



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов

20.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА***

Направление подготовки (специальность)

08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

Направленность (профиль/специализация) программы

08.05.01 Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материаловедения
Кафедра	Механики
Курс	2, 3
Семестр	4, 5

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - специалитет по специальности 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений (приказ Минобрнауки России от 31.05.2017 г. № 483)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Механики  
19.02.2020, протокол № 7

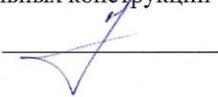
Зав. кафедрой  А.С. Савинов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  
20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Согласовано:

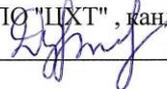
Зав. кафедрой Проектирования зданий и строительных конструкций

 В.Б. Гаврилов

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры Механики,  Ступак А.А.

Рецензент:

Директор ЗАО НПО "ЦХТ", канд. техн. наук  
 В.П. Дзюба

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Механики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Савинов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Механики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Савинов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Механики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Савинов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Механики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Савинов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Механики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Савинов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Механики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Савинов

### **1Целиосвоениядисциплины(модуля)**

Целью освоения дисциплины «Строительная механика» является обеспечение формирования профессиональных компетенций бакалавра в соответствии с требованиями ФГОС 3++, и необходимых при проектировании и возведении зданий и сооружений, удовлетворяющих конструктивно-техническим требованиям, т.е. прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкции

### **2Местодисциплины(модуля)вструктуреобразовательнойпрограммы**

Дисциплина «Строительная механика» входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/практик:

Физика

Математика

Теоретическая механика

Сопротивление материалов

Зна-

ния (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для автоматизированного проектирования объектов строительства  
Конструкции из дерева и пластмасс  
Теория упругости, основы пластичности и ползучести

### **3Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины(модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Строительная механика» обучающийся должен обладать следующими компетен-

Код инд	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1	Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук
ОПК-1.1	Определяет характеристики физического и химического процесса (явления), характерного для объектов строительной отрасли, на основе теоретического и экспериментального исследований
ОПК-1.2	Выполняет расчеты строительных конструкций и объектов строительства, оценивает их надежность, используя математическое моделирование, аналитическую геометрию и математический анализ
ОПК-1.3	Решает прикладные задачи с помощью математического аппарата, используя теорию и методы фундаментальных наук

#### 4. Структура, объём содержания дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 21 бакалаврских часов, в том числе:

– контактная работа – 125,1 академических часов;

– аудиторная – 118 академических часов;

– внеаудиторная – 7,1 академических часов;

– самостоятельная работа – 19,5 академических часов;

– подготовка к экзамену – 71,4 академических часов.

Формы аттестации – экзамен, экзамен

Раздел/тема дисциплины	Семестр				Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
	Лекции	Лаб.	Практ. зан.	Самостоятельная работа			
1. Раздел 1							
1.1 Введение. Предмет задачи курса	2		4/2И	4, 4	Поиск дополнительной информации	Теоретический вопрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
1.2 Кинематический анализ. Определение вида системы	2		4/2И		Работа с литературой	Теоретический вопрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
1.3 Расчет статически определимых систем. Многопролетные балки шарнирами.	2		6/2И		Выполнение РГР 1 «Расчет статически определимых систем на неподвижную нагрузку»	Теоретический вопрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
1.4 Трехшарнирные системы. Разновидности. Определение опорных реакций.	4	2	4/2И		Выполнение РГР 1 «Расчет статически определимых систем на неподвижную нагрузку»	Теоретический вопрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
1.5 Статически определимые фермы. Основные понятия, способы определения усилий.	14		4/2И		Выполнение РГР 1 «Расчет статически определимых систем на неподвижную нагрузку»	Теоретический вопрос. Выполнение АКР 1.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3

1.6 Расчет на подвижную нагрузку. Азбука влияния.	2		6/2И	Выполнение РГР 2 «Расчет статически определенных систем на подвижную	Теоретический опрос, с обеседование, АКР2.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3	
1.7 Определение перемещений в статически-определимых системах.	4		4/2И	Поиск дополнительной информации	Теоретический опрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3	
1.8 Основные теоремы о линейно деформируемых системах	4			Поиск дополнительной информации	Теоретический опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3	
<b>Итого по разделу</b>	<b>32</b>		<b>32/14 И</b>	<b>4, 4</b>		<b>ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3</b>	
<b>Итого за семестр</b>	<b>32</b>		<b>32/14 И</b>	<b>4, 4</b>	<b>экзамен</b>	<b>ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3</b>	
<b>2. Раздел 2</b>							
2.1 Метод сил-универсальный метод расчета СНС. Рамы, балки. Арки, фермы.	2		6/2И	2	Выполнение РГР 3 «Расчет статически неопределенных систем методом сил на силовое	Теоретический опрос, с обеседование	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
2.2 Метод сил. Расчет рамы. Использование упрощений при симметрии.	4	5	6/2И	1, 1	Выполнение РГР 3 «Расчет статически неопределенных систем методом сил на силовое	Теоретический опрос, с обеседование	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
2.3 Метод перемещений. Использование симметрии.	4		10/2 И	2	Выполнение РГР 4 «Расчет статически неопределенных систем (рамы и неразрезной балки) методом переме-	Выполнение АКР3.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
2.4 Смешанный метод.	2		4/2И	4	Поиск дополнительной информации. Подготовка к	Теоретический опрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3

2.5 Комбинированный способ.	2	4/2 И	2	Поиск дополнительной информации. Подготовка к	Теоретический опрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
2.6 Расчет плоской рамы на устойчивость методом перемещений	2	4/2 И	2	Выполнение РГР 5 «Расчет плоской рамы на устойчи-	Теоретический опрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
2.7 Понятие о расчете методом конечных элементов	2	2/2 И	2	Подготовка к теоретичес	Теоретический опрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
<b>Итого по разделу</b>	<b>18</b>	<b>36/14 И</b>	<b>15, 1</b>			<b>ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3</b>
<b>Итого за семестр</b>	<b>18</b>	<b>36/14 И</b>	<b>15, 1</b>		<b>экзамен</b>	<b>ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>50</b>	<b>68/28 И</b>	<b>19, 5</b>		<b>Экзамен, экзамен</b>	<b>ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3</b>

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Строительная механика» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предлагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к обучающемуся (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения)

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Строительная механика» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Информационная лекция проходит в традиционной форме (монолог преподавателя), в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При проведении практических занятий используется работа в команде и методы информационных технологий. Часть практических занятий ведутся в интерактивной форме. Интерактивная технология предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе личностно значимого для них образовательного результата. Учебные занятия с использованием специализированных интерактивных технологий ведутся в форме учебных дискуссий, эвристических бесед, обучения на основе опыта.

