

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Инженерно-строительное отделение



**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель директора  
по образовательной деятельности  
НЧИ КФУ

Ахметов Н.Д.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа дисциплины**

Строительная механика

Направление подготовки: 08.03.01 - Строительство

Профиль подготовки: Промышленное и гражданское строительство

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Сибгатуллин К.Э. (Кафедра промышленного, гражданского строительства и строительных материалов, Инженерно-строительное отделение), KESibgatullin@kpfu.ru ; профессор, д.н. (профессор) Сибгатуллин Э.С. (Кафедра промышленного, гражданского строительства и строительных материалов, Инженерно-строительное отделение), ESSibgatullin@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2	владением методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Методы расчета сооружений на подвижную и неподвижную нагрузку. Теоретическое обоснование этих методов. Методы расчета сооружений на устойчивость и колебания.

Должен уметь:

Проводить числовые расчеты сооружений на прочность.

Находить наиболее нагруженные места в конструкции.

Проводить анализ конструкции с целью выявления её применимости в качестве строительной конструкции.

Преобразовывать реальную конструкцию в расчётную схему.

Выбирать надлежащий метод расчёта конструкции с учётом особенностей конструкции.

Должен владеть:

Строить эпюры сил и моментов, возникающих в поперечном сечении стержней системы.

Основами кинематического анализа сооружений

Основами расчёта по методу сил и методу перемещений.

Возможностями механизации вычислительной работы с применением ЭВМ.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Применять полученные знания на практике.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ОД.5 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 08.03.01 "Строительство (Промышленное и гражданское строительство)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 3 курсе в 5, 6 семестрах.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 20 часа(ов), в том числе лекции - 6 часа(ов), практические занятия - 6 часа(ов), лабораторные работы - 8 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 151 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 9 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: отсутствует в 5 семестре; экзамен в 6 семестре.

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

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Строительная механика ее задачи и методы. Значение курса строительной механики. Расчетная схема загрузки.	5	1	0	0	8
2.	Тема 2. Кинематический анализ сооружений. Неизменяемые, мгновенно-изменяемые и изменяемые системы. Степени свободы и лишние связи.	5	1	0	0	8
3.	Тема 3. Расчет статически определимых систем на неподвижную нагрузку. Методы определения внутренних усилий. Расчет статически определимых ферм.	5	1	0	0	8
4.	Тема 4. Расчет статически определимых систем на подвижную нагрузку. Линии влияния внутренних усилий в простой балке. Статические и кинематический способ построения линий влияния.	5	1	0	0	8
5.	Тема 5. Теория перемещений. Работа внешних сил. Потенциальная энергия. Теорема о взаимности работ и взаимности перемещений. Формула перемещений. Интеграл Мора.	6	1	2	0	10
6.	Тема 6. Расчет статически неопределимых рам методом сил. Метод сил. Свойства статически определимых систем. Степень статической неопределимости.	6	1	2	0	20
7.	Тема 7. Расчет статически неопределимых рам методом перемещений. Метод перемещений. Сущность метода. Незвестные и основная система метода перемещений.	6	0	0	4	30
8.	Тема 8. Смешанный метод. Сопоставление метода сил и метода перемещений. Алгоритм смешанного метода. Особенности выбора основной системы. Свойство коэффициентов /вторая теорема Релея/.	6	0	2	0	40
9.	Тема 9. Комбинированный метод.	6	0	0	4	19
	Итого		6	6	8	151

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Введение. Строительная механика ее задачи и методы. Значение курса строительной механики. Расчетная схема загрузки.

Строительная механика ее задачи и методы. Значение курса строительной механики. Расчетная схема загрузки. Основные элементы сооружений. Балки, пластины, массивные тела. Способы прикрепления сооружения к земле, подвижные, неподвижные, скользящие опоры. Статические и кинематические характеристики опор. Арки, фермы, рамы, комбинированные и висячие системы.

