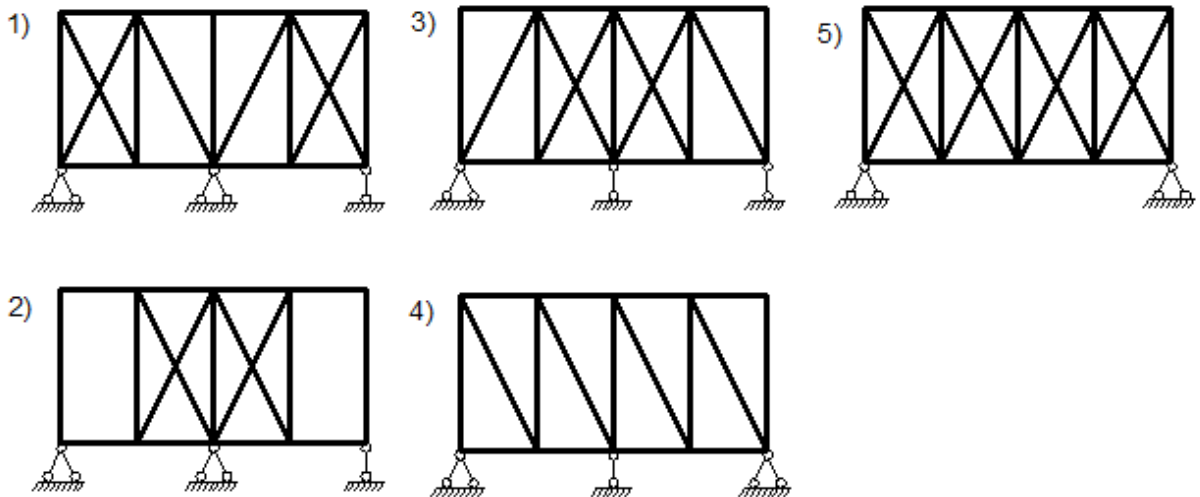
- нулю;
- единице;
- двум;
- трём;
- система статически определима.

22. Какая из приведенных систем будет основной для рамы такого вида?



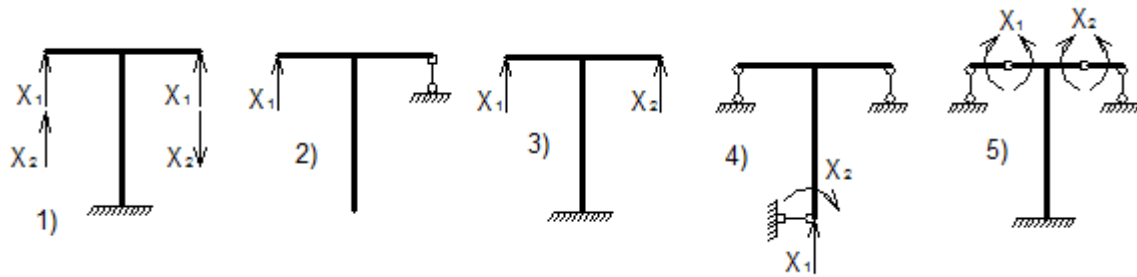
Ответ: 4.

23. Какая из приведённых ферм имеет большую степень статической неопределённости?



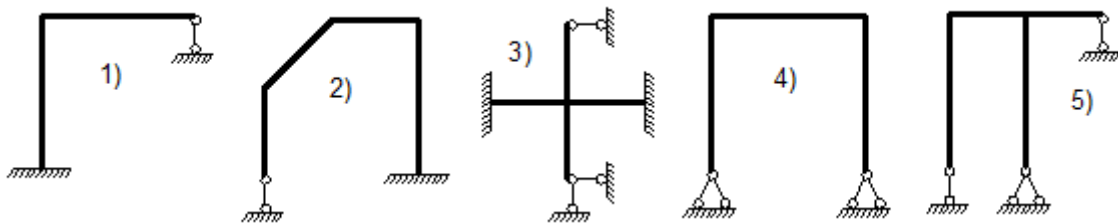
Ответ: 5.

24. Какую из приведённых основных систем можно считать наиболее рациональной?



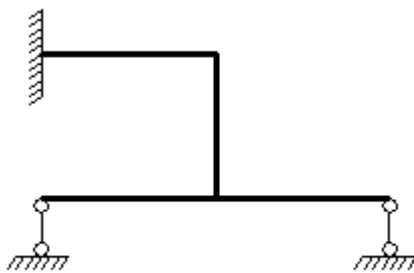
Ответ: 3?

25. Расчёт какой из приведённых систем удобно выполнять методом перемещений?



