

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Озерский технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
ОТИ НИЯУ МИФИ)

Кафедра «Электрификации промышленных предприятий»

УТВЕРЖДЕНО

на заседании кафедры

« ____ » _____ протокол № _____

Зам. директора по УР

_____/О.В. Федорова/

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Строительная механика и численное моделирование конструкции

Направление подготовки (специальность)	<i>08.03.01 «Строительство»</i>
Профиль подготовки	<i>«Промышленное, гражданское и энергетическое строительство»</i>
Квалификация (степень) выпускника	<i>Бакалавр</i>

1 ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1.1 Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины «Строительная механика и численное моделирование конструкции» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной дисциплины.

1.2 Цели и задачи фонда оценочных средств

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ОС НИЯУ МИФИ.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Строительная механика и численное моделирование конструкции» решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данного курса;
- контроль и оценка степени освоения профессиональных компетенций, предусмотренных в рамках данного курса;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данного курса.

1.3 Контролируемые компетенции

Оценочные средства для текущего и промежуточного контроля направлены на проверку знаний и умений студентов, являющихся основой формирования у обучающихся следующих компетенций:

ОПК-2	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	З-ОПК-2 Знать принципы функционирования и применения современных информационных технологий У-ОПК-2 Уметь применять информационные технологии для решения профессиональных задач В-ОПК-2 Владеть навыками использования современных информационных технологий для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-3	Способен принимать решения в профессиональной сфере, используя теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства	З-ОПК-3 Знать: теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства У-ОПК-3 Уметь: принимать решения в

		<p>профессиональной сфере в соответствии с требованиями нормативной документации, действующей в строительной отрасли</p> <p>В-ОПК-3 Владеть: навыками принятия решений задач в профессиональной деятельности на основе теоретических знаний и нормативной документации, действующей в строительстве</p>
ОПК-6	Способен участвовать в проектировании объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства, в подготовке расчетного и технико-экономического обоснований их проектов, участвовать в подготовке проектной документации, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и вычислительных программных комплексов	<p>З-ОПК-6 Знать: состав проектной документации и методы проектирования объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства</p> <p>У-ОПК-6 Уметь: подготавливать расчетное и технико-экономическое обоснование проектов, разрабатывать проекты объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства</p> <p>В-ОПК-6 Владеть: навыками проектирования объектов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и вычислительных программных комплексов</p>
ОПК-7	Способен использовать и совершенствовать применяемые системы менеджмента качества в производственном подразделении с применением различных методов измерения, контроля и диагностики	<p>З-ОПК-7 Знать: состав документации по системе менеджмента качества, методы измерения, контроля и диагностики</p> <p>У-ОПК-7 Уметь: использовать и совершенствовать применяемые системы менеджмента качества</p> <p>В-ОПК-7 Владеть: методами совершенствования системы менеджмента качества с применением различных методов измерения, контроля и диагностики</p>

1.4 Планируемые результаты обучения

Поскольку перечисленные компетенции носят интегральный характер, для разработки оценочных средств целесообразно выделить планируемые результаты обучения – знания, умения и навыки, характеризующие этапы формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы. Таким образом, в результате освоения дисциплины «Строительная механика и численное моделирование конструкции» студенты должны:

Знать:

31. принципы функционирования и применения современных информационных технологий;
32. теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства;
33. состав проектной документации и методы проектирования объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства;
34. состав документации по системе менеджмента качества, методы измерения, контроля и диагностики;

Уметь:

- У1. применять информационные технологии для решения профессиональных задач;
- У2. принимать решения в профессиональной сфере в соответствии с требованиями нормативной документации, действующей в строительной отрасли;
- У3. подготавливать расчетное и технико-экономическое обоснование проектов, разрабатывать проекты объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства;
- У4. использовать и совершенствовать применяемые системы менеджмента качества;

Иметь практический опыт:

- П1. использования современных информационных технологий для решения задач профессиональной деятельности;
- П2. принятия решений задач в профессиональной деятельности на основе теоретических знаний и нормативной документации, действующей в строительстве;
- П3. проектирования объектов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и вычислительных программных комплексов;
- П4. совершенствования системы менеджмента качества с применением различных методов измерения, контроля и диагностики.

1.5 Промежуточная аттестация по дисциплине

Формой промежуточной аттестации по дисциплине «Строительная механика и численное моделирование конструкции» является: 5, 6 семестр – дифференцированный зачет, экзамен.

1.6 Перечень оценочных средств, используемых для текущей аттестации

Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
5,6 семестр			
КР1	Контрольная работа 1	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
КР2	Контрольная работа 2	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
КР3	Контрольная работа 3	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
КР4	Контрольная работа 4	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
T1	Тест 1	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
T2	Тест 2	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
T3	Тест 3	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
T4	Тест 4	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий

ДЗ1	Домашнее задание 1	Средства проверки знаний и умений по решению задач по основным разделам курса	Задачи для самостоятельного решения по соответствующему разделу курса
ДЗ2	Домашнее задание 2	Средства проверки знаний и умений по решению задач по основным разделам курса	Задачи для самостоятельного решения по соответствующему разделу курса
ДЗ3	Домашнее задание 3	Средства проверки знаний и умений по решению задач по основным разделам курса	Задачи для самостоятельного решения по соответствующему разделу курса
ДЗ4	Домашнее задание 4	Средства проверки знаний и умений по решению задач по основным разделам курса	Задачи для самостоятельного решения по соответствующему разделу курса

1.7 Расшифровка компетенций через планируемые результаты обучения

Связь между формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения представлена в следующей таблице:

Код	Проектируемые результаты освоения дисциплины и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки
	Знать (З)	Уметь (У)	Владеть (В)	
ОПК-2	З1	У1	В1	ДЗ 1-4, КР 1-4, Т 1-4, Зачет
ОПК-3	З2	У2	В2	ДЗ 1-4, КР 1-4, Т 1-4, Зачет
ОПК-6	З3	У3	В3	ДЗ 1-4, КР 1-4, Т 1-4, Зачет

1.8 Этапы формирования компетенций

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
5, 6 семестр						
Основные понятия и задачи строительной механики		ОПК-2	31, У1, П1	ДЗ 1-2	КР 1-2	
Расчёт статически определимых ферм, арок и рам		ОПК-3	32, У2, П2	ДЗ 3-6, Т1, Т2, Т3,	КР 3-4	
Основные теоремы для упругих стержневых систем.		ОПК-6	33, У3, П3	ДЗ 3-6, Т1, Т2, Т3,	КР 3-4	
Расчет статически неопределимых типовых строительных конструкций.		ОПК-7	34, У4, П4	ДЗ 3-6, Т1, Т2, Т3,	КР 3-4	
Метод конечных элементов (МКЭ)		ОПК-6	33, У3, П3	ДЗ 3-6, Т1, Т2, Т3,	КР 3-4	
Работа с программным и комплексами		ОПК-7	34, У4,	ДЗ 3-6, Т1, Т2, Т3,	КР 3-4	

			П4			
--	--	--	----	--	--	--

1.9 Шкала оценки образовательных достижений

1.9.1 Шкала оценки за разделы дисциплины

Раздел	Форма текущего контроля, ТК	Максимальный балл за текущий контроль	Максимальный балл за раздел
5, 6 семестр			
Основные понятия и задачи строительной механики	ДЗ1, КР1,	10 10	20
Расчёт статически определимых ферм, арок и рам	ДЗ2	10	10
Основные теоремы для упругих стержневых систем.	КР2	10	10
Расчет статически неопределимых типовых строительных конструкций.	ДЗ3, ДЗ4,	10 10	20
Метод конечных элементов (МКЭ)	ДЗ5, ДЗ6,	10 10	20
Работа с программными комплексами	КР3, КР4	10 10	20

1.9.2 Шкала итоговой оценки за семестр

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	
	60-64	E
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже:

Сумма баллов	Оценка ECTS	Уровень приобретенных знаний по дисциплине
90-100	А	«Отлично» – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному
85-89	В	«Очень хорошо» – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному
75-84	С	«Хорошо» – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками
65-74	D	«Удовлетворительно» – теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.
60-64	Е	«Посредственно» – теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.
Ниже 60	F	«Неудовлетворительно» – теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Озерский технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ОТИ НИЯУ МИФИ)

Кафедра «Электрификации промышленных предприятий»

Контрольно-измерительные материалы

по дисциплине «Строительная механика и численное моделирование конструкции»

(входной контроль)

Озерск, 2026

Примерные вопросы:

1. Как классифицируются твердые тела по геометрическим признакам.
2. Сколько независимых уравнений равновесия можно составить для плоской системы сходящихся сил?
3. Сколько независимых уравнений равновесия можно составить для плоской произвольной системы сил?
4. Какие способы определения усилий в стержнях ферм существуют в теоретической механике?
5. По какой простейшей формуле определяются степень статической неопределимости системы?
6. Какой закон сохранения лежит в основе вывода формулы интеграла Мора?
7. Какой метод расчета статически неопределимых систем известен из курса «Сопротивление материала».
8. Какие существуют критерии работоспособности?
9. Что такое устойчивость?
10. По каким признакам классифицируются приложенные к конструкции нагрузки?