## **Тема 2. Кинематический анализ сооружений. Неизменяемые, мгновенно-изменяемые и изменяемые системы. Степени свободы и лишние связи.**

Неизменяемые, мгновенно-изменяемые и изменяемые системы. Степени свободы и лишние связи. Основная формула кинематического анализа. Способы соединения дисков в системы. Анализ геометрической структуры. Аналитические признаки изменяемой системы. Признаки мгновенно изменяемых систем. Степень статической определимости.

## **Тема 3. Расчет статически определимых систем на неподвижную нагрузку. Методы определения внутренних усилий. Расчет статически определимых ферм.**

Методы определения внутренних усилий. Способы простых сечений, способ совместных сечений, способы замены связей. Многопролетные балки. Способы образования балок. Порядок расчета. Расчет статически определимых ферм. Классификация ферм. Особенности работы ферм. Определение усилий в стержнях ферм. Способ вырезания узлов. Способ простых сечений. Способ моментных точек. Способ совместных сечений. Способ замены связей. Образование и расчет шпренгельных ферм. Типы стержней. Определение усилий в стержнях разных типов. Расчет трехшарнирных систем на постоянную нагрузку. Образование трехшарнирных арок и рам. Сопоставление работы арки и балки. Определение реакций. Построение эпюр.

## **Тема 4. Расчет статически определимых систем на подвижную нагрузку. Линии влияния внутренних усилий в простой балке. Статические и кинематический способ построения линий влияния.**

Линии влияния внутренних усилий в простой балке. Статические и кинематический способ построения линий влияния. Определение усилий по линиям влияния. Матрицы влияния и их связь с линиями влияния. Линии влияния при узловой передаче нагрузки. Линии влияния многопролетных балок. Определение расчетного положения вида подвижных нагрузок по линиям влияния. Понятие об эквивалентной нагрузке. Определение наибольших усилий по эквивалентной нагрузке. Матрицы влияния. Линии влияния усилий в элементах простейших ферм. Линии влияния поясов. Линии влияния различных стержней решетки. Линии влияния в стержнях сложных ферм. Способ замены стержней. Расчет шпренгельных ферм на подвижную нагрузку. Построение линий влияния для стержней различных категорий. Расчет трехшарнирной системы на подвижную нагрузку. Построение линий влияния в арках.

## **Тема 5. Теория перемещений. Работа внешних сил. Потенциальная энергия. Теорема о взаимности работ и взаимности перемещений. Формула перемещений. Интеграл Мора.**

Работа внешних сил. Потенциальная энергия. Теорема о взаимности работ и взаимности перемещений. Формула перемещений. Интеграл Мора. Техника определения перемещений. Формула Верещагина. Температурные перемещения. Перемещения вызываемые осадкой опор в статически определимых системах. Матричная форма определения перемещений. Формула Симпсона. Построение матрицы податливости. Формула матричного определения перемещений и ее реализации на ЭВМ.

## **Тема 6. Расчет статически неопределимых рам методом сил. Метод сил. Свойства статически определимых систем. Степень статической неопределимости.**

Метод сил. Свойства статически неопределимых систем. Степень статической неопределимости. Основная система и канонические уравнения метода сил и их решения. Порядок расчета статически неопределимых систем. Построение эпюр внутренних усилий в статически неопределимых рамах. Способы контроля правильности решения. Использование симметрии при расчете рам. Групповые неизвестные. Расчет статически неопределимых рам на действие температуры. Расчет рам на осадку опор. Матричная форма расчета статически неопределимых рам методом сил с применением ЭВМ.

## **Тема 7. Расчет статически неопределимых рам методом перемещений. Метод перемещений. Сущность метода. Неизвестные и основная система метода перемещений.**

Метод перемещений. Основные параметры выбора этого метода. Сущность метода. Неизвестные и основная система метода перемещений. Теорема о взаимности реакций. Способы вычисления коэффициентов. Алгоритм метода перемещений применительно к расчету рам. Построение эпюр. Матричная форма расчета рам методом перемещений с применением ЭВМ.