Самостоятельная работа стимулирует обучающихся в процессе подготовки домашних заданий (РГР), при решении задач на практических занятиях, при подготовке контрольных работ и итоговой аттестации.

Для достижения поставленных задач применяются методы аудиторной работы – лекционное изложение материала по назначению, особенностям использования и интерфейса программ, по приемам работы в данных программах (с применением проектора), а также проектные работы обучающихся непосредственно на компьютерной технике в рамках лабораторных работ.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## 8 Учебно-методическое информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### а) Основная литература:

1. Бабанов, В. В. Строительная механика для архитекторов : учебник и практикум для вузов / В. В. Бабанов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 487 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04646-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450663> (дата обращения: 05.08.2020).
2. Кондратенко, В. Е. Строительная механика : учебник / В. Е. Кондратенко, С. М. Горбатов, В. В. Девятьярова. — Москва : МИСИС, 2019. — 192 с. — ISBN 978-5-907226-27-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/129010> (дата обращения: 05.08.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Смирнов, В. А. Строительная механика : учебник для вузов / В. А. Смирнов, А. С. Городецкий ; под редакцией В. А. Смирнов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 423 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03317-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449879> (дата обращения: 05.08.2020).

### б) Дополнительная литература:

1. Покатилов, А. В. Практикум по строительной механике : учебное пособие / А. В. Покатилов. — Кемерово : КузГТУ имени Т. Ф. Горбачева, 2016. — 131 с. — ISBN 978-5-906888-46-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105417> (дата обращения: 05.08.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Кривошапко, С. Н. Строительная механика : учебник и практикум для вузов / С. Н. Кривошапко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 391 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01124-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449733> (дата обращения: 05.08.2020).
3. Михайлец, В. Ф. Пособие по решению задач дисциплины "Строительная механика". Раздел "Механика статически определимых стержневых систем»: учебное пособие / В. Ф. Михайлец, О. А. Осипова, С. В. Конев; МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3530.pdf&show=dcatalogues/1/1515131/3530.pdf&view=true> (дата обращения: 09.10.2020). - Макрообъект. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-9967-1100-0. - Сведения доступны также на CD-ROM.

### в) Методическая литература:

1. Козырь, А. В. Строительная механика и металлические конструкции подъемно-транспортных строительных и дорожных машин: практикум / А. В. Козырь, В. С. Великанов; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск: МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL : <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3970.pdf&show=dcatalogues/1/1532485/3970.pdf&view=true> (дата обращения: 09.10.2020). - Макрообъект. - Текст: электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.
2. Шухов, В. Г. Строительная механика. Избранные работы: учебное пособие для вузов / В. Г. Шухов. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 170 с. — (Высшее

- образование). — ISBN 978-5-534-00027-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453419> (дата обращения: 13.10.2020).
3. Тухфатуллин, Б. А. Численные методы расчета строительных конструкций. Метод конечных элементов: учебное пособие для вузов / Б. А. Тухфатуллин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 157 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08899-1. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455848> (дата обращения: 13.10.2020).
  4. Вольмир, А. С. Устойчивость деформируемых систем в 2 ч. Часть 2: учебное пособие для вузов / А. С. Вольмир. — 3-е изд., стер. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 480 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06867-2. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454397> (дата обращения: 13.10.2020).
  5. Бабанов, В. В. Техническая (строительная) механика: учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. В. Бабанов. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 487 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10332-8. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/456558> (дата обращения: 13.10.2020).
  6. Масленников, А. М. Динамика и устойчивость сооружений: учебник и практикум для вузов / А. М. Масленников. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 366 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00220-1. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450674> (дата обращения: 13.10.2020).
  7. Ступишин, Л. Ю. Строительная механика плоских стержневых систем: учеб. пособие / Л.Ю. Ступишин, С.И. Трушин; под ред. С.И. Трушина — 2-е изд. — М.: ИНФРА-М, 2019. — 278 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/1539](http://www.dx.doi.org/10.12737/1539). — ISBN 978-5-16-009451-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1013446> (дата обращения: 14.10.2020). – Режим доступа: по подписке.
  8. Кокорева, О.Г. Строительная механика и металлические конструкции подъёмно-транспортных и строительно-дорожных машин: учебное пособие / О.Г. Кокорева. — М.: Альтаир - МГАВТ, 2018. — 160 с. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/102616> (дата обращения: 14.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

#### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

##### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое П	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое П	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	<a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	<a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система – Единое окно доступа к информационным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	<a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of Science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Scopus»	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Оснащение: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: Доска, мультимедийный проектор, экран.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Оснащение: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оснащение: Стеллажи для хранения учебно-методических пособий и учебно-методической документации

**Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

По дисциплине «Строительная механика» предусмотрено выполнение расчетно-графических и аудиторных самостоятельных работ обучающихся.