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Озерский технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ОТИ НИЯУ МИФИ)

Кафедра «Электрификации промышленных предприятий»

Контрольно-измерительные материалы

по дисциплине «Строительная механика и численное моделирование конструкции»

(текущий контроль)

Озерск, 2026

Тесты

Тест № 1

Тестовое задание по разделу «Основные понятия и задачи строительной механики»

- выполняется 20 минут;
- в каждом варианте необходимо выбрать один правильный ответ;
- содержит 10 вопросов, правильный ответ на вопрос оценивается в 2 балла, неверный ответ – 0 баллов.
- максимальный балл – 20; минимальный (определяющий успешное прохождение тестирования – 12).

1. Каковы цели расчёта конструкций на прочность, жёсткость и устойчивость?

<i>а)</i>	обеспечить необходимую надёжность сооружений	<i>б)</i>	устранить возможности появления прогибов, осадок или вибраций
<i>в)</i>	обеспечить необходимую и достаточную, но не излишнюю надёжность сооружений и устранить возможности появления значительных прогибов, осадок или вибраций	<i>г)</i>	устранить возможности появления значительных прогибов

2. Что является основной задачей строительной механики?

<i>а)</i>	обеспечить надёжность сооружений	<i>б)</i>	является разработка методов расчёта и получения данных для надёжного и экономичного проектирования зданий и сооружений.
<i>в)</i>	устранить возможности появления значительных прогибов	<i>г)</i>	является получение данных для надёжного и экономичного

			проектирования зданий и сооружений.
--	--	--	-------------------------------------

3. Какие две основные категории имеются в механическом расчете сооружений?

<i>a)</i>	воздействия и сопротивление	<i>б)</i>	Силы и напряжения
<i>в)</i>	Силы и перемещений	<i>г)</i>	Перемещения и деформации

4. Какие уравнения служат основными разрешающими уравнениями строительной механики?

<i>a)</i>	уравнения совместности деформаций	<i>б)</i>	уравнения совместности деформаций, физические уравнения
<i>в)</i>	уравнения равновесия, физические уравнения	<i>г)</i>	уравнения равновесия, совместности деформаций, физические уравнения

5. Что называют изменяемостью системы?

<i>a)</i>	Свойство системы изменять форму при отсутствии деформаций в элементах	<i>б)</i>	Свойство системы сохранять форму при действии сил
<i>в)</i>	Свойство системы изменять форму при действии сил	<i>г)</i>	Свойство системы изменять положение при действии сил

6. Перечислите типы опор.

<i>a)</i>	Шарнирно подвижная, шарнирно неподвижная опоры	<i>б)</i>	Шарнирно подвижная, шарнирно неподвижная и жёстко закреплённая опора (заделка),
<i>в)</i>	Жёстко закреплённая опора (заделка),	<i>г)</i>	Шарнирно неподвижная и жёстко закреплённая опора (заделка),

7. Общее число степеней свободы плоской системы с жесткими элементами и связями вычисляют по формуле

<i>a)</i>	$n = D - C$	<i>б)</i>	$n = 3D - C$
-----------	-------------	-----------	--------------

в)	$n = 3C - D$	з)	$n = 6D - C$
----	--------------	----	--------------

8. Общее число степеней свободы пространственной системы с жесткими блоками и связями вычисляют по формуле

а)	$n = B - C$	б)	$n = B - 6C$
в)	$n = 6B - C$	з)	$n = 6B - 3C$

9. Чему равна степень изменяемости статически определимой системы?

а)	0	б)	>0
в)	<0	з)	6

10. Влияют ли деформации элементов, осадка опор и другие факторы геометрического характера на значения внутренних сил в статически определимых системах?

а)	да	б)	Только осадка опор
в)	нет	з)	Только деформации элементов

Тест № 2

Тестовое задание по разделу «Расчёт статически определимых ферм, арок и рам»

- выполняется 20 минут;
- в каждом варианте необходимо выбрать один правильный ответ;
- содержит 5 вопросов, правильный ответ на вопрос оценивается в 4 балла, неверный ответ – 0 баллов.
- максимальный балл – 20; минимальный (определяющий успешное прохождение тестирования – 12).

1. Из чего состоят расчётные схемы ферм и как соединены между собой элементы ферм?

а)	Из узлов и стержней, шарнирно	б)	Из стержней, шарнирно неподвижными опорами
в)	Из узлов и стержней, шарнирно подвижными	з)	Из узлов и стержней, заделками

	опорами		
--	---------	--	--

2. Как называются стержни в плоской ферме?

а)	наклонные раскосы и вертикальные стойки	б)	верхнего и нижнего пояса, наклонные раскосы и вертикальные стойки
в)	верхнего и нижнего пояса, вертикальные стойки	г)	ригели и вертикальные стойки

3. Как вычисляют степень общей изменяемости шарнирно-стержневой системы для плоской системы?

а)	$n = 3Y - C$	б)	$n = 2Y - 3C$
в)	$n = 2Y - C$	г)	$n = 2C - Y$

4. Вычислить степень общей изменяемости приведенной фермы

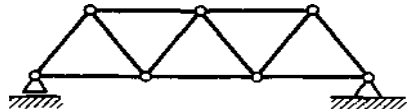


Рис. 19

а)	1	б)	0
в)	-1	г)	3

5. Какими методами определяют усилия в стержнях плоской фермы?

а)	Вырезания узлов, сквозных сечений, проекций	б)	Вырезания узлов
в)	Сквозных сечений, проекций	г)	Вырезания узлов, проекций

Тест № 3

Тестовое задание по разделу «Общие теоремы строительной механики»

- выполняется 20 минут;
- в каждом варианте необходимо выбрать один правильный ответ;

– содержит 5 вопросов, правильный ответ на вопрос оценивается в 4 балла, неверный ответ – 0 баллов.

– максимальный балл – 20; минимальный (определяющий успешное прохождение тестирования – 12).

1. Вектор с какими координатами называют градиентом потенциального поля?

a)	X; Y; Z	б)	$\frac{\partial F}{\partial x}; \frac{\partial F}{\partial y}$
в)	$F_x = \frac{\partial F}{\partial x}; F_y = \frac{\partial F}{\partial y}; F_z = \frac{\partial F}{\partial z}$	г)	$\frac{\partial F}{\partial x}; \frac{\partial F}{\partial z}$

2. По какой формуле вычисляют потенциальную энергию масс объектов, находящихся в потенциальном поле?

a)	$V = \sum_{i=1}^n m_i P_i$	б)	$V = \sum_{i=1}^n m_i F_i$
в)	$W = \sum_{i=1}^n m_i N_i$	г)	$V = \sum_{i=1}^n F_i P_i$

3. По какой формуле можно вычислить силу P_{x_i} , действующую на массу по направлению x_i ?

a)	$N_i = - \frac{\partial V}{\partial x_i} = - m_i \frac{\partial F_i}{\partial x_i}$	б)	$P_{x_i} = - \frac{\partial V}{\partial x_i} = - m_i \frac{\partial F_i}{\partial x_i}$
в)	$P_i = \frac{\partial V}{\partial x_i} = m_i \frac{\partial F_i}{\partial x_i}$	г)	$N_i = - \frac{\partial V}{\partial x_i} = - m_i \frac{\partial P_i}{\partial x_i}$

4. Какими уравнениями выражается связь между внешними и внутренними силами?

a)	Нелинейными	б)	Трансцендентными
в)	Линейными	г)	Комплексными

	$a_{11}N_1 + a_{12}N_2 + \dots + a_{1n}N_n + P_1 =$		
	$a_{21}N_1 + a_{22}N_2 + \dots + a_{2n}N_n + P_2 =$		
		
	$a_{n1}N_1 + a_{n2}N_2 + \dots + a_{nn}N_n + P_n =$		

5. Что принимают за неизвестные в методе перемещений?

<i>a)</i>	Линейные и угловые деформации	<i>б)</i>	Внутренние усилия
<i>в)</i>	Линейные и угловые перемещения	<i>г)</i>	Реакции в опорах

Тест № 4

Тестовое задание по разделу «Расчёты по программному комплексу Structure CAD. Устойчивость плоских рам».

- выполняется 20 минут;
- в каждом варианте необходимо выбрать один правильный ответ;
- содержит 5 вопросов, правильный ответ на вопрос оценивается в 4 балла, неверный ответ – 0 баллов.
- максимальный балл – 20; минимальный (определяющий успешное прохождение тестирования – 12).

1. Для чего используют фильтры программного комплекса Structure CAD?



<i>a)</i>	Фильтры служат для раскраски расчетной схемы	<i>б)</i>	Фильтры служат для управления отображением расчетной схемы
<i>в)</i>	Фильтры служат для изменения цвета экрана	<i>г)</i>	Фильтры служат для управления отображением деформаций

2. Какие основные этапы необходимо выполнить для осуществления расчёта программным комплексом Structure CAD?