## **Тема 8. Смешанный метод. Сопоставление метода сил и метода перемещений. Алгоритм смешанного метода. Особенности выбора основной системы. Свойство коэффициентов /вторая теорема Релея/.**

Сопоставление метода сил и метода перемещений. Нахождение степени статической и кинематической неопределимости. Выбор Алгоритм смешанного метода, разделение конструкции на части с последующим расчётом их различными методами. Особенности выбора основной системы. Свойство коэффициентов /вторая теорема Релея/.

## **Тема 9. Комбинированный метод.**

Разложение нагрузки на симметричную и обратнoсимметричную. Расчёт части конструкции методом сил, части - методом перемещений. Сопоставление метода сил и метода перемещений. Нахождение степени статической и кинематической неопределимости. Выбор Алгоритм смешанного метода, разделение конструкции на части с последующим расчётом их различными методами. Особенности выбора основной системы. Геометрический способ нахождения перемещений.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 5</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Письменная работа	ПК-2	3. Расчет статически определимых систем на неподвижную нагрузку. Методы определения внутренних усилий. Расчет статически определимых ферм.
2	Устный опрос	ПК-2	4. Расчет статически определимых систем на подвижную нагрузку. Линии влияния внутренних усилий в простой балке. Статические и кинематический способ построения линий влияния.
<b>Семестр 6</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Письменное домашнее задание	ПК-2	5. Теория перемещений. Работа внешних сил. Потенциальная энергия. Теорема о взаимности работ и взаимности перемещений. Формула перемещений. Интеграл Мора.
2	Письменная работа	ПК-2	7. Расчет статически неопределимых рам методом перемещений. Метод перемещений. Сущность метода. Неизвестные и основная система метода перемещений.
3	Устный опрос	ПК-2	9. Комбинированный метод.
	<b>Экзамен</b>	ПК-2	

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

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 5</b>					
<b>Текущий контроль</b>					



Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	2
<b>Семестр 6</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	3
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 5**

**Текущий контроль**

**1. Письменная работа**

Тема 3

Методы определения внутренних усилий. Способы простых

сечений, способ совместных сечений, способы замены связей. Многопролетные балки.

Способы образования балок. Порядок расчета. Расчет статически определимых ферм. Классификация ферм.

Особенности работы ферм. Определение усилий в стержнях ферм. Способ вырезания узлов. Способ простых

сечений. Способ моментных точек. Способ совместных сечений. Способ замены связей. Образование и расчет

шпренгельных ферм. Типы стержней. Определение усилий в стержнях разных типов. Расчет трехшарнирных

систем на постоянную нагрузку. Образование трехшарнирных арок и рам. Сопоставление работы арки и балки.

Определение реакций. Построение эпюр.

**2. Устный опрос**

Тема 4



Линии влияния внутренних усилий в простой балке. Статические и кинематический способ построения линий влияния. Определение усилий по линиям влияния. Матрицы влияния и их связь с линиями влияния. Линии влияния при узловой передаче нагрузки. Линии влияния многопролетных балок. Определение расчетного положения вида подвижных нагрузок по линиям влияния. Понятие об эквивалентной нагрузке. Определение наибольших усилий по эквивалентной нагрузке. Матрицы влияния. Линии влияния усилий в элементах простейших ферм. Линии влияния

11 поясов. Линии влияния различных стержней решетки. Линии влияния в стержнях сложных ферм. Способ замены стержней. Расчет шпренгельных ферм на подвижную нагрузку. Построение линий влияния для стержней различных категорий. Расчет трехшарнирной системы на подвижную нагрузку. Построение линий влияния в арках.

## **Семестр 6**

### **Текущий контроль**

#### **1. Письменное домашнее задание**

##### **Тема 5**

Работа внешних сил. Потенциальная энергия. Теорема о взаимности работ и взаимности перемещений. Формула перемещений. Интеграл Мора.