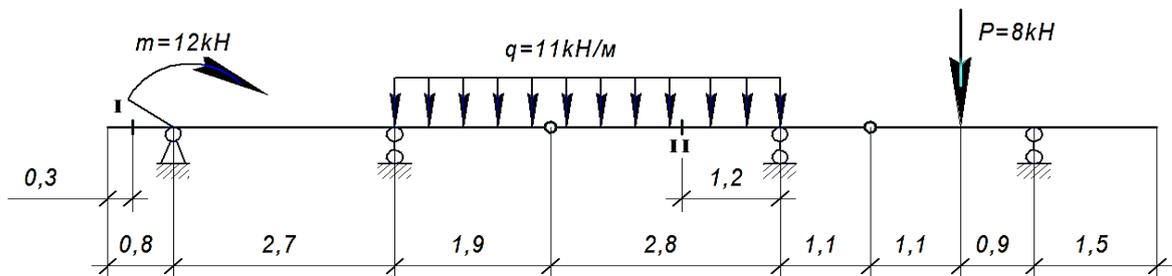
Аудиторная самостоятельная работа обучающихся предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

**Примерные расчетно графические работы (РГР):**

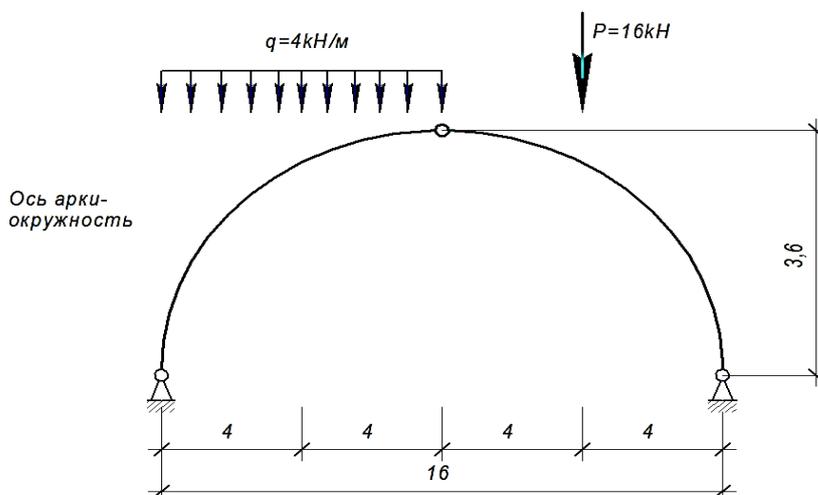
РГР №1 «Расчет статически определимых систем на неподвижную нагрузку»

Задача 1. Для балки требуется:

1. построить эпюры Q и M аналитически;
2. построить линии влияния Q и M для заданного сечения, а также линию влияния одной опорной реакции R ;
3. определить по линиям влияния Q и M, R от заданной нагрузки.

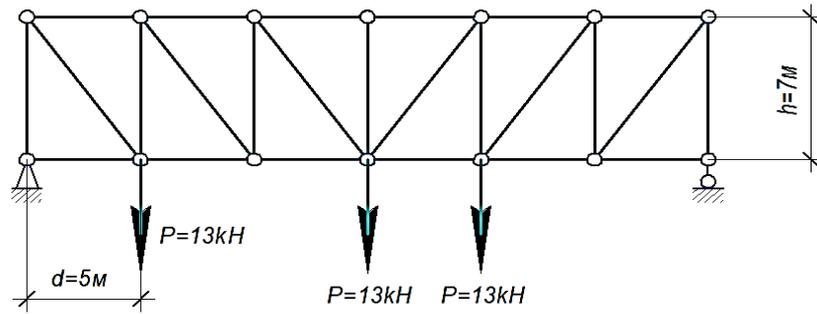


Задача 2. Для трехшарнирной арки или рамы требуется определить аналитически опорные реакции, поперечную и продольную силы, изгибающий момент в заданном сечении от заданной нагрузки;



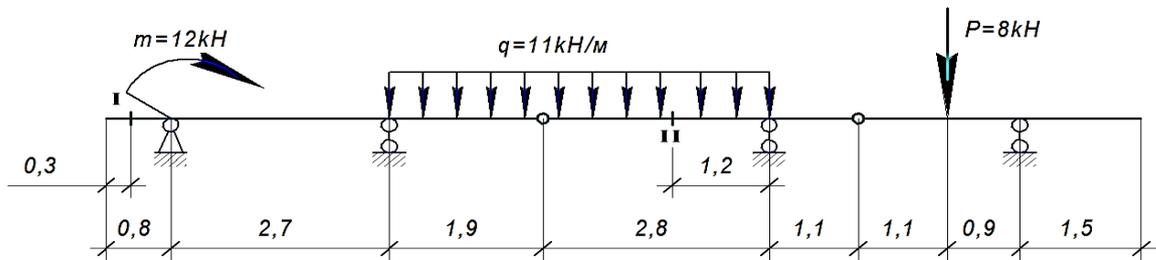
Задача 3. Для фермы с данными размерами и нагрузкой требуется определить аналитически усилия в стержнях заданной панели, включая обе стойки (5 стержней).

Рассчитать  
5 панель



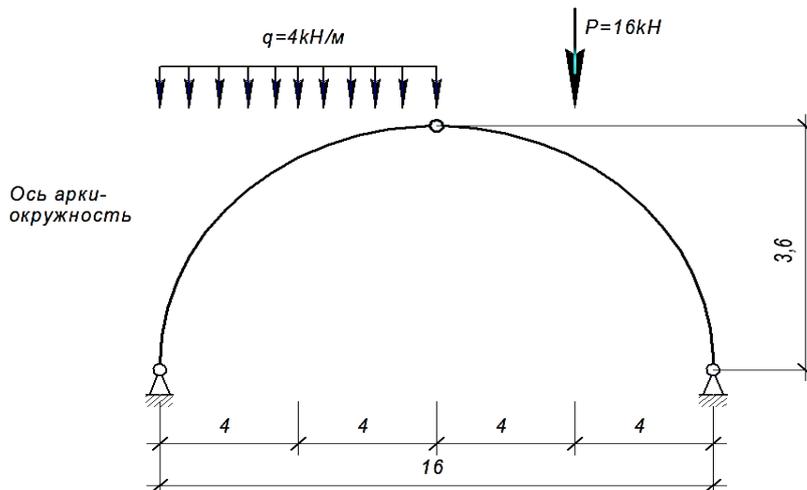
РГР №2 «Расчет статически определимых систем на подвижную нагрузку»

Задача 1. Для балки требуется построить линии влияния Q и M для заданного сечения, а также линию влияния одной опорной реакции R; вычислить данные значения от заданной нагрузки.