<i>a)</i>	ввод геометрических параметров; наложение связей; задание жёсткостей; приложение нагрузок	<i>б)</i>	ввод геометрических параметров; наложение связей; задание жёсткостей;
-----------	-------------------------------------------------------------------------------------------	-----------	-----------------------------------------------------------------------

в)	ввод геометрических параметров; задание жёсткостей; приложение нагрузок	з)	наложение связей; задание жёсткостей; приложение нагрузок
----	-------------------------------------------------------------------------	----	-----------------------------------------------------------

3. Последовательность каких действий приводит к выполнению линейного расчёта?

а)	Пункт меню Загрузки ; нажать кнопку ОК	б)	Пункт меню назначения ; нажать кнопку ОК
в)	нажать кнопку  - переход в дерево проекта; курсор в позицию Линейный ; нажать кнопку ОК	з)	нажать кнопку  - переход в дерево проекта; курсор в позицию Графический анализ

4. Какой вид принимает система канонических уравнений при расчёте рам на устойчивость при действии узловой нагрузки?

а)	$\begin{cases} r_{11}Z_1 + r_{12}Z_2 + \dots + r_{1n}Z_n = p_1 \\ \dots \\ r_{m1}Z_1 + r_{m2}Z_2 + \dots + r_{mn}Z_n = p_m \end{cases}$	б)	$\begin{cases} r_{11}Z_1 + r_{12}Z_2 + \dots + r_{1n}Z_n = 0 \\ \dots \\ r_{m1}Z_1 + r_{m2}Z_2 + \dots + r_{mn}Z_n = 0 \end{cases}$
в)	$\begin{cases} r_{11}N_1 + r_{12}N_2 + \dots + r_{1n}N_n = p_1 \\ \dots \\ r_{m1}N_1 + r_{m2}N_2 + \dots + r_{mn}N_n = p_m \end{cases}$	з)	$\begin{cases} r_{11}P_1 + r_{12}P_2 + \dots + r_{1n}P_n = 0 \\ \dots \\ r_{m1}P_1 + r_{m2}P_2 + \dots + r_{mn}P_n = 0 \end{cases}$

5. Из какого уравнения находят критические значения параметров нагрузки?

а)	$D = \begin{vmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & r_{mn} \end{vmatrix} \neq 0$	б)	$D = \begin{vmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & r_{mn} \end{vmatrix} \leq 0$
в)	$D = \begin{vmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & r_{mn} \end{vmatrix} = 0$	з)	$D = \begin{vmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & r_{mn} \end{vmatrix} \geq 0$

Приложение.

Номера заданий теста №1 и номера правильных ответов.

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ ответа	<i>в</i>	<i>б</i>	<i>а</i>	<i>г</i>	<i>а</i>	<i>б</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>а</i>	<i>в</i>

Номера заданий теста №2 и номера правильных ответов.

№ задания	1	2	3	4	5
№ ответа	<i>в</i>	<i>б</i>	<i>б</i>	<i>а</i>	<i>в</i>

Номера заданий теста №3 и номера правильных ответов.

№ задания	1	2	3	4	5
№ ответа	<i>в</i>	<i>б</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>б</i>

Номера заданий теста №4 и номера правильных ответов.

№ задания	1	2	3	4	5
№ ответа	<i>б</i>	<i>а</i>	<i>в</i>	<i>б</i>	<i>в</i>

Критерии оценивания Теста № 1:

20 б. 9-10 верно данных ответов;

14б. 7-8 верно данных ответов

12 б.6 верно данных ответов

0б. 0-5 верно данных ответов

Критерии оценивания Теста № 2,3,4:

20 б. 5 верно данных ответов;

14б. 4 верно данных ответов

12 б. 3 верно данных ответов

Об. 0-2 верно данных ответов

1.2.2 Практические работы

Практическое занятие №1,2. Статический и кинематический способы построения линий влияния для балок. Определение усилий от внешней нагрузки по линиям влияния. Нахождения невыгодного положения нагрузки.

Цель занятия: ознакомление и получение практических навыков при статическом и кинематическом способах построения линий влияния для балок.

Содержание работы:

1. Опрос студентов по теме практического задания (10 мин.).
2. Краткие сведения из теоретического материала по теме.
3. Методические указания к решению задач по теме.
4. Решение задач по теме.

Контрольные вопросы

1. Что называют линией влияния?
2. В чём заключается статический способ построения линий влияния для балок?
3. Как строят линия влияния R_A , R_B , Q_K , M_K ?

Занятие №3,4. Определение усилий от внешней нагрузки по линиям влияния. Нахождения невыгодного положения нагрузки.

Цель занятия: ознакомление и получение практических навыков при расчете усилий от внешней нагрузки по линиям влияния..

Содержание работы:

1. Опрос студентов по теме практического задания (10 мин.).
2. Краткие сведения из теоретического материала по теме.
3. Методические указания к решению задач по теме.
4. Решение задач: по теме.

Контрольные вопросы

1. Как вычисляют усилия от сосредоточенной силы?
2. Как вычисляют усилия от сосредоточенного момента?
3. Как вычисляют усилия от равномерно распределённой нагрузки?

Занятие №5. Расчет статически определимых ферм.

Цель занятия: ознакомление и получение практических навыков при расчете статически определимых ферм.

Содержание работы:

5. Опрос студентов по теме практического задания (10 мин.).
6. Краткие сведения из теоретического материала по теме.

7. Методические указания к решению задач по теме.
8. Решение задач: по теме.

Контрольные вопросы

4. Как вычисляют степень изменяемости фермы?
5. Какие усилия действуют в стержнях ферм?
6. Какими методами определяют усилия в стержнях ферм?

Занятие №6,7. Аналитическое определение усилий в стержнях шпренгельной фермы.

Цель занятия: ознакомление и получение практических навыков при вычислении усилий в стержнях шпренгельной фермы.

Содержание работы:

1. Опрос студентов по теме практического задания (10 мин.).
2. Краткие сведения из теоретического материала по теме.
3. Методические указания к решению задач по теме.
4. Решение задач по теме.

Контрольные вопросы

1. Какие фермы называют шпренгельными?
2. Какие категории стержней в шпренгельной ферме?
3. Как вычисляют усилия в стержнях разных категорий?

Занятие №8. Расчет статически определимых арок.

Цель занятия: ознакомление и получение практических навыков при расчете статически определимых арок.

Содержание работы:

1. Опрос студентов по теме практического задания (10 мин.).
2. Краткие сведения из теоретического материала по теме.
3. Методические указания к решению задач по теме.
4. Решение задач по теме.

Контрольные вопросы

1. Какие сооружения называют распорными арками и рамами?
2. Какие усилия действуют в распорных арках?
3. Какие правила знаков приняты для усилий в распорных арках?
4. По каким формулам вычисляют усилия в распорных арках?

Занятие №9. Определение усилий в стержнях пространственных ферм.

Цель занятия: ознакомление и получение практических навыков при определении усилий в стержнях пространственных ферм.

Содержание работы:

1. Опрос студентов по теме практического задания (10 мин.).
2. Краткие сведения из теоретического материала по теме.
3. Методические указания к решению задач по теме.
4. Решение задач по теме.

Контрольные вопросы

1. Как вычислить степень изменяемости пространственных ферм?
2. Какие усилия действуют в стержнях пространственных ферм?
3. Какими методами определяют усилия в стержнях пространственных ферм?

Семестр 6

Практические занятия, выполняемые по разделам 1-2, оцениваются в

1,5 балла каждое в зависимости от качества выполнения и защиты работы (ответов на вопросы преподавателя).

0-0,8 баллов – студент не смог продемонстрировать ключевые знания, умения и навыки по теме практической работы.

0,9-1,12 балла – студент продемонстрировал ключевые знания, умения и навыки, но не смог продемонстрировать глубокого понимания предмета изучения по большинству вопросов.

1,13-1,34 балла – студент продемонстрировал ключевые знания, умения и навыки, продемонстрировал, в основном, глубокое понимание предмета изучения.

1,35-1,5 балла – студент продемонстрировал ключевые знания, умения и навыки, продемонстрировал глубокое понимание предмета изучения.

Практическое занятие №1,2,3. Вычисление работы, потенциальной энергии консольной балки и плоской фермы.

Цель занятия: ознакомление и получение практических навыков при вычислении работы, потенциальной энергии консольной балки и плоской фермы.

Содержание работы:

1. Опрос студентов по теме практического задания (10 мин.).
2. Краткие сведения из теоретического материала по теме.
3. Методические указания к решению задач по теме.
4. Решение задач по теме.

Контрольные вопросы

1. Как записывают обобщённый закон Гука для идеально упругого тела?
2. По какой формуле вычисляют действительную работу статически приложенных внешних сил (Теорема Клапейрона)?
3. По какой формуле вычисляют действительную работу внутренних сил на перемещениях вызванных статически приложенной внешней нагрузкой?
4. По какой формуле вычисляют потенциальную энергию упругой системы?

Занятие №4,5,6. Определение перемещения энергетическим способом.