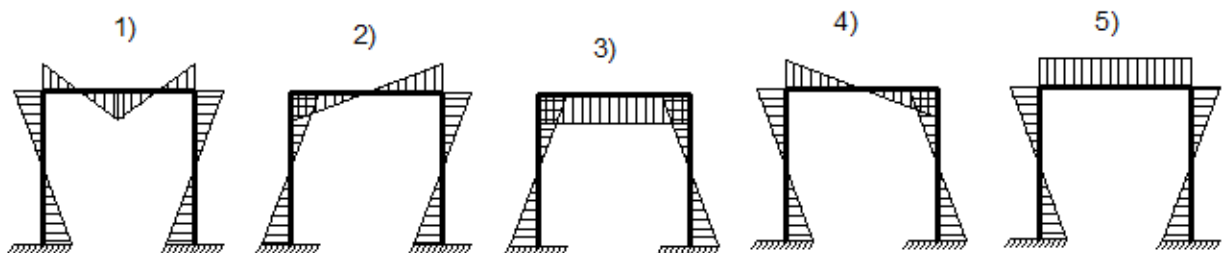
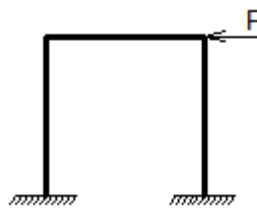
Ответ: 3.

26. Чему равно число неизвестных по методу перемещений в такой раме?

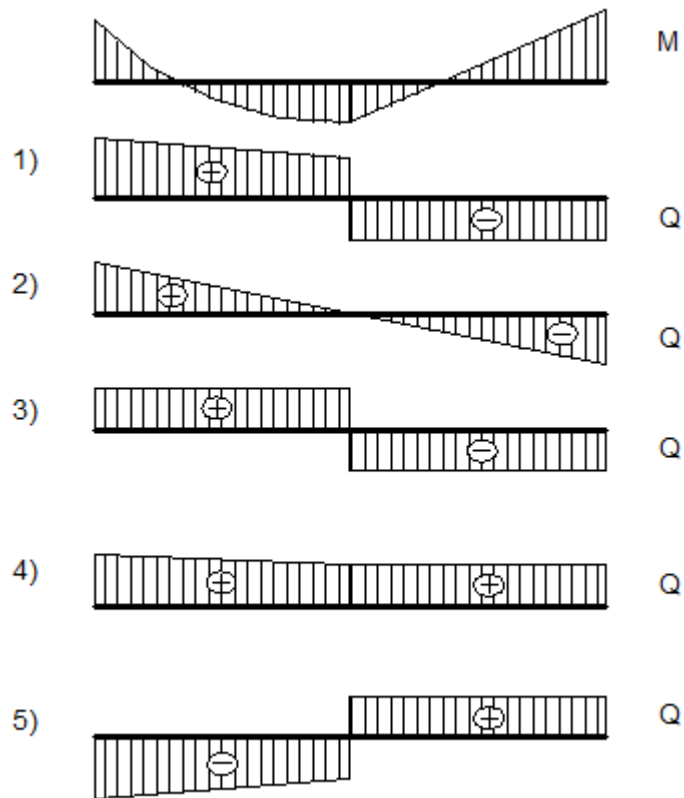


- двум;
- трём;
- **четырёх;**
- пяти;
- шести.

27. Какой вид имеет эпюра изгибающих моментов в такой раме?

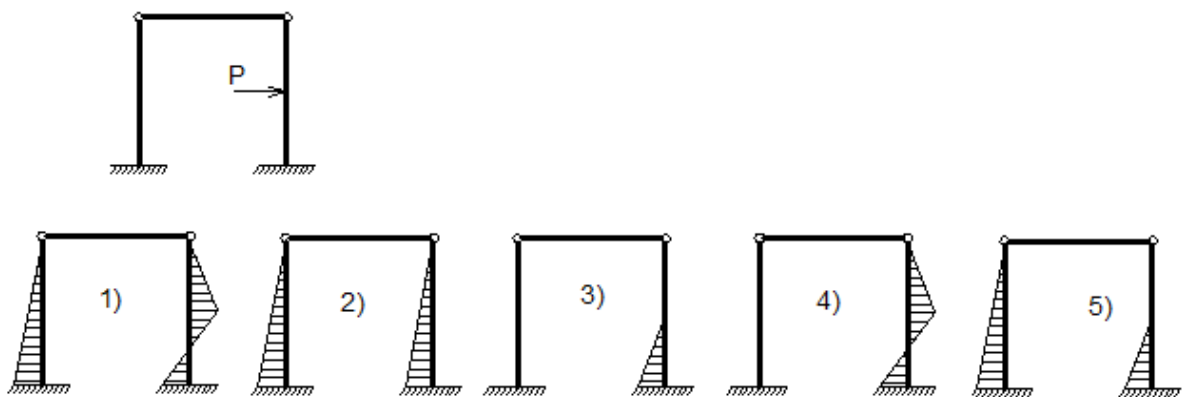


28. Какая из эпюр поперечных сил соответствует приведённой эпюре изгибающих моментов?