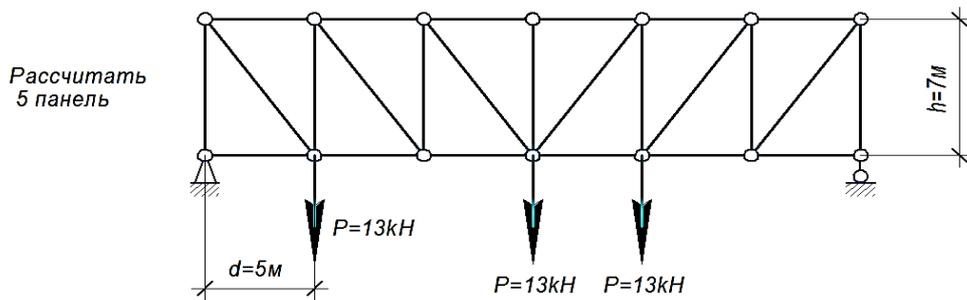


Задача 2. Для трехшарнирной арки или рамы требуется:

1. построить линии влияния изгибающего момента, поперечной и продольной сил в 1-ом заданном сечении;
2. вычислить величины изгибающего момента, поперечной и продольной сил в рассматриваемом сечении по линиям влияния.



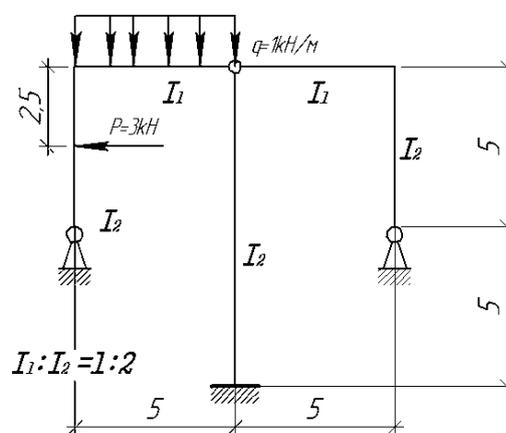
Задача 3. Для фермы с данными размерами и нагрузкой требуется построить линии влияния усилий в тех же пяти стержнях; подсчитать значения усилий от заданной нагрузки.



РГР №3. «Расчет статически **неопределимых** систем методом сил на силовое воздействие»

Расчет статически неопределимой системы методом сил:

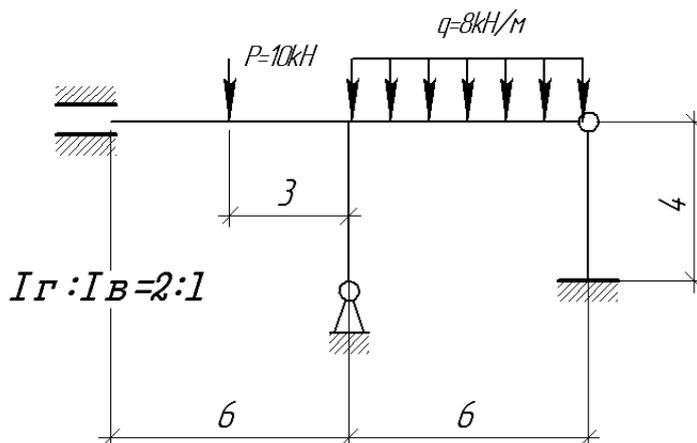
1. выявить степень статической неопределимости заданной системы
2. предложить три варианта основной системы и выбрать наиболее рациональную (учитывать известные способы упрощения расчета (неединичные неизвестные; группировка неизвестных и т.д);
3. показать эквивалентную систему;
4. составить систему канонических уравнений метода сил для предложенного варианта;
5. для выбранной основной системы построить эпюры изгибающих моментов от единичных сил, приложенных по направлениям неизвестных усилий  $X_i$  (эп.  $M_i$ ); вычислить единичные коэффициенты канонических уравнений;
6. выполнить проверку единичных коэффициентов;
7. для выбранной основной системы построить эпюры изгибающих моментов от заданной нагрузки (эп.  $MF$ ); вычислить грузовые коэффициенты канонических уравнений;
8. произвести проверку правильности грузовых коэффициентов;
9. решить систему канонических уравнений (проверка обязательна!);
10. построить окончательную эпюру моментов;
11. произвести проверки (статическую и деформационную) правильности окончательной эпюры моментов;
12. построить эпюру  $Q$  по эпюре  $M$ ;
13. построить эпюру  $N$  по эпюре  $Q$ ;
14. вычертить заданную схему, показать полученные усилия и произвести статическую проверку.



*РГР №4. «Расчет статически неопределимых систем (рамы и неразрезной балки) методом перемещений на силовое воздействие»*

*Задача 1. Расчет статически неопределимой рамы методом перемещения:*

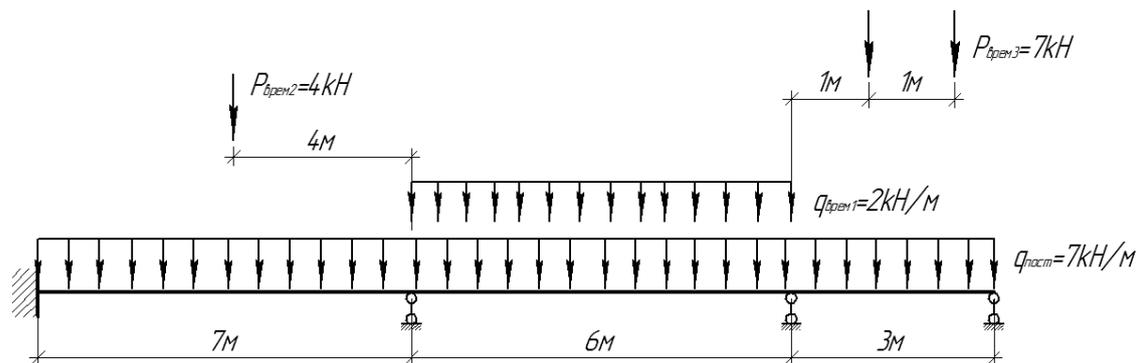
1. выявить степень кинематической неопределимости заданной системы
2. показать вариант основной системы;
3. показать эквивалентную систему;
4. составить систему канонических уравнений метода перемещения;
5. для основной системы построить эпюры моментов от единичных перемещений  $Z_i$ ; вычислить единичные коэффициенты канонических уравнений;
6. выполнить проверку единичных коэффициентов;
7. для выбранной основной системы построить эпюры изгибающих моментов от заданной нагрузки (эп. MF); вычислить грузовые коэффициенты канонических уравнений;
8. произвести проверку правильности грузовых коэффициентов;
9. решить систему канонических уравнений (проверка обязательна!);
10. построить окончательную эпюру моментов;
11. произвести проверки (статическую и деформационную) правильности окончательной эпюры моментов;
12. построить эпюру Q по эпюре M;
13. построить эпюру N по эпюре Q;
14. вычертить заданную схему, показать полученные усилия и произвести статическую проверку.