Цель занятия: ознакомление и получение практических навыков при расчете перемещений энергетическим способом.

Содержание работы:

1. Опрос студентов по теме практического задания (10 мин.).
2. Краткие сведения из теоретического материала по теме.
3. Методические указания к решению задач по теме.
4. Решение задач: по теме.

Контрольные вопросы

1. Сформулировать теорему Кастильяно. Её математическое выражение?
2. Последовательность вычисления перемещений энергетическим способом.

Занятие №7. Определение перемещений от смещений связей, осадки опор.

Цель занятия: ознакомление и получение практических навыков при вычислении перемещений от смещений связей, осадки опор.

Содержание работы:

1. Опрос студентов по теме практического задания (10 мин.).
2. Краткие сведения из теоретического материала по теме.
3. Методические указания к решению задач по теме.
4. Решение задач по теме.

Контрольные вопросы

1. По какой формуле вычисляют перемещения от смещений связей, осадки опор?
2. Смысл величин входящих в формулу?

Занятие №8. Определение усилий в стержнях плоской трёхстержневой системы.

Цель занятия: ознакомление и получение практических навыков при расчете усилий в стержнях плоской трёхстержневой системы.

Содержание работы:

1. Опрос студентов по теме практического задания (10 мин.).
2. Краткие сведения из теоретического материала по теме.

3. Методические указания к решению задач по теме.
4. Решение задач по теме.

Контрольные вопросы

1. Как определить усилия в стержнях плоской трёхстержневой системы?

Занятие №9,10. Определение усилий в стержнях шпренгельной фермы по программному комплексу Structure CAD (SCAD).

Цель занятия: ознакомление и получение практических навыков при определении усилий в стержнях шпренгельной фермы по программному комплексу Structure CAD (SCAD).

Содержание работы:

1. Опрос студентов по теме практического задания (10 мин.).
2. Краткие сведения из теоретического материала по теме.
3. Методические указания к решению задач по теме.
4. Решение задач по теме.

Контрольные вопросы

1. Меню программного комплекса Structure CAD.
2. Перечислите основные этапы расчёта?
3. Для каких действий предназначены левые и правые фильтры?
4. Как задать и отобразить на схеме узловую нагрузку?

Занятие №11,12,13,14,15. Определение усилий в стержнях плоской фермы и рамы по программному комплексу Structure CAD (SCAD).

Цель занятия: ознакомление и получение практических навыков при расчёте на прочность плоской рамы по программному комплексу Structure CAD (SCAD).

Содержание работы:

1. Опрос студентов по теме практического задания (10 мин.).
2. Краткие сведения из теоретического материала по теме.
3. Методические указания к решению задач по теме.
4. Решение задач по теме.

Контрольные вопросы

1. Как спроектировать раму на плоскость?
2. Как задать и отобразить на схеме сосредоточенную нагрузку на стержень?
3. Как задать и отобразить на схеме распределённую нагрузку на стержень?

Занятие №16. Определение усилий в арках по программному комплексу Structure CAD (SCAD).

Цель занятия: ознакомление и получение практических навыков при расчёте на прочность арок по программному комплексу Structure CAD (SCAD).

Содержание работы:

1. Опрос студентов по теме практического задания (10 мин.).
2. Краткие сведения из теоретического материала по теме.
3. Методические указания к решению задач по теме.
4. Решение задач по теме.

Контрольные вопросы

1. Как спроектировать арку на плоскость?
2. Как врезать шарнир в арку?
3. Как задать и отобразить на схеме сосредоточенную нагрузку?
4. Как задать и отобразить на схеме распределённую нагрузку?
5. Как показать схему деформации арки?

Занятие №17. Пример расчёта рамы на устойчивость. Критические значения параметров. Формы потери устойчивости.

Цель занятия: ознакомление с основными возможностями и получение практических навыков при расчёте плоских рам на устойчивость.

Содержание работы:

1. Опрос студентов по теме практического задания (10 мин.).
2. Краткие сведения из теоретического материала по теме.
3. Методические указания к решению задач по теме.
4. Решение задач по теме.

Контрольные вопросы

1. Какой вид принимает система канонических уравнений при действии узловой нагрузки?
2. Из какого уравнения находят спектр критических сил?
3. Как построить формы потери устойчивости плоской рамы?

Критерии и шкалы оценивания

ПРИМЕР 1.

При выполнении практических работ оцениваются:

– знания предыдущих разделов курса (правильность нанесения размеров, штриховки, построение видов, разрезов, сечений, выносных элементов и др.);

– умение качественно выполнять графические построения с применением средств компьютерной графики.

Объем выполненных заданий	баллы
90 – 100 %	18-20
75 – 89 %	15-17
60 – 74 %	12-14
0 – 59 %	0-11

3. Индивидуальные домашние задания

Индивидуальное домашнее задание № 1. «Определение усилий в стержнях статически определимой плоской фермы».

Задание включает в себя кинематический анализ фермы (определение степени подвижности), нахождение опорных реакций, определение усилий в стержнях фермы одним из способов (метод вырезания узлов или метод Риттера), построение линий влияния внутренних усилий в стержнях фермы, определение усилий в стержнях по линиям влияния.

Задание:

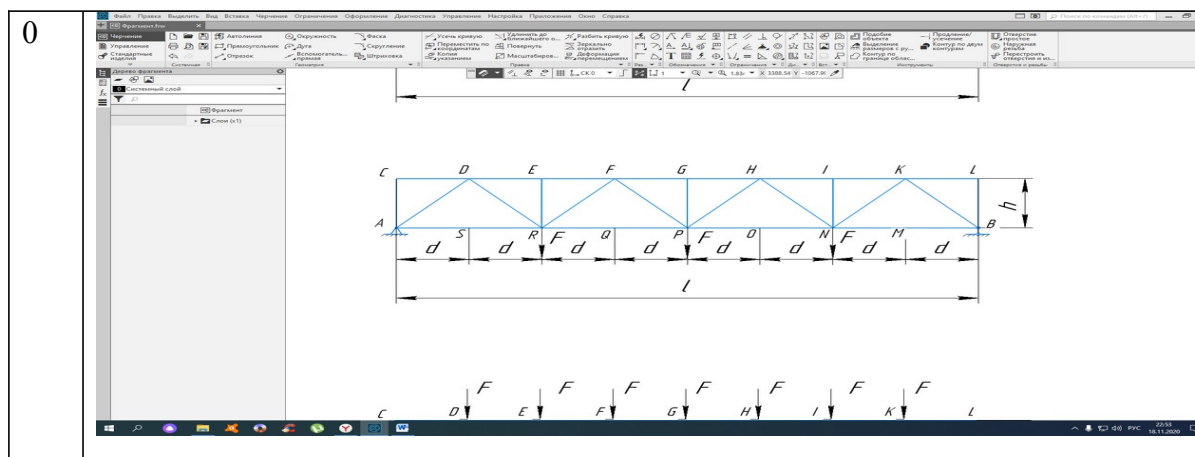
1. Определить усилие в стержнях заданной панели фермы. Панели отсчитывать по углам верхнего пояса. Номер панели задается преподавателем.
2. Построить линии влияния тех же усилий.
3. Определить по линиям влияния усилия в стержнях и сравнить с найденными в 1 пункте.