Техника определения перемещений. Формула Верещагина. Температурные перемещения. Перемещения вызываемые осадкой опор в статически определимых системах. Матричная форма определения перемещений.

Формула Симпсона. Построение матрицы податливости. Формула матричного определения перемещений и ее реализации на ЭВМ.

Метод сил. Свойства статически неопределимых систем. Степень статической неопределимости.

Основная система и канонические уравнения метода сил и их решения. Порядок расчета статически неопределимых систем.

Построение эпюр внутренних усилий в статически неопределимых рамах. Способы контроля правильности решения.

Использование симметрии при расчете рам. Групповые неизвестные. Расчет статически неопределимых рам на действие температуры.

Расчет рам на осадку опор. Матричная форма расчета статически неопределимых рам методом сил с применением ЭВМ.

#### **2. Письменная работа**

##### **Тема 7**

Метод перемещений. Сущность метода. Неизвестные и основная система метода перемещений. Теорема о взаимности реакций.

Способы вычисления коэффициентов. Алгоритм метода перемещений применительно к расчету рам. Построение эпюр.

Матричная форма расчета рам методом перемещений с применением ЭВМ.

Комбинированный способ.

Сопоставление метода сил и метода перемещений. Алгоритм смешанного метода.

Особенности выбора основной системы.

Свойство коэффициентов /вторая теорема Релея/.

Расчет статически неопределимых систем методом перемещений.

Статически неопределимые системы: учёт теплового воздействия, учёт кинематического воздействия (метод перемещений).

#### **3. Устный опрос**

##### **Тема 9**

Разложение нагрузки на симметричную и обратносимметричную.

Расчет части конструкции методом сил, части - методом перемещений.

Сопоставление метода сил и метода перемещений.

Нахождение степени статической неопределимости

Нахождение кинематической неопределимости.

Выбор алгоритма смешанного метода

Разделение конструкции на части.

Расчет частей конструкции различными методами.

Особенности выбора основной системы.

Геометрический способ нахождения перемещений.

#### **Экзамен**

Вопросы к экзамену:

1. Строительная механика ее задачи и методы. Значение курса строительной механики.

Расчетная схема загрузки.