*Задача 2. Расчет статически неопределимой балки методом перемещения:*

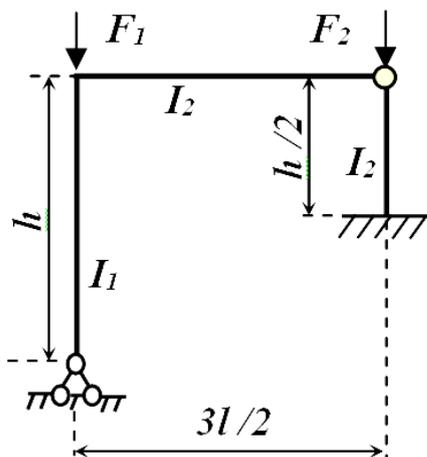
1. выявить степень кинематической неопределимости заданной системы и выбрать основную систему метода перемещений;
2. составить систему канонических уравнений метода перемещений;
3. для основной системы построить эпюры моментов от единичных перемещений  $Z_i$ ; вычислить единичные коэффициенты канонических уравнений;
4. выполнить проверку единичных коэффициентов;
5. для выбранной основной системы построить эпюры изгибающих моментов от заданной нагрузки (эп. MF); вычислить грузовые коэффициенты канонических уравнений;
6. произвести проверку правильности грузовых коэффициентов;
7. решить систему канонических уравнений (проверка обязательна!);
8. перемножая вычисленные перемещения  $Z_i$  на ординаты соответствующих эпюр  $M_i$ , построить исправленные эпюры ( $Z_i \cdot M_i$ ); суммируя ординаты грузовой и исправленных эпюр, построить результирующую эпюру изгибающих моментов M ;

9. Повторить действия 2-8 для каждой временной нагрузки.
10. Вычислить в табличной форме ординаты Max и Min эпюр моментов.



*РГР №5. «Расчет плоской рамы на устойчивость методом перемещений»*

1. выявить степень кинематической неопределимости и выбрать
2. основную систему метода перемещений;
3. составить систему канонических уравнений метода перемещений;
4. для ОСМП построить эпюры изгибающих моментов от единичных перемещений по направлениям введенных закреплений узлов. Для построения эпюр моментов использовать таблицы реакций сжато-изогнутых или изогнутых стержней ;
5. вычислить коэффициенты канонических уравнений ;
6. из коэффициентов канонических уравнений составить определитель и приравняв его нулю, получить уравнение устойчивости ;
7. путем подбора относительно параметра  $V$  решить полученное уравнение и определить значения критической нагрузки  $F_{кр}$ .



$$l=6 \text{ м, } h=4 \text{ м, } I_1:I_2=1:2$$

*АКР №1 «Расчет статически определимых систем на неподвижную нагрузку»*

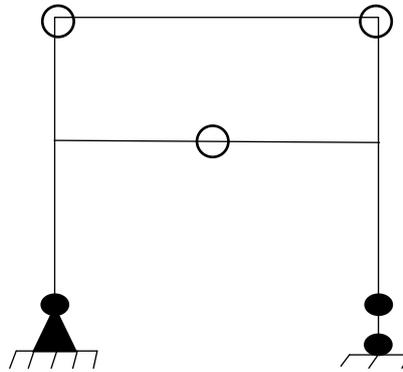
1. Если система может изменять свою форму без деформации составляющих ее элементов, то она называется:
  - 1) геометрически неизменяемой;

- 2) геометрически изменяемой;
- 3) мгновенно изменяемой;
- 4) мгновенно неизменяемой.

2. Найдите ошибку в формуле для определения «лишних» связей и исправьте ее:

$$L = C_{оп} + 2 \text{ Ш}_{вн.пр.} + 3Д$$

3. Определите число «лишних» связей в данной схеме:



4. Стержневая система из двух криволинейных стержней, соединенных между собой – это \_\_\_\_\_

5. При помощи какой (их) схем можно определять опорные реакции в шарнирно-консольных балках?

- 1) только расчетной схемы;
- 2) только поэтажной схемы;
- 3) расчетной и поэтажной схем;
- 4) нельзя определить при помощи схем.

6. Что из перечисленного не относится к методам расчета ферм:

- 1) аналитический способ;
- 2) графический способ;
- 3) глазомерный расчет;
- 4) статический способ

7. Точка, в которой пересекаются направления всех стержней, попавших в сечение, кроме искомого, называется \_\_\_\_\_

8. Продолжите: в двух стержневом нагруженном узле с силой по направлению одного стержня, другой стержень:

- 1) нулевой;
- 2) отличен от нуля;
- 3) равен 1;
- 4) равен действующей силе

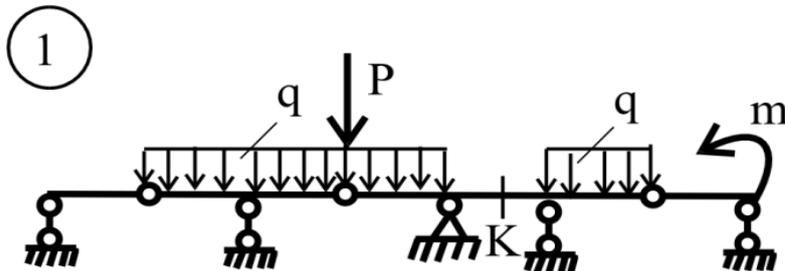
9. Ниже приведены свойства рациональной оси арки. Укажите неверное утверждение:

- а) во всех сечениях арки с рациональной осью внутренние усилия равны нулю;
- б) рациональная ось арки определяется формой эпюры изгибающих моментов в простой балке;
- в) рациональная ось арки совпадает с кривой давления;
- г) при рациональной оси арки объем материала арки наименьший.