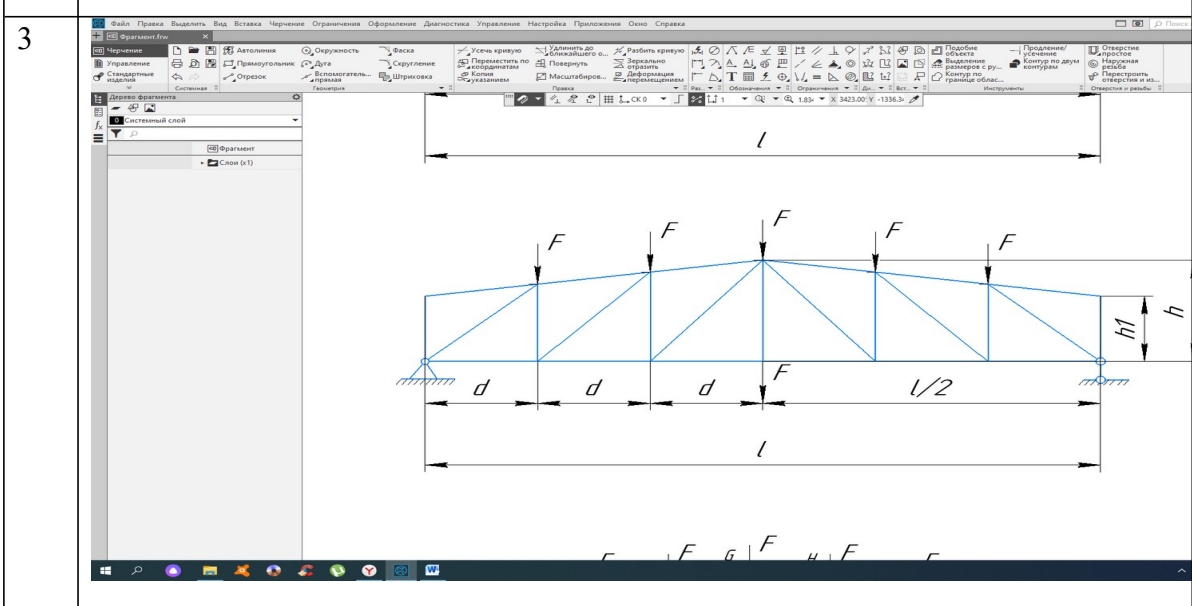
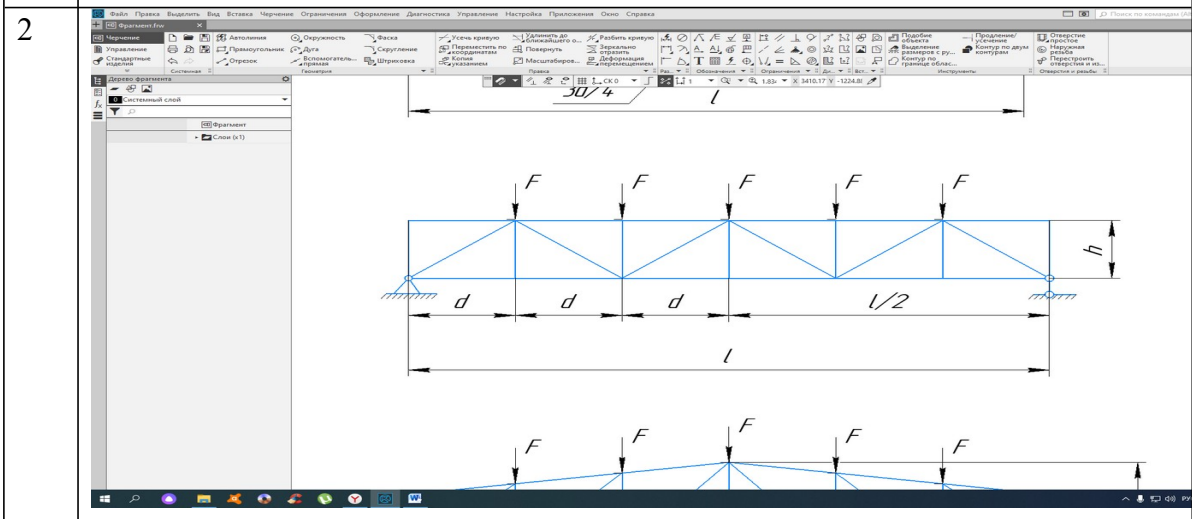
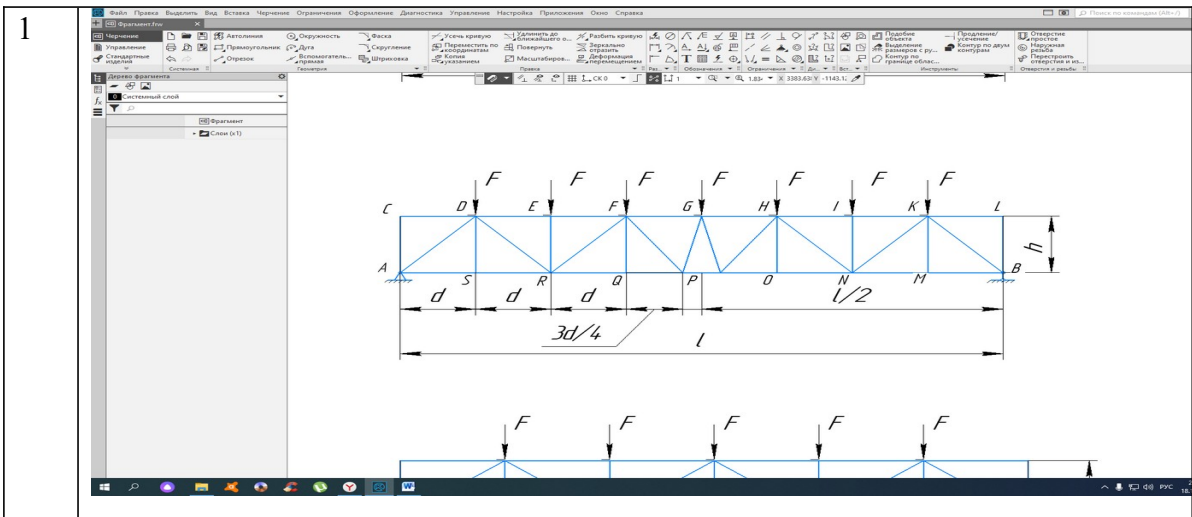
Исходные данные:

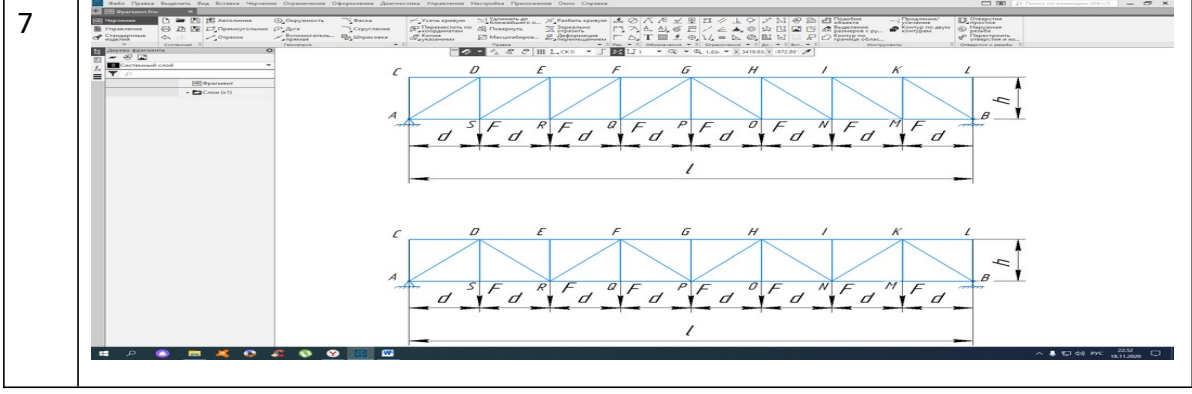
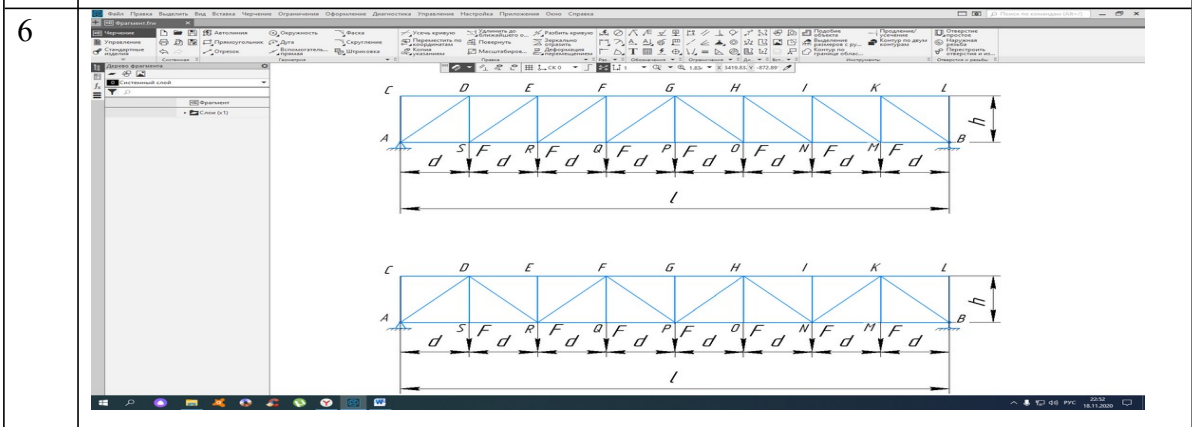
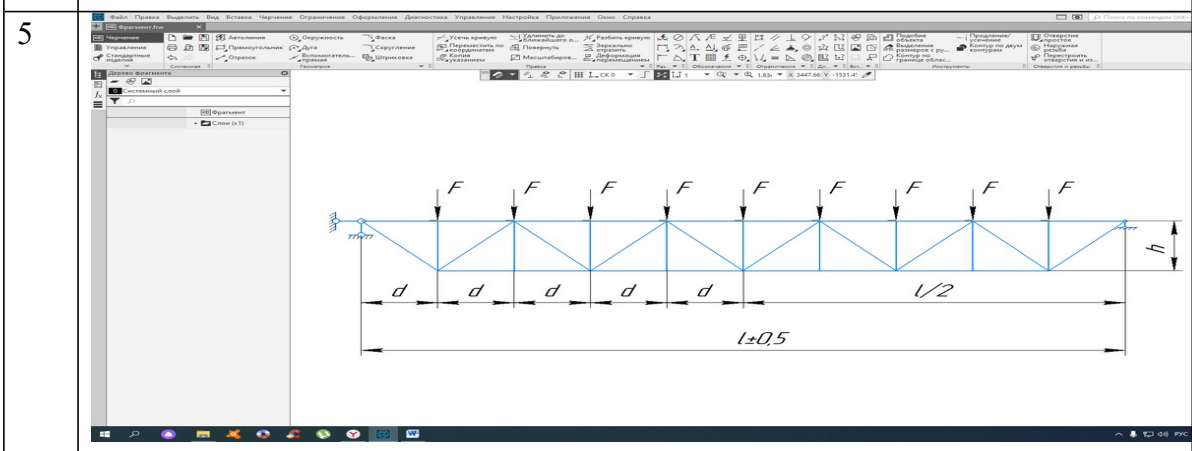
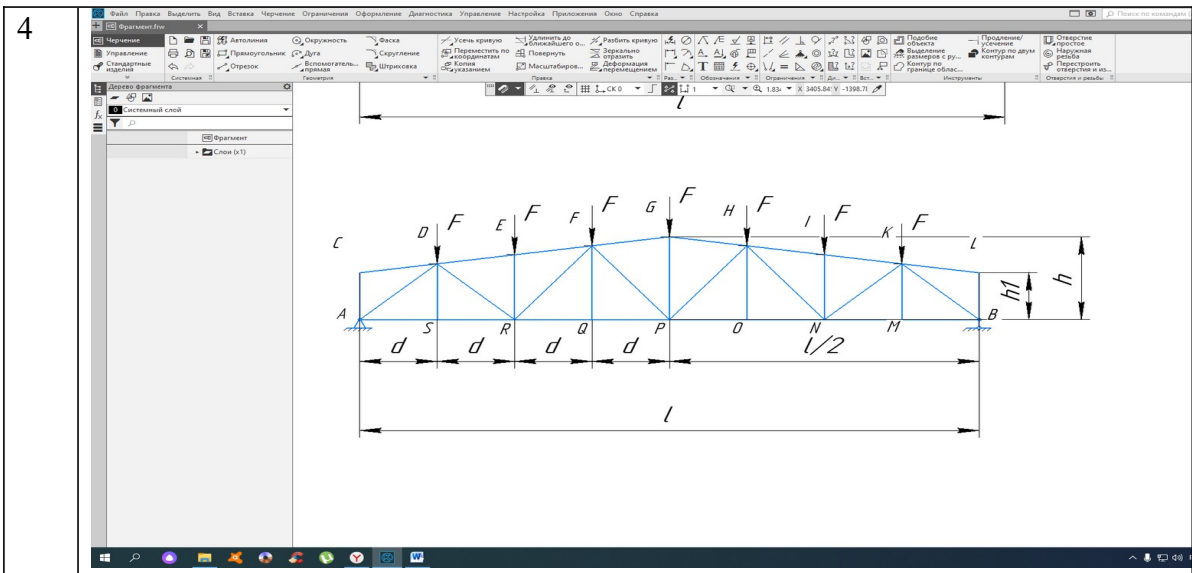
Для нечетных $F=30\text{кН}$; $d=3\text{м}$; $h=5$; $h_1=3\text{м}$.