Правильный ответ: 1.

29. Какой вид имеет эюра изгибающих моментов в такой раме?



Ответ: 1.

**Типовые вопросы к устному опросу****Тема: Кинематический анализ сооружений**

Типы опор. Условия геометрической неизменяемости стержневых систем. Степень свободы расчетной схемы. Условия статической определимости геометрически неизменяемых стержневых систем. СОС и СНС. Расчет по деформированному и недеформированному состоянию. Кинематический анализ сооружений. Понятие о ГНС, ГИС, МИС. Принципы образования геометрически неизменяемых систем.

**Тема: Многопролетные статически определимые балки. Общая теория линий влияния**

Расчет простейших статически определимых балок. Построение эпюр поперечных сил  $Q$  и изгибающих моментов  $M$ . Понятие о линии влияния. Линии влияния опорных реакций простых балок. Линии влияния изгибающих моментов и поперечных сил для простых балок. Определение усилий при помощи линий влияния. Образование многопролетной, статически определимой (шарнирной) балки. Построение «позажной схемы». Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов в многопролетных шарнирных балках. Линии влияния усилий для многопролетных статически определимых балок.

**Тема: Плоские статически определимые фермы**

Понятие о ферме. Классификация ферм. Определение усилий в стержнях простейших ферм. Метод вырезания узлов, метод проекций, метод моментных точек.

**Тема: Трехшарнирные системы**

Определение трёхшарнирной системы и арки. Определение опорных реакций и внутренних сил. Построение эпюр усилий в трехшарнирной арке. Очертание рациональной оси трехшарнирной арки.

**Тема: Основные теоремы строительной механики**

Основные теоремы строительной механики. Понятие о действительной и возможной работе. Теорема Клапейрона. Теорема о взаимности возможных работ. Теорема о взаимности перемещений.

**Тема: Определение перемещений в упругих системах методом Мора**

Общие замечания. Обозначение перемещений. Принцип возможных перемещений для упругих систем. Формула Мора для определения перемещений от нагрузки. Формулы Верещагина и Симпсона для вычисления интеграла Мора. Определение перемещений, вызванных осадкой опор. Матричная форма определения перемещений. Основная расчетная формула и матрицы, входящие в её состав.

**Тема: Расчет статически неопределимых систем методом сил**

Статически неопределимые системы. Основные свойства СНС. Метод сил. Идея. Выбор основной системы. Канонические уравнения. Вычисление коэффициентов и свободных членов канонических уравнений. Порядок расчёта СНС методом сил. Особенности расчёта симметричных систем. Расчёт СНС на смещение опор (методом сил).

**Тема: Расчет статически неопределимых систем методом перемещений**

Определение числа неизвестных МП. Выбор основной системы. Физический смысл канонических уравнений МП. Вычисление коэффициентов МП статическим способом и перемножением эпюр.

Определение свободных членов канонических уравнений МП статическим способом и перемножением эпюр. Теорема о взаимности реакций.

Расчет СНС методом перемещений в матричной форме.

Последовательность расчета СНС методом перемещений. Учет симметрии основной системы.

**Тема: Расчет статически неопределимых систем методом конечных элементов**

МКЭ. Идея метода. Основное уравнение МКЭ. Формирование матрицы жесткости стержневого КЭ с четырьмя обобщенными перемещениями.

МКЭ. Идея метода. Формирование матрицы жесткости стержневого КЭ с тремя обобщенными перемещениями. Матрица индексов.

Формирование глобальной матрицы жесткости системы в МКЭ с использованием МЖ отдельных КЭ и матрицы индексов.

Формирование матрицы жесткости стержневого КЭ с шестью обобщенными перемещениями. Учет деформаций сдвига.

Классическая постановка МКЭ (энергетическая). Перевод локальной матрицы жесткости КЭ в глобальную.

**Тема: Расчет СНС по методу предельного равновесия**

Понятие о расчетах за пределами упругости. Диаграмма Прандтля. Определение предельного момента при изгибе. Пластический шарнир.

Определение предельных нагрузок в статически неопределимых рамах. Возможные механизмы разрушения. Приближенный расчет рам на горизонтальные нагрузки.