*АКР №2 «Расчет статически определимых систем на подвижную нагрузку»*

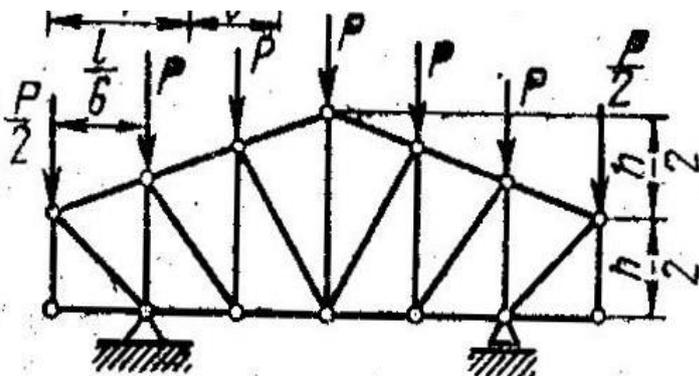
1. Что называется линией влияния?
2. Как определяется невыгодное (опасное) положение нагрузки на сооружении?
3. Как определяются усилия в заданном сечении с помощью линий влияния от действия сосредоточенной силы?
4. Каков порядок построения линий влияния изгибающего момента в заданном сечении многопролетной шарнирной балки?
5. Построить линии влияния и определить по ним величины: одной опорной реакции, поперечной силы и изгибающего момента для сечения К. Размеры пролетов принять произвольно (с условием их неодинаковости).

$q=5 \text{ кН/м}$ ,  $P=2 \text{ кН}$ ,  $m=7 \text{ кНм}$



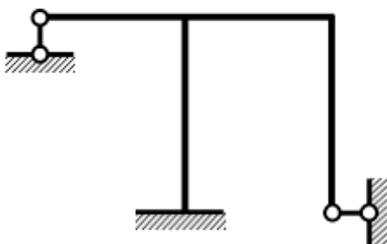
6. Построить линию влияния выделенного стержня, если:

$P=2 \text{ кН}$ ,  $h=4 \text{ м}$ ,  $l=6 \text{ м}$ .

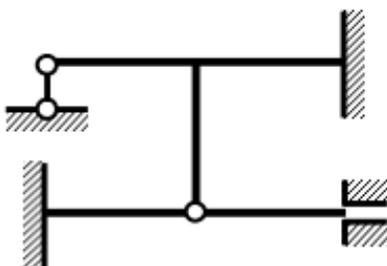


АКР №3 «Расчет статически неопределимых систем»

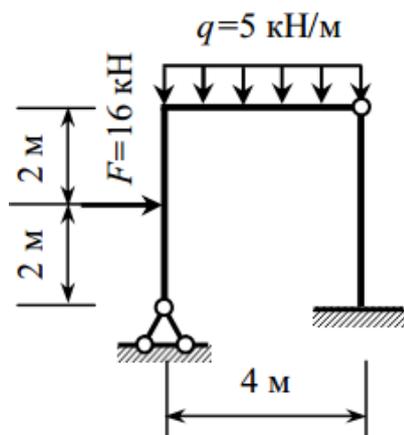
1. Определить количество лишних связей и выбрать основную систему метода сил.



2. Определить степень кинематической неопределимости и выбрать основную систему метода перемещения.



3. Построить эпюру изгибающих моментов от заданной нагрузки. Жесткости сечений вертикальных стержней  $EI$ , горизонтальных  $2EI$ .



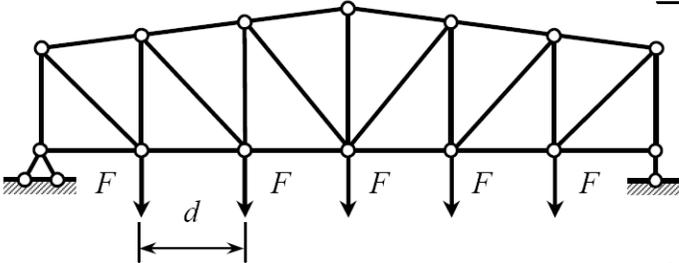
**Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

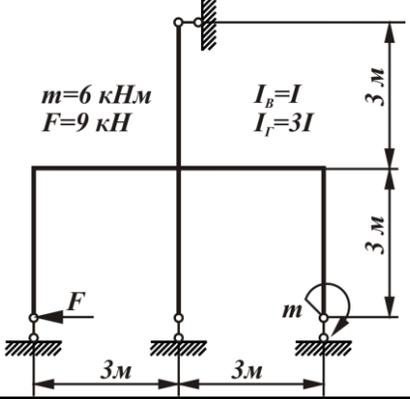
*а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:*

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине «Строительная механика» за 2 семестра и проводится в форме экзамена в 4и 5 семестрах.

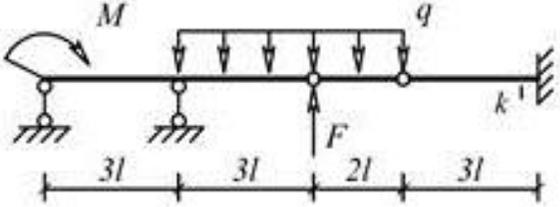
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<i>ОПК-1: Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук</i>		
ОПК-1.1	<i>Определяет характеристики физического и химического процесса (явления), характерного для объектов строительной отрасли, на основе теоретического и экспериментального исследований</i>	<p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену (4 семестр):</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое расчетная схема сооружения? Какими соображениями руководствуются при ее составлении?</li> <li>2. Что такое кинематический анализ сооружения? Что называется степенью свободы?</li> <li>3. Сколькими степенями свободы обладает точка в плоскости? В пространстве? Плоская фигура – на плоскости? Тело – в пространстве?</li> <li>4. Какие типы опор применяются для прикрепления стержневой системы к основанию (земле)? Дайте их кинематические и статические характеристики.</li> <li>5. Что такое простой цилиндрический шарнир и скольким кинематическим связям он эквивалентен?</li> <li>6. Что такое сложный шарнир? Скольким простым шарнирам он эквивалентен?</li> <li>7. Приведите примеры простых шарниров, кратных шарниров, полного</li> </ol>