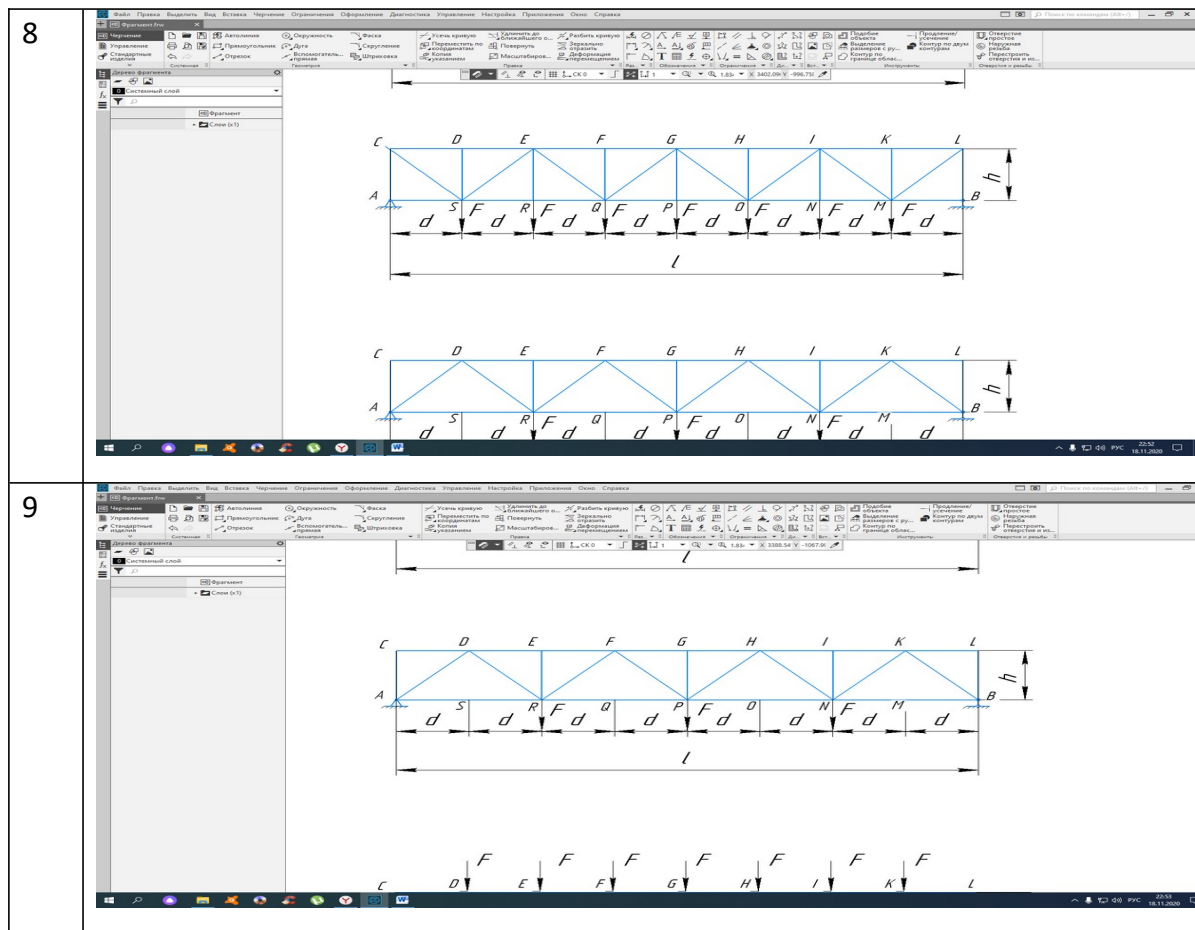
Для четных $F=20\text{кН}$; $d=4\text{м}$; $h=4$; $h_1=3\text{м}$.

Номер схемы выбирается по последней цифре номера зачетной книжки. Номер панели отсчитывается слева-направо. Номер выбирается по предпоследней цифре номера зачетной книжки. Четная цифра – панель №2, нечетная цифра – панель №3.









Контрольные вопросы к ИДЗ 1:

1. Какая конструкция называется фермой?
2. Как прикладывается нагрузка к ферме?
3. Что такое узел фермы?
4. Какие существуют методы определения усилий в стержнях фермы?
5. В чем сущность метода вырезания узлов?
6. В чем сущность метода сквозных сечений?
7. Что такое линия влияния?
8. От какой нагрузки строится линия влияния?
9. Физический смысл ординаты линии влияния?
10. Чем линия влияния отличается от эпюры?
11. Как по линии влияния определить усилия в стержнях?
12. Что такое переходная прямая?

Индивидуальное домашнее задание № 2.

«Расчет статически неопределимой рамы методом перемещений»

Задание выполняется в 6 семестре, включает в себя определение степени кинематической неопределимости, выбор основной системы метода перемещений, составление системы канонических уравнений, построение единичных и грузовых эпюр, определение коэффициентов канонических уравнений относительно неизвестных Z_i , построение окончательной эпюры изгибающих моментов, построение эпюр продольных и поперечных сил и окончательную проверку равновесия рамы в целом.

Задание.

Для заданной статически неопределимой рамы с выбранными по трехзначному шифру (последние три цифры номера зачетной книжки) размерами и нагрузкой требуется построить эпюры изгибающих моментов, поперечных и продольных сил.

Указание к решению задачи.

Для построения единичных и грузовых эпюр, использовать таблицы реакций и эпюры моментов, имеющиеся в учебниках.

Перед определением коэффициентов кинематических уравнений, нужно значение ординаты на всех единичных эпюрах выразить через одну жесткость. Затем подойти к погонной жесткости стержней.

При определении коэффициентов внимательно следить за знаками и использовать теорему о взаимности реакций. После определения коэффициентов канонических уравнений метода перемещений, решить полученную систему уравнений и проверить её обратной подстановкой.

После определения неизвестных канонических уравнений строятся эпюры моментов. Суммирование грузовых эпюр с эпюрами моментов дает окончательную эпюру изгибающих моментов.

Суммирование эпюр производится по характерным точкам, обязательно приводятся все расчеты. Поперечные и продольные силы определяются по значениям изгибающих моментов на участках рамы. Построение эпюр поперечных и продольных сил необходимо сопровождать расчетами. При этом для контроля правильности построения эпюр использовать дифференциальные зависимости при изгибе. Эпюры Q и M должны соответствовать друг другу. Определение ординат эпюры Q производится по формуле:

$$Q_x = Q_x^0 + \frac{M_{np} - M_{лсс}}{l}$$

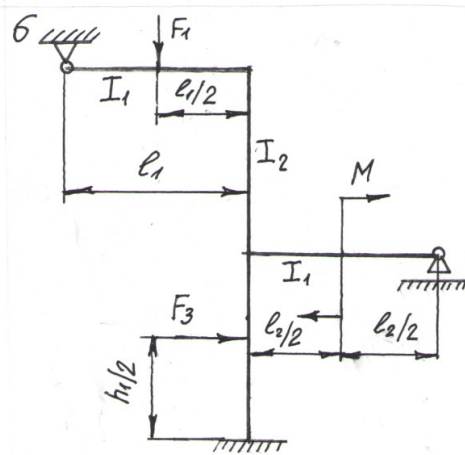
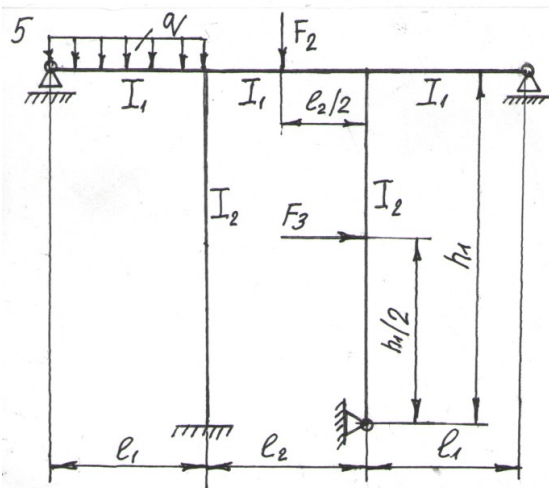
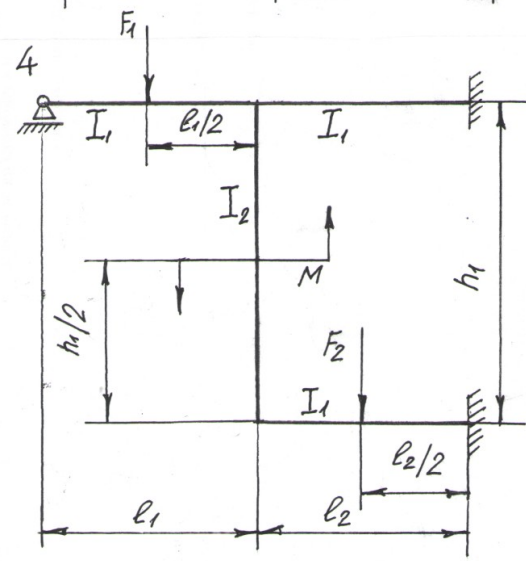
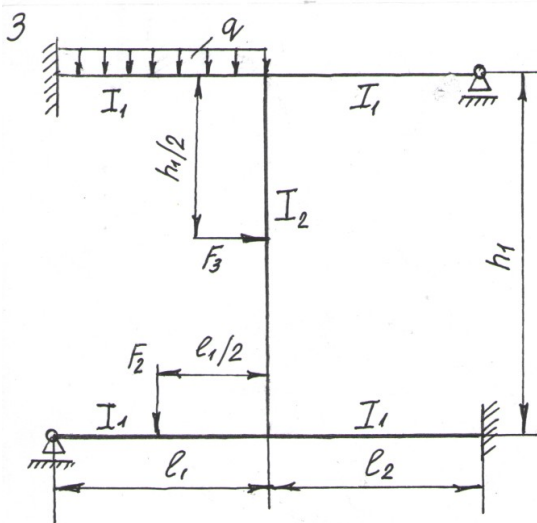
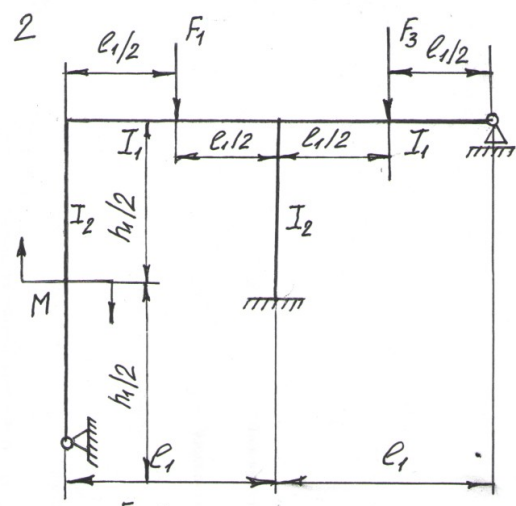
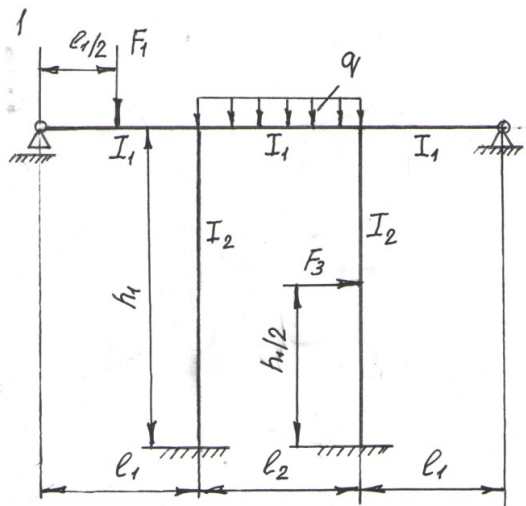
где Q_x^0 – балочная поперечная сила Q_x^0 – балочная поперечная сила.

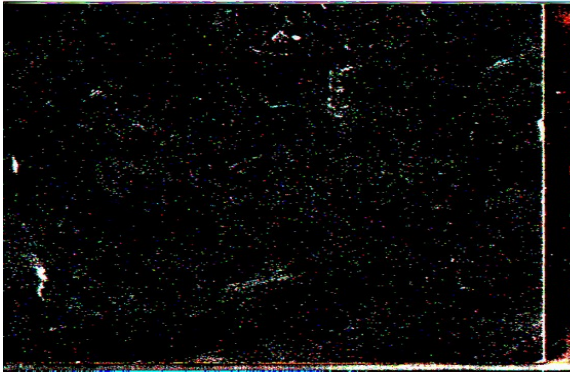
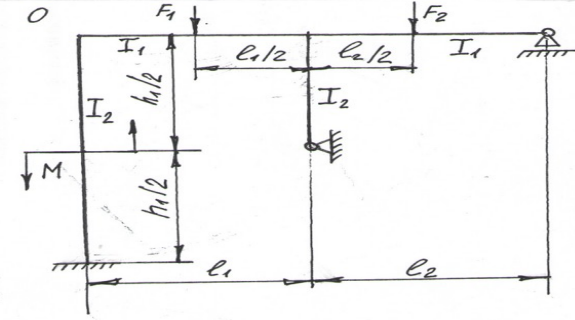
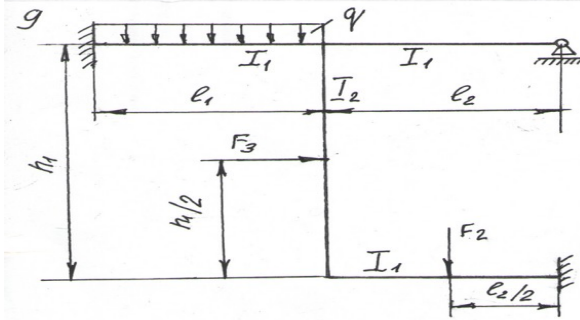
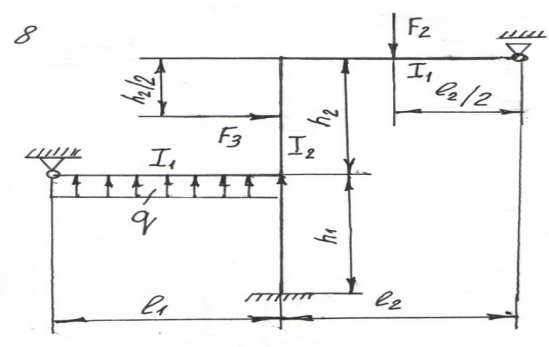
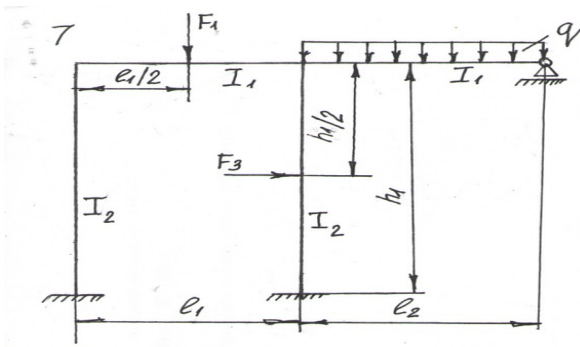
$M_{np}, M_{лсс}, M_{np}, M_{лсс}$ - моменты на правом и левом (верхнем и нижнем) концах участка.

l - длина участка.

Эпюра продольных сил строится на эпюре поперечных сил путем вырезания узлов (как при расчете ферм), начиная с узла в котором количество неизвестных продольных сил не превышает двух. При вырезании узлов необходимо учитывать знак поперечной силы.

После построения всех эпюр проводится рассмотрение равновесия рамы в целом. Производится статическая проверка равновесия узлов рамы. Для проведения кинематической проверки необходимо выбрать основную систему метода сил и построить в этой системе единичную эпюру. Эту единичную эпюру перемножить с окончательной эпюрой изгибающих моментов.





№ п/п	Первая цифра шрифта				Вторая цифра шрифта			Третья цифра шрифта			
	l_1	l_2	h_1	h_2	F_1	F_2	q	№ схемы	M	F_3	I_1/I_2
	М				кН		кН/ м		кН·м	кН	
0	6	8	8	0	0	0	6	0	0	0	2
1	7	10	10	0	0	5	0	1	4	0	2/3
2	10	7	12	0	0	5	0	2	0	8	4
3	6	4	6	4	4	0	12	3	5	0	3/4
4	5	5	6	6	0	2	6	4	0	2	1/2
5	5	5	6	0	5	0	6	5	3	0	2
6	8	10	4	0	0	4	6	6	10	0	3
7	5	5	9	6	8	0	4	7	8	0	1/3

8	6	8	10	4	0	5	0	8	0	0	3/2
9	5	9	8	6	0	6	8	9	0	0	1/3

Контрольные вопросы к ИДЗ № 2.

1. Как определяется степень кинетической неопределенности?
2. Как производится выбор основной системы метода перемещений?
3. В чем принципиальное различие основных систем метода сил и метода перемещений?
4. Что принимается в методе перемещений за неизвестное?
5. Какой метод более универсален, метод сил или метод перемещений?
6. Как проводится проверка правильности коэффициентов канонических уравнений?
7. Как производится проверка правильности определения свободных членов канонических уравнений?
8. Как производится проверка правильности построения окончательной эпюры изгибающих моментов?
9. Как определяются поперечные силы на участках рамы?
10. Как определяются продольные силы на участках рамы?

Критерии и шкалы оценивания

ИДЗ 5 семестра оценивается в 6 баллов в зависимости от качества выполнения и защиты работы (ответов на вопросы преподавателя).

0-2 баллов – студент не смог продемонстрировать ключевые знания, умения и навыки по теме ИДЗ.

3-4 баллов – студент продемонстрировал ключевые знания, умения и навыки, но не смог продемонстрировать глубокого понимания предмета изучения по большинству вопросов раздела (ов).

5 баллов – студент продемонстрировал ключевые знания, умения и навыки, продемонстрировал, в основном, глубокое понимание раздела (ов).

6 баллов – студент продемонстрировал ключевые знания, умения и навыки, глубокое всестороннее понимание раздела (ов).

ИДЗ 6 семестра оценивается в 5 баллов в зависимости от качества выполнения и защиты работы (ответов на вопросы преподавателя).

0 баллов – студент не смог продемонстрировать ключевые знания, умения и навыки по теме ИДЗ.

1-2 баллов – студент продемонстрировал ключевые знания, умения и навыки, но не смог продемонстрировать глубокого понимания предмета изучения по большинству вопросов раздела.

3-4 баллов – студент продемонстрировал ключевые знания, умения и навыки, продемонстрировал, в основном, глубокое понимание раздела.

5 баллов – студент продемонстрировал ключевые знания, умения и навыки, глубокое всестороннее понимание раздела.

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Озерский технологический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
ОТИ НИЯУ МИФИ)

Кафедра «Электрификации промышленных предприятий»

Контрольно-измерительные материалы

по дисциплине

«Строительная механика и численное моделирование конструкций»

(промежуточная аттестация)

Вопросы к зачету:

1. Цель расчёта конструкций на прочность, жёсткость и устойчивость. Круг вопросов, охватываемых строительной механикой.
2. Основные методы расчёта. Брус, ферма, рама.
3. Основная задача строительной механики. Воздействия и сопротивление.
4. Классификация задач строительной механики.
5. Расчетные схемы. Системы и их элементы: стержень, гибкие нити (ванты), пластинки и оболочки. Связи в схемах конструкций. Опоры.
6. Классификация внешних нагрузок по разным признакам: 1) по характеру действия, 2) виду действия, 3) способу действия, 4) месту действия.
7. Физические модели материала и цели расчета сооружений. Диаграммы растяжения широко применяемых в строительной практике сталей.
8. Физические модели линейно- и нелинейно-упругого, упругопластического и жестко-пластического тела. Ползучесть и релаксации напряжения.
9. Учет механических свойств материала. Диаграмма идеально упругопластического тела или диаграммы Прандтля. Бетон, железобетонные стержни, дерево.
10. Формулировка основных задач строительной механики.
11. Задачи оптимизации нагрузки и физических параметров. Оптимальное проектирование. Вероятностный метод расчета сооружений.
12. Основные разрешающие уравнения строительной механики: уравнения равновесия, уравнения совместности деформаций, физические уравнения. Принцип независимости действия сил.
13. Элементы и связи системы. Изменяемые системы. Степени свободы упругой системы. Усилия в элементах и связях. Статически определимые и неопределимые системы.
14. Шарнирно-стержневые системы (фермы). Проверка неизменяемости шарнирно-стержневой системы. Анализ образования шарнирно-стержневой системы. Шпренгельные фермы. Мгновенно изменяемые или вырожденные фермы.
15. Определение усилий в статически определимых фермах. Расчет ферм методом разрезов. Некоторые упрощения расчётов.
16. Расчет статически определимых балок. Огибающие эпюры.
17. Статически определимые многопролётные балки. Поэтажная схема, основные, второстепенные, подвесные балки. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов в многопролётных шарнирно-консольных балках. Проверка правильности.
18. Линии влияния в балках. Статический и кинематический способы. Нахождение усилий по линиям влияния. Нахождение невыгоднейшего положения нагрузки. Связь между линиями влияния моментов и поперечных сил. Линии влияния при узловой передаче нагрузки.
19. Линии влияния усилий в фермах.
20. Распорные системы. Трехшарнирные арки и рамы. Уравнения оси. Правила знаков для изгибающих моментов, продольных и поперечных сил в арке. Кривая давления. Линии влияния усилий в трехшарнирных арках.
21. Пространственные стержневые системы.

Вопросы к экзамену:

1. Потенциальное поле сил. Понятие поля сил, силы и массы объекта. Градиент и потенциал поля.
2. Потенциальная энергия масс. Система масс. Сопряжённые силы и перемещения. Потенциальная энергия внешних сил. Возможная работа внешних сил.
3. Возможная работа внешних сил.

4. Вектор внутренних сил и его связь с вектором внешних сил.
5. Связь между перемещениями системы и деформациями её элементов. Условие совместности деформаций.
6. Возможная работа внутренних сил, её выражение для линейно-деформируемых конструкций.
7. Принцип возможных перемещений, вид для линейно-деформируемых конструкций.
8. Двойственность статических и геометрических уравнений. Скалярный и матричный вид уравнений.
9. Вырожденные системы.
10. Матрица внешней жёсткости упругой системы. Матрица внешней податливости упругой системы.
11. Теорема о взаимности перемещений и взаимности реакций.
12. Потенциальная энергия упругой системы и её выражение через внешние силы. Теорема Кастильяно.
13. Теорема о взаимности работ.
14. Обобщённые внешние силы и обобщённые перемещения.
15. Теорема о взаимности работ.
16. Принцип симметрии.
17. Метод перемещений (МП). Основная и эквивалентные системы МП. Вычисление числа независимых линейных смещений и числа жёстких узлов. Канонические уравнения МП. Последовательность расчёта рам МП.
18. Устойчивость систем с конечным числом степеней свободы. Предмет и задачи устойчивости. Критерии определения устойчивости упругих систем. Устойчивые состояния равновесия. Критические состояния равновесия.
19. Энергетические барьеры. Кривая состояний.
20. Устойчивость систем с несколькими степенями свободы.
21. Спектр критических сил и формы потери устойчивости системы.
22. Устойчивость рам при действии узловой нагрузки. Вычисление критических нагрузок и построение форм потери устойчивости.
23. Назначение проектно-вычислительного комплекса (ПВК) SCAD.
24. Меню, фильтры. Построение схем ферм, рам, задание нагрузок, жёсткостей, наложение связей.
25. Выполнение компьютерного расчёта. Формирование отчётной документации по расчёту.