2. Основные элементы сооружений. Способы прикрепления сооружения к земле.
3. Статические и кинематические характеристики опор. Арки, фермы, рамы, комбинированные и висячие системы.
4. Неизменяемые, мгновенно-изменяемые и изменяемые системы. Степени свободы и лишние связи. Основная формула кинематического анализа.
5. Способы соединения дисков в системы. Анализ геометрической структуры. Аналитические признаки изменяемой системы.
6. Методы определения внутренних усилий. Способы простых сечений, способ совместных сечений, способы замены связей. Многопролетные балки. Способы образования балок. Порядок расчета. Расчет статически определимых ферм. Классификация ферм. Особенности работы ферм.
7. Определение усилий в стержнях ферм. Способ вырезания узлов. Способ простых сечений. Способ моментных точек. Способ совместных сечений. Способ замены связей. Образование и расчет шпренгельных ферм.
8. Типы стержней. Определение усилий в стержнях разных типов. Расчет  
12  
трехшарнирных систем на постоянную нагрузку. Образование трехшарнирных арок и рам. Сопоставление работы арки и балки.
9. Определение реакций. Построение эпюр.
10. Линии влияния внутренних усилий в простой балке. Статические и кинематический способ построения линий влияния. Определение усилий по линиям влияния. Матрицы влияния и их связь с линиями влияния.
11. Линии влияния при узловой передаче нагрузки. Линии влияния многопролетных балок. Определение расчетного положения вида подвижных нагрузок по линиям влияния. Понятие об эквивалентной нагрузке.
12. Определение наибольших усилий по эквивалентной нагрузке. Матрицы влияния. Линии влияния усилий в элементах простейших ферм. Линии влияния поясов. Линии влияния различных стержней решетки.
13. Линии влияния в стержнях сложных ферм. Способ замены стержней. Расчет шпренгельных ферм на подвижную нагрузку. Построение линий влияния для стержней различных категорий.
14. Расчет трехшарнирной системы на подвижную нагрузку. Построение линий влияния в арках.
15. Работа внешних сил. Потенциальная энергия. Теорема о взаимности работ и взаимности перемещений. Формула перемещений. Интеграл Мора.
16. Техника определения перемещений. Формула Верещагина. Температурные перемещения. Перемещения вызываемые осадкой опор в статически определимых системах. Матричная форма определения перемещений.
17. Формула Симпсона. Построение матрицы податливости. Формула матричного определения перемещений и ее реализации на ЭВМ.
18. Метод сил. Свойства статически неопределимых систем. Степень статической неопределимости.
19. Основная система и канонические уравнения метода сил и их решения. Порядок расчета статически неопределимых систем.
20. Построение эпюр внутренних усилий в статически неопределимых рамах. Способы контроля правильности решения.
21. Использование симметрии при расчете рам. Групповые неизвестные. Расчет статически неопределимых рам на действие температуры.
22. Расчет рам на осадку опор. Матричная форма расчета статически неопределимых рам методом сил с применением ЭВМ.
23. Метод перемещений. Сущность метода. Неизвестные и основная система метода перемещений. Теорема о взаимности реакций.
24. Способы вычисления коэффициентов. Алгоритм метода перемещений применительно к расчету рам. Построение эпюр.
25. Матричная форма расчета рам методом перемещений с применением ЭВМ.
26. Комбинированный способ.
27. Сопоставление метода сил и метода перемещений. Алгоритм смешанного метода. Особенности выбора основной системы.
28. Свойство коэффициентов /вторая теорема Релея/.
29. Расчет статически неопределимых систем методом перемещений.
30. Статически неопределимые системы: учёт теплового воздействия, учёт

кинематического воздействия (метод перемещений).

#### 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 5</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	10
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	2	10
<b>Семестр 6</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	10
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	10
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	3	10
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

#### 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы.

Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Электронная библиотека система - [www.znaniyum.com](http://www.znaniyum.com)

Электронная библиотека система "Лань" - <https://e.lanbook.com/>

Электронная библиотека система ?Университетская библиотека ONLINE? - <http://biblioclub.ru/>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	К началу лекции студент самостоятельно повторяет материал лекций, прочитанных ему по этой дисциплине до этой лекции. С собой студенту необходимо иметь тетрадь и ручку для конспектирования материала лекции. На лекции кроме конспектирования студент прилагает усилия для понимания преподаваемого ему материала. Данный вид работы может быть проведен с использованием дистанционных технологий на базе платформы Microsoft Teams
практические занятия	На практических занятиях время занятия посвящается закреплению практических навыков теоретических знаний, полученных на лекциях и более подробному объяснению материалов лекций, на примерах. Студенту необходимо тщательно следить за преподаваемым ему материалом. В зависимости от обстоятельств уточняющие вопросы со стороны студентов задаются либо в процессе занятия, либо по окончании решения задачи или рассмотрения темы. Данный вид работы может быть проведен с использованием дистанционных технологий на базе платформы Microsoft Teams
лабораторные работы	На лабораторных работах время занятия посвящается закреплению практических навыков теоретических знаний, полученных на лекциях и более подробному объяснению материалов лекций, на примерах. Студенту необходимо тщательно следить за преподаваемым ему материалом. В зависимости от обстоятельств уточняющие вопросы со стороны студентов задаются либо в процессе занятия, либо по окончании решения задачи или рассмотрения темы. Данный вид работы может быть проведен с использованием дистанционных технологий на базе платформы Microsoft Teams
самостоятельная работа	Самостоятельная работа включает в себя работу с различными источниками информации: изучение конспектов лекций, основной и дополнительной литературы, работа со словарями и справочниками, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернета. В результате самостоятельной работы у студента должно сформироваться понимание изученной темы. Данный вид работы может быть проведен с использованием дистанционных технологий на базе платформы Microsoft Teams