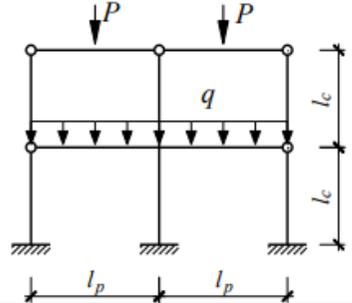
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>шарнира, неполных шарниров.</p> <p>8. Приведите формулы для определения числа лишних связей. Приведите примеры, иллюстрирующие применение формул.</p> <p>9. Назовите возможные случаи при определении числа лишних связей при анализе расчетной схемы стержневой системы.</p> <p>10. Какая система называется статически определимой? Какая система называется статически неопределимой? Как называется система, у которой число лишних связей меньше нуля? Какая система называется геометрически неизменяемой? Какая система называется геометрически изменяемой?</p> <p>11. Что такое мгновенно изменяемая система?</p> <p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену (5семестр):</i></p> <p>1. Статически неопределимые системы. Общие сведения и методы их расчета.</p> <p>2. Основные свойства статически неопределимых систем. Отличие их от статически определимых систем.</p> <p>3. Порядок расчета СНС методом сил.</p> <p>4. Расчет методом сил на заданное смещение опор.</p> <p>5. Расчет методом сил на темпера-</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства								
		<p>турное воздействие.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Метод перемещений (идея метода).</li> <li>7. Метод перемещений (неизвестные, основная система).</li> <li>8. Вычисление реакций для одиночных стержней.</li> <li>9. Расчет методом перемещений на действие температуры.</li> <li>10. Расчет методом перемещений на заданное смещение опор.</li> <li>11. Смешанный метод расчета статически неопределимых рам.</li> <li>12. Комбинированный способ расчета рам.</li> <li>13. Предельные состояния.</li> <li>14. Несущая способность сечений.</li> </ol> <p><i>Примерное практическое задания для экзамена(4 семестр):</i></p> <p>Выполнить расчет усилия раскоса в заданной панели двумя способами:</p> <p>а) аналитическим; б) с помощью линий влияния.</p> <table border="1" data-bbox="1563 1056 2094 1177"> <thead> <tr> <th>№ панели (считая слева)</th> <th><math>F</math>, кН</th> <th><math>h</math>, м</th> <th><math>d</math>, м</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>12,0</td> <td>3,2</td> <td>3,0</td> </tr> </tbody> </table> 	№ панели (считая слева)	$F$ , кН	$h$ , м	$d$ , м	2	12,0	3,2	3,0
№ панели (считая слева)	$F$ , кН	$h$ , м	$d$ , м							
2	12,0	3,2	3,0							

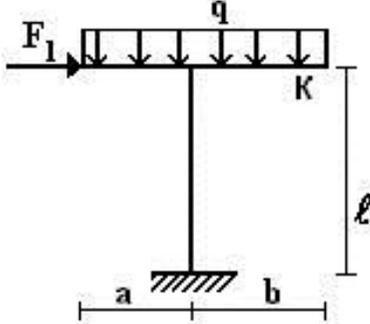
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p><i>Примерное практическое задания для экзамена(5семестр):</i></p> <p><i>Метод перемещения:</i> построить эпюры внутренних силовых факторов.</p> <p>Подобрать двутавровое сечение.</p> 
ОПК-1.2	<p><i>Выполняет расчеты строительных конструкций объектов строительства, оценивает их надежность используя математическое моделирование, аналитическую геометрию и математический анализ</i></p>	<p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену (4семестр):</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сколькими степенями свободы обладает точка в плоскости? В пространстве? Плоская фигура – на плоскости? Тело – в пространстве?</li> <li>2. Каков порядок расчета многопролетной балки с шарнирами?</li> <li>3. Какие способы определения усилий в стержнях фермы Вам известны?</li> <li>4. Какие стержни называются нулевыми? Перечислите признаки нулевых стержней.</li> <li>5. Какая нагрузка называется подвижной? Приведите примеры.</li> </ol>

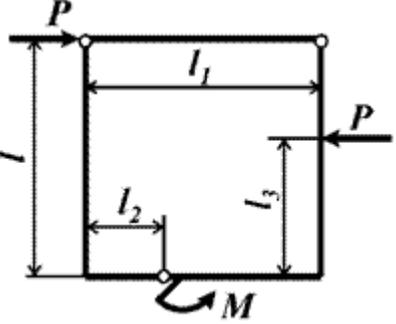
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>6. Какая задача ставится при расчете на подвижную нагрузку?</p> <p>7. Что называется линией влияния?</p> <p>8. В чем отличие линии влияния от эпюры?</p> <p>9. Что называется перемещением сечения? Для чего определяют перемещения?</p> <p>10. Какова зависимость между перемещением и нагрузкой для линейно деформируемых систем? Напишите выражение обобщенного закона Гука для таких систем.</p> <p>11. Какое положение занимает переходная прямая в линиях влияния в элементах фермы?</p> <p>12. Если при построении линии влияния используется моментная точка, то где пересекаются правая и левая ветви л.в.?</p> <p>13. Какие особенности имеет построение л.в. усилий в элементах шпренгельной фермы?</p> <p>14. Как учитывается узловая передача нагрузки при построении линий влияния?</p> <p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену (5семестр):</i></p> <p>1. Определение степени статической неопределимости.</p> <p>2. Метод сил (неизвестные, основная система).</p> <p>3. Порядок расчета СНС методом сил.</p> <p>4. Метод перемещений (идея метода).</p> <p>5. Метод перемещений (неизвестные, основная система).</p> <p>6. Определение реакций связей для</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства								
		<p>изогнутых стержней.</p> <p>7. Канонические уравнения метода перемещений, их свойства. Способы определения коэффициентов и свободных членов.</p> <p>8. Порядок расчета СНС методом перемещений. Построение окончательной эпюры.</p> <p>9. В чем заключается метод расчета по предельным состояниям?</p> <p>10. Перечислите предельные состояния.</p> <p><i>Примерное практическое задания для экзамена(4семестр):</i></p> <p>Для многопролетной балки, изображенной на рис. требуется:</p> <p>1) построить эпюры внутренних силовых факторов и линии влияния внутренних усилий в сечении <math>k</math>;</p> <p>2) определить усилия в сечении <math>k</math> по линиям влияния от заданной нагрузки и сравнить их с усилиями на эпюрах.</p> <table border="1" data-bbox="1682 975 1973 1086"> <thead> <tr> <th><math>l</math>, м</th> <th><math>M</math>, кНм</th> <th><math>F</math>, кН</th> <th><math>q</math>, кН/м</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>6</td> <td>4</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>  <p><i>Примерное практическое задания для экзамена(5семестр):</i></p> <p>Для рамы произвести выбор рационального ме-</p>	$l$ , м	$M$ , кНм	$F$ , кН	$q$ , кН/м	2	6	4	2
$l$ , м	$M$ , кНм	$F$ , кН	$q$ , кН/м							
2	6	4	2							

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																																			
		<p>тогда расчета статически неопределимых систем в таблично форме.</p> <table border="1" data-bbox="1592 320 2181 523"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Методы расчета</th> <th colspan="2">система</th> <th colspan="3">неизвестные</th> </tr> <tr> <th>симм.</th> <th>про-изв.</th> <th>общее число</th> <th>симм.</th> <th>кос сим</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>– метод сил</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>– метод перемещений</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>– смешанный метод</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>– комбинированный метод</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> 	Методы расчета	система		неизвестные			симм.	про-изв.	общее число	симм.	кос сим	– метод сил						– метод перемещений						– смешанный метод						– комбинированный метод					
Методы расчета	система			неизвестные																																	
	симм.	про-изв.	общее число	симм.	кос сим																																
– метод сил																																					
– метод перемещений																																					
– смешанный метод																																					
– комбинированный метод																																					
ОПК-1.3	<p><i>Решает прикладные задачи с помощью математического аппарата, используя теорию и методы фундаментальных наук</i></p>	<p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену (4семестр):</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислите статические признаки мгновенной изменяемости сооружения. Приведите примеры.</li> <li>2. Перечислите кинематические признаки мгновенной изменяемости сооружения. Приведите примеры.</li> <li>3. Перечислите основные свойства статически определимых систем.</li> <li>4. Как и для чего составляется поэтажная (монтажная) схема балки?</li> <li>5. Приведите в общем виде формулу Максвелла-Мора для определения перемещений от нагрузки. Поясните физический смысл каждой величины, входящей в формулу.</li> </ol>																																			

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>6. Как производится перемножение эпюр по правилу Верещагина?</p> <p>7. Как производится перемножение эпюр по формуле Симпсона? Как определяются знаки при перемножении?</p> <p>8. Какова последовательность действий при вычислении линейных и угловых перемещений от силовой нагрузки?</p> <p>9. По какой формуле вычисляется полное перемещение точки сооружения?</p> <p>10. Статически неопределимые системы. Общие сведения и методы их расчета.</p> <p>11. Основные свойства статически неопределимых систем. Отличие их от статически определимых систем.</p> <p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену (5семестр):</i></p> <p>1. Определение степени статической неопределимости.</p> <p>2. Метод сил (неизвестные, основная система).</p> <p>3. Канонические уравнения метода перемещений, их свойства. Способы определения коэффициентов и свободных членов.</p> <p>4. Порядок расчета СНС методом перемещений. Построение окончательной эпюры.</p> <p>5. Упрощения при расчете симметричных рам методом сил.</p> <p>6. Вычисление реакций для одиночных стержней.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства												
		<p>7. Расчет статически неопределимых систем по смешанному методу.</p> <p>8. На какие элементы делится плита при её расчёте методом конечных элементов?</p> <p>9. Зависимость между какими величинами представляет в методе конечных элементов матрица жесткости отдельного элемента?</p> <p>10. Общая процедура расчета стержневых систем методом конечных элементов в форме метода перемещений. Реализация алгоритма МКЭ в современных программных комплексах.</p> <p><i>Примерное практическое задания для экзамена(4семестр):</i></p> <p>Для рамы с указанными размерами и нагрузкой, требуется определить угол поворота в т.К.</p> <table border="1" data-bbox="1664 916 1995 1023"> <thead> <tr> <th><math>F_1</math>, кН</th> <th><math>M</math>, кНм</th> <th><math>q</math>, кН/м</th> <th><math>a</math>, м</th> <th><math>b</math>, м</th> <th><math>l</math>, м</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>24</td> <td>5</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>  <p><i>Примерное практическое задания для экзамена(5семестр):</i></p>	$F_1$ , кН	$M$ , кНм	$q$ , кН/м	$a$ , м	$b$ , м	$l$ , м	2	24	5	1	2	2
$F_1$ , кН	$M$ , кНм	$q$ , кН/м	$a$ , м	$b$ , м	$l$ , м									
2	24	5	1	2	2									

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>Из условия равновесия плоской замкнутой рамы, с известными размерами и нагрузкой, требуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) определить величину внешнего сосредоточенного момента <math>M</math>.</li> <li>2) построить эпюры внутренних силовых факторов.</li> </ol>  <p>The diagram shows a closed rectangular frame with a total height of <math>l</math> and a total width of <math>l_1</math>. A horizontal force <math>P</math> is applied to the top-left corner, pointing to the right. A horizontal force <math>P</math> is applied to the right side of the frame, pointing to the left, at a height of <math>l_2</math> from the bottom. A counter-clockwise moment <math>M</math> is applied at the bottom-right corner. The frame is supported by a roller support at the bottom-left corner and a pin support at the bottom-right corner. The distance from the left side to the pin support is <math>l_2</math>, and the distance from the bottom to the point of application of the force <math>P</math> on the right side is <math>l_2</math>.</p>

*б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:*

Промежуточная аттестация по дисциплине «Строительная механика» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена в 4 и 5 семестрах.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.