Вид работ	Методические рекомендации
письменная работа	<p>Каждому студенту достается тема письменной работы, которая может включать несколько теоретических тем. Выбор темы работы осуществляется преподавателем. Одна и та же тема письменной может достаться двум и более студентам. Работа выполняется письменно и сдается преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий. Последовательность работы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Получение задач от преподавателя.</li> <li>2. Выполнение работы.</li> </ol> <p>Письменная работа оформляется в произвольной форме, единственное требование: разборчивый почерк. При наличии неразборчивого почерка задание считается не сданным. Данный вид работы может быть проведен с использованием дистанционных технологий на базе платформы Microsoft Teams</p>
устный опрос	<p>Устный опрос включает в себя работу с различными источниками информации: изучение конспектов лекций, основной и дополнительной литературы, работа со словарями и справочниками, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернета. В результате самостоятельной работы у студента должно сформироваться понимание изученной темы. Данный вид работы может быть проведен с использованием дистанционных технологий на базе платформы Microsoft Teams</p>
письменное домашнее задание	<p>Каждому студенту достается тема письменного домашнего задания, которая может включать несколько теоретических тем. Выбор темы задания осуществляется преподавателем. Одна и та же тема письменного домашнего задания может достаться двум и более студентам. Письменное домашнее задание выполняется письменно и сдается преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения задания. Последовательность работы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Получение задач от преподавателя.</li> <li>2. Выполнение работы.</li> <li>3. Сдача работы преподавателю.</li> </ol> <p>Письменное домашнее задание оформляется в произвольной форме, единственное требование: разборчивый почерк. При наличии неразборчивого почерка задание считается не сданным. Данный вид работы может быть проведен с использованием дистанционных технологий на базе платформы Microsoft Teams</p>
экзамен	<p>О форме проведения экзамена студентов уведомляет преподаватель заблаговременно. Студентам выдается список вопросов. Темы задач, если они будут на экзамене, соответствуют темам практических занятий. Часть тем, не разобранных в течение семестра, изучается студентами самостоятельно. Пользование сторонними источниками (справочниками и таблицами) оговаривается отдельно. Данный вид работы может быть проведен с использованием дистанционных технологий на базе платформы Microsoft Teams</p>

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 08.03.01 "Строительство" и профилю подготовки "Промышленное и гражданское строительство".



**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 08.03.01 - Строительство

Профиль подготовки: Промышленное и гражданское строительство

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

**Основная литература:**

Варданян Г.С. Сопротивление материалов с основами строительной механики [Электронный ресурс] / Г. С. Варданян [и др.]; отв. ред. Г.С. Варданяна - 2-е изд., испр. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 416 с. - ISBN 9785160102207. - Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=477846> .

Ступишин Л. Ю. Строительная механика плоских стержневых систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.Ю. Ступишин; под ред. С.И. Трушина. - 2-е изд. - Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 278 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978- 5-16-009451-9. - Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=443277> .

Васильков, Г.В. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.В. Васильков, З.В. Буйко. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2013. ? 256 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5110>.

**Дополнительная литература:**

Сетков В. И. Строительные конструкции. Расчет и проектирование [Электронный ресурс] : учебник / В. И. Сетков, Е. П. Сербин. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 444 с. - ISBN 978-5-16-003989-3. - Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=773849> .

Дарков, А.В. Строительная механика [Электронный ресурс] : учебник / А.В. Дарков, В.А. Шапошников. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2010. ? 656 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/121>.

Иоскевич, А.В. Введение в динамику сооружений с использованием программного комплекса SAP2000 [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Иоскевич. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2018. ? 112 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/104860>.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ОД.5 Строительная механика

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 08.03.01 - Строительство

Профиль подготовки: Промышленное и гражданское строительство

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows