Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра инженерных конструкций, строительных технологий и материалов

УТВЕРЖДАЮ
Директор архитектурно-строительного института
_____ И.В. Зоря
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Динамика и устойчивость сооружений

08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»
(направленность (профиль): «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений»)

Квалификация выпускника
Инженер-строитель

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 6 лет

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: e9cdc8d2e1d8561393a70ffb2f35aadef93db4e4
Владелец: Директор АСИ Зоря Ирина Васильевна
Действителен: с 17 января 2025 г. по 12 апреля 2026 г.
Дата и время: 05-05-2025 09:44:37 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– подготовка инженера-строителя по специальности 08.05.01 - Строительство уникальных зданий и сооружений, специализация «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений»; формирование профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО, позволяющих выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности.

Задачами учебной дисциплины являются:

– изучение методов расчета сооружений и конструкций на динамическое воздействие, в том числе от ветровой нагрузки и сейсмического воздействия; изучение методов расчета конструкций на устойчивость, используемых при проектировании и в прочностных расчетах конструкций высотных и большепролетных зданий и сооружений.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Строительная механика;
– Сопротивление материалов;
– Специальные вопросы теоретической механики;
– Специальные вопросы строительной механики;
– Строительные материалы.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Специальные вопросы проектирования высотных и большепролетных железобетонных зданий и сооружений;
– Специальные вопросы проектирования высотных и большепролетных металлических зданий и сооружений;
– САПР и методы оптимизации строительных конструкций;
– Железобетонные и каменные конструкции (общий курс);
– Металлические конструкции (общий курс);
– Специальные вопросы реконструкции строительных конструкций зданий и сооружений;
– Конструкции из дерева и пластмасс.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Теоретическая фундаментальная подготовка	ОПК-1: Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук	ОПК-1.1 Выявляет и классифицирует физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности	– знать: основные методы решения динамических задач строительной механики;. – уметь: составить схему для сложных инженерных конструкций и их элементов при выполнении динамических расчетов; производить расчеты строительных конструкций на динамические воздействия и устойчивость, анализировать и оценивать получаемые на ЭВМ результаты динамических расчетов;.
		ОПК-1.2 Выбирает физические и химические закономерности для решения практических задач	– знать: основные законы фундаментальных наук (законы Гука и Эйлера) для решения с их помощью задач профессиональной деятельности;. – уметь: обосновать применение того или иного закона фундаментальных наук для решения задач профессиональной деятельности.
		ОПК-1.3 Решает	– знать: возможности

		инженерные задачи с помощью математического аппарата векторной алгебры, аналитической геометрии и математического анализа. Решает инженерно-геометрические задачи графическими способами	применения законов фундаментальных наук для решения задач динамики и устойчивости зданий и сооружений при различном сочетании нагрузок;. – уметь: возможности применения законов фундаментальных наук для решения задач динамики и устойчивости зданий и сооружений при различном сочетании нагрузок;.
Проектирование. Расчетное обоснование	ОПК-6: Способен осуществлять и организовывать разработку проектов зданий и сооружений с учетом экономических, экологических и социальных требований и требований безопасности, способен выполнять технико-экономическое обоснование проектных решений зданий и сооружений, осуществлять техническую экспертизу проектов и авторский надзор за их соблюдением	ОПК-6.2 Выбирает типовые проектные решения и технологическое оборудование основных инженерных систем здания в соответствии с техническими условиями, выполняет графическую часть проектной документации здания (сооружения), систем жизнеобеспечения, в том числе с использованием прикладного программного обеспечения	– знать: основные принципы проектирования конструкций зданий и сооружений в сейсмоопасных регионах или конструкций, подвергаемых динамическим воздействиям;. – уметь: собирать нагрузки и производить расчеты строительных конструкций на динамические воздействия;.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***8 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*зачет*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***72***	*72*
	зачетных единиц	***2***	*2*
Лекции, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***24***	*24*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***23***	*23*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***9***	*9*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Основные понятия и определения динамики сооружений. (Введение в динамику сооружений, уравнения движения. Понятия массы и момента инерции. Динамические расчетные схемы. Классификация сил, действующих на систему при колебаниях);

Раздел 2 Методы динамического расчета конструкций зданий и сооружений. (Свободные и вынужденные колебания систем с одной степенью свободы при силовых и кинематических воздействиях. Прямая и обратная форма уравнений движения. Динамические параметры системы: частота круговая и техническая, период, амплитуда. Вынужденные колебания балки под действием произвольного возмущения. Способы определения частот и форм собственных колебаний. Алгоритмы расчет вынужденных колебаний на силовые и кинематические воздействия, включая метод разложения решения в ряд по собственным формам. Теория виброгашения. Динамический расчет колебаний системы с двумя степенями свободы с использованием

прямой и обратной форм записи дифференциальных уравнений движения.);

Раздел 3 Расчет стержневых систем на устойчивость. (Понятие о потере устойчивости I и II рода. Допущения при составлении разрешающих уравнений. Использование метода перемещений при составлении уравнений устойчивости. Определение критической нагрузки);

Раздел 4 Методы исследования устойчивости упругих систем. Устойчивость прямых сжатых стержней. (Виды равновесия. Потеря устойчивости системы «в малом» и «в большом». Понятие критической нагрузки. Различные виды потери устойчивости деформируемых систем.Устойчивость систем с одной и несколькими степенями свободы. Устойчивость сжатого стержня постоянного сечения. Дифференциальные уравнения второго и четвертого порядков и их интегрирование при различных граничных условиях, решение задачи о сжато-изогнутом стержне методом начальных параметров.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лекций**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Основные понятия и определения динамики сооружений.	2	
Раздел 2.	Методы динамического расчета конструкций зданий и сооружений.	4	
Раздел 3.	Расчет стержневых систем на устойчивость.	4	
Раздел 4.	Методы исследования устойчивости упругих систем. Устойчивость прямых сжатых стержней.	6	
Итого:		**16**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Динамические расчетные схемы. Расчет коэффициентов жесткости, податливости, демпфирования.	6	
Раздел 2.	Вынужденные колебания	6	

	систем с одной степенью свободы при силовых и кинематических воздействиях.		
Раздел 2.	Свободные и вынужденные колебания систем с конечным числом степеней свободы при силовых и кинематических воздействиях.	6	
Раздел 3; Раздел 4.	Расчет сооружений на устойчивость.	6	
Итого:		**24**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Оформление отчета о практической работе; 4. Подготовка к практическому занятию; 5. Прохождение тестирования.	6	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала;	6	

	2. Изучение теоретического материала; 3. Оформление отчета о практической работе; 4. Подготовка к практическому занятию; 5. Прохождение тестирования.		
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Оформление отчета о практической работе; 4. Подготовка к практическому занятию; 5. Прохождение тестирования.	6	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Оформление отчета о практической работе; 4. Подготовка к практическому занятию; 5. Прохождение тестирования.	5	
Контроль	*Подготовка к зачёту*	9	
Итого:		**32**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-1; ОПК-6	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Отчет о практической работе; 4. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-1; ОПК-6	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Отчет о практической работе;

		4. Тестовые задания
Раздел 3.	ОПК-1; ОПК-6	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Отчет о практической работе; 4. Тестовые задания
Раздел 4.	ОПК-1; ОПК-6	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Отчет о практической работе; 4. Тестовые задания
Зачет.	ОПК-1; ОПК-6	1. Вопросы к зачету

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины.

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на практическом занятии; отчет о практической работе; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО «Moodle» в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	–	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.4 Рекомендации по оцениванию отчета о практической работе

Оформление отчета о проделанной практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки отчета о практической работе:

– правильность выполнения работы (учитывается полнота отчета о практической работе, наличие всех необходимых данных, наличие выводов, наличие ошибок и неточностей);

– аккуратность оформления отчета о практической работе.

Критерии оценки отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Отчет о практической работе содержит все необходимые данные и выводы.	2,5
Отчет о практической работе не содержит ошибок и неточностей.	1,25
Отчет о практической работе оформлен аккуратно.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по

завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: зачет.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к зачету.

13.2 Оценивание обучающегося на зачете

Оценка	Требования к знаниям
зачтено	Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения, а также имеет достаточно полное представление о значимости знаний по учебной дисциплине.
не зачтено	Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «не зачтено» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Васильков, Г. В. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений : учебное пособие / Г.В. Васильков, З.В. Буйко. – 1-е изд. – Санкт-Петербург : Лань, 2013. – 256 с. – ISBN 978-5-8114-1334-8. – URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5110 (дата обращения: 19.03.2025);

2 Анохин, Н. Н. Строительная механика в примерах и задачах. Ч I. Статически определимые системы : учебное пособие. – Москва : АСВ, 2016. – 336 с. – ISBN 978-5-4323-0173-4. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432301734.html (дата обращения: 19.03.2025);

3 Анохин, Н. Н. Строительная механика в примерах и задачах Ч II. Статически неопределимые системы : учебное пособие. – Москва : АСВ, 2017. – 464 с. – ISBN 978-5-4323-0209-0. –. – URL:

http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432302090.html (дата обращения: 19.03.2025).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений».

Составитель(и):

доцент Алешин Дмитрий Николаевич (кафедра инженерных конструкций, строительных технологий и материалов);

доцент Семин Александр Петрович (кафедра инженерных конструкций, строительных технологий и материалов).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Директор Ассоциации "СРО
"Кузбасский
проектно-научный центр",
к.т.н., доцент



С.К. Яковлев

должность, степень, звание представителя работодателя	подпись	инициалы, фамилия

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1. Сколько существует основных видов плоских опор?

A) 3
B) 2
C) 4
D) 1
E) 5

2. Что называется опорной реакций?

A) Давление, оказываемое сооружением на опору
B) Давление опоры на сооружение
C) Давление, оказываемое сооружением на опору и основание
D) Давление внешних сил на сооружение
E) Внутренние усилия, возникащие в сооружении

3. В чем измеряется опорная реакция?

A) Н, кН, МН
B) Ампер
C) кН2
D) Ом
E) Па

4. Сколько условий равновесия имеет плоская система сил, находящаяся в равновесии?

A) 3
B) 2
C) 1
D) 4
E) 5

5. Сколько уравнений имеет система пространственных сил?

A) 6
B) 4
C) 5
D) 3
E) 2

6. Что называется изгибающим моментом?

A) Алгебраическая сумма моментов сил, расположенных по одну сторону сечения, относительно центра сечения

B) Алгебраическая сумма проекций на вертикальную ось сил, расположенных по одну сторону от сечения

C) Алгебраическая сумма проекций на горизонтальную ось сил, расположенных по одну сторону от сечения

D) Алгебраическая сумма моментов относительно опорного узла

E) Алгебраическая сумма опорных реакций

7. Что называется поперечной силой?

A) Алгебраическая сумма проекций сил, расположенных по одну сторону от сечения, на ось, нормальную к оси элемента

B) Алгебраическая сумма моментов, расположенных справа от сечения

C) Алгебраическая сумма опорных реакций, расположенных справа от сечения

D) Разность между опорными реакциями

E) Разность проекций на горизонтальную ось

8. Что называется парой сил?

A) Две параллельные силы, равные по величине направленные в противоположные стороны

B) Две параллельные силы, равные по величине и направленные в одну и ту же сторону

C) Две силы, перпендикулярные друг другу

D) Сумма двух сил

E) Разности двух сил

9. Что называется напряжением?

A) Сила, приходящаяся на единицу площади

B) Сила, приходящаяся на единицу объема

C) Энергия, приходящаяся на единицу объема

D) Сила, приходящаяся на единицу длины

E) Масса, приходящаяся на единицу объема

10. Какова размерность напряжения?

A) Па, кН/м2

B) Кг, г

C) кН, Н

D) см, м

E) см2, м2

11 Что называется деформацией?

A) Относительное удлинение

B) Относительное напряжение

C) Относительное давление

D) Относительный вес

E) Относительная энергия

12. В чем измеряется деформация?

A) Безразмерная величина

B) см

C) дм

D) мм

E) Па

13. Что называется упругой деформацией?

A) Деформация, возвращающая тело в первоначальное состояние после снятия нагрузки

B) Остаточная деформация после снятия нагрузки

C) Пластическая деформация элемента

D) Относительная деформация

E) Абсолютная деформация

14. Что называется пластической деформацией?

A) Остаточная деформация

B) Упругая деформация

C) Относительная деформация

D) Абсолютная деформация

E) Объемная деформация

15. Сколько существует теорий расчета на прочности?

A) 3

B) 4

C) 2

D) 1

E) 5

16. В чем измеряется статический момент плоской фигуры?

A) см3

B) см4

C) см2

D) см

E) Безразмерная величина

17. Что называется упругой системой?

A) Система для которой характерна прямо пропорциональная зависимость перемещений с действующей нагрузкой, а так же исчезновение перемещения при прекращении ее воздействия

B) Сила, возвращающая сооружение в первоначальное состояние после прекращения ее воздействия

C) Деформация сооружения под воздействием нагрузки

D) Загруженная система сил

E) Разрушающая нагрузка

18. Что подразумевается под перемещением?

A) Изменение координат точек сооружения в результате деформации

B) Деформация сооружения

C) Загружение сооружения внешней нагрузкой

D) Движение нагрузки по сооружению в различных направлениях

E) Незагруженное состояние сооружения

19. Чему равна работа силы?

A) Произведению силы на расстояние перемещения точки приложения силы по направлению его действия

B) Величине, полученной делением силы на перемещение точки приложения силы

C) Разности силы и перемещения точки приложения силы

D) Сумме силы и перемещения точки приложения силы

E) Смещению силы в направлении перемещения

20. Что называется статической силой?

A) Постепенно возрастающая, начиная с нуля до своего конечного значения, сила

B) Сила, вызывающая дрожение

C) Постоянная нагрузка

D) Сила, вызывающая колебания

E) Временная нагрузка

21. Что такое сооружение?

A) Конструкции, размеры и формы которых определяются техникоэкономическими расчетами

B) Соединение элементов жесткими узлами

C) Шарнирное соединение элементов друг с другом

D) Решетчатая система здания

E) Вертикальные элементы здания.

20. Что называется опорой?

A) Связь, соединяющая сооружение с неподвижной системой

B) Элементы из которых состоит система

C) Материал сооружения

D) Элементы конструкции

E) Внешняя нагрузка, действующая на элемент

21. Что называется идеальным шарниром?

A) Шарнир, позволяющий элементам свободно поворачиваться вокруг узла и не учитывающий трения

B) Жестко шарнир, в котором соединяются все элементы

C) Узел, в котором соединяются несколько стержней

D) Пластический шарнир

E) Шарнир, изготовленный из различных материалов

22. В чем преимущество показа опор посредством стержней?

A) Неизвестные на опорах равны количеству опорных стержней

B) Опоры становятся прочнее и надежнее

C) Сооружение становится неподвижной

D) Выдерживает внешнюю нагрузку

E) Сооружение упрощается

23. Какие виды сооружения различают по геометрическим признакам?

A) Массивные, тонкостенные и стержневые

B) Массивные сооружения

C) Объемные сооружения

D) Упругие сооружения

E) Висячие конструкции

24. Какие виды сооружений различают по опорным реакциям?

A) Распорные и безраспорные

B) Тонкостенные сооружения

C) Геометрически неизменяемые сооружения

D) Плоские сооружения

E) Объемные сооружения

25. Какие сооружения используют в строительстве?

A) Только геометрически неизменяемые сооружения

B) Геометрически изменяемые сооружения

C) Статические определимые сооружения

D) Статические неопределимые сооружения

E) Мгновенно изменяемые сооружения

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

Раздел 1. Основные понятия и определения динамики сооружений.

1. Задачи динамики сооружений?

2. Расчетные схемы и математические модели для исследования динамики сооружений?

3. Виды динамических нагрузок на сооружения?

4. Характеристики внешних динамических воздействий?

5.Степень свободы динамической системы?

6. Критерии устойчивости равновесия системы?

7. Способы составления уравнений движения механических систем?

8. Обобщенные координаты, скорости и ускорения механической системы?

9. Составления уравнений движения системы на основе уравнений Лагранжа 2-ого рода?

Раздел 2. Методы динамического расчета конструкций зданий и сооружений.

1. Свободные колебания линейной системы с одной степенью свободы?

2. Свободные колебания линейной системы с одной степенью свободы и вязким трением?

3. Сухое и вязкое трение. Декремент и логарифмический декремент колебаний?

4. Вынужденные колебания линейной системы с одной степенью свободы. Реакция на произвольное нагружение?

5. Реакция линейной диссипативной системы с одной степенью свободы на гармоническое воздействие?

15. Реакция линейной диссипативной системы с одной степенью свободы на периодическое негармоническое воздействие?

16. Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) линейной диссипативной системы с одной степенью свободы?

17. Колебания линейной диссипативной системы с одной степенью свободы при кинематическом воздействии?

18. Защита от вибрации? Коэффициент вибропередачи?

19. Колебания нелинейной упругой системы с одной степенью свободы. Свободные колебания без потерь?

20.Вынужденные колебания нелинейной упругой системы с одной степенью свободы при гармоническом нагружении?

21.Амплитудно-частотная характеристика нелинейной системы с одной степенью свободы?

22. Понятие о параметрических колебаниях? Уравнение Матье?

23.Понятие об автоколебаниях?

24. Свободные колебания систем с конечным числом (2 и более) степеней свободы?

25. Собственные частоты и собственные формы колебаний систем с конечным числом (2 и более) степеней свободы?

26. Векторно-матричная форма записи уравнений движения систем с конечным числом (2 и более) степеней свободы?

27. Вынужденные колебания систем с конечным числом (2 и более) степеней свободы?

28. Вынужденные колебания системы с двумя степенями свободы при гармоническом нагружении. Динамический виброгаситель?

29. Свободные продольные колебания стержня?

30. Свободные крутильные колебания вала?

31. Свободные изгибные колебания балки?

Раздел 3. Расчет стержневых систем на устойчивость.

1. Понятие о потере устойчивости и критической нагрузки?

2. Основные допущения и критерии устойчивости?

3. Определение критической нагрузки методом интегрирования дифференциального уравнения изогнутой оси стержня?

Раздел 4. Методы исследования устойчивости упругих систем. Устойчивость прямых сжатых стержней.

1. Гибкость стержня? Радиус инерции поперечного сечения стержня?

2. Критическая сила и критическое напряжение для стержня?

3. Диаграмма зависимости критического напряжения от гибкости стержня? Три типа стержней.

4. Предельная гибкость стержня? Типы стержней в зависимости от величины гибкости?

5. Критическое напряжение для стержней большой гибкости? Формула Л. Эйлера?

6. Критическое напряжение для стержней средней гибкости? Эмпирическая формула Ф.С. Ясинского?

7. Условие устойчивости сжатого стержня? Допускаемое напряжение на устойчивость?

8. Практический расчет на устойчивость сжатия стержней с использованием коэффициента снижения основного допускаемого напряжения на сжатие или с помощью коэффициента продольного изгиба стержня?

9. Расчет коэффициента запаса устойчивости сжатого стержня?

10. Три вида расчета на устойчивость: проверочный, определение допускаемой нагрузки и проектный расчет по подбору размеров поперечного сечения стержня?

11. Рациональные формы сечений стержней, работающих на сжатие?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся.

Перечень вопросов для тестирования для разделов 1-4:

1. Что изучает «Динамика сооружений»?

A) Законы, методы и принципы расчетов зданий и сооружений под воздействием динамических нагрузок

B) Принципы расчетов зданий и сооружений под воздействием статических нагрузок

C) Расчет сооружений на действие постоянной нагрузки

D) Занимается анализом сооружений

E) Занимается разделением сооружений на отдельные элементы

2. Что называется статической нагрузкой?

A) Нагрузка, линейно возрастающая с нуля до своего конечного значения

B) Нагрузка, меняющая точки приложения

C) Нагрузка, приложенная полностью

D) Нагрузка, зависящая от ускорения

E) Нагрузка, меняющаяся во времени

3. Что называется динамической нагрузкой?

A) Нагрузка, меняющая точку приложения, значение и направление в зависимости от времени

B) Нагрузка, приложенная извне

C) Вес сооружений

D) Материал сооружения

E) Единичная сила

4. Какая задача ставится при динамическом расчете?

A) Возможность определения значения искомых переменных величин в любой момент времени

B) Решение задачи должно зависеть от внешней нагрузки

C) Задача должна решаться просто

D) В решение задачи не должна входить внешняя нагрузка

E) Определение опорных реакций

5. Как меняются напряжения и деформации сооружения под действием динамической нагрузки?

A) В зависимости от времени

B) В зависимости от длины

C) В зависимости от координат

D) В зависимости от массы

E) В зависимости от значения

6. Какие существуют виды динамических нагрузок?

A) Периодические, ударные, подвижные и случайные нагрузки

B) Нормальные нагрузки

C) Сдвигающие нагрузки

D) Постоянные нагрузки

E) Собственный вес сооружения

7. Как действуют ударные нагрузки?

A) Воздействует на одну точку путем быстрого падения груза с большой высоты

B) Воздействует как единичный груз

C) Воздействует через определенный период

D) Воздействуют на сооружение линейно

E) Действует постоянным значением

8. Какой нагрузкой является сейсмическая нагрузка?

A) Динамической

B) Постоянной

C) Статической

D) Ударной

E) Критической

9. Какой нагрузкой является ветровая нагрузка?

A) Динамической

B) Постоянной

C) Статической

D) Ударной

E) Критической

10. Какие виды динамических нагрузок различают по продолжительности воздействия?

A) Кратковременные и длительные

B) Периодические

C) Подвижные

D) Ударные

E) Постоянные

11. Какие существуют колебания в зависимости от наличия динамической нагрузки?

A) Свободные и вынужденные колебания

B) Затухающие и незатухающие колебания

C) Линейные и нелинейные колебания

D) Постоянные и временные

E) Колебания со степенью свобода «1».

12. Какие существуют колебания в зависимости от влияния сопротивления среды?

A) Затухающие и незатухающие

B) Свободные и вынужденные

C) Продольные и поперечные

D) Возрастающие

E) Линейные и нелинейные

13. Какие различают колебания по степени свободы?

A) С n_{cb} = 1, n и ∞

B) Линейные и нелинейные

C) Система с n_{cb} = 1

D) Система со n_{cb} = n

E) Система с n_{cb} = ∞

14. Что называется динамической степенью свободы?

A) Минимальное количество геометрических параметров, определяющих положение деформированной массы в любой момент движения

B) Количество действующих на сооружение масс

C) Количество геометрических параметров, определяющих положение сооружения на плоскости

D) Количество приложенных к сооружению внешних нагрузок

E) Разности приложенных к сооружению сил

15. Что принимается за основной параметр при определении динамической степени свободы?

A) Масса

B) Вес

C) Длина

D) Время

E) Сила

16. Какие существуют виды масс?

A) Точечная и распределенная

B) Критическая

C) Подвижная

D) Круговая масса

E) Временная

17. Какие силы возникают во время свободных колебаний системы с одной степенью свободы в несопротивляемой среде?

A) Сила инерции и востанавливающая сила

B) Внешняя нагрузка

C) Ударная нагрузка

D) Внутренняя сила

E) Поперечная сила

18. Укажите формулу определения круговой частоты свободных колебанй системы с одной степенью свободы.

A) $\omega = \sqrt{\frac{g}{y_{cm}}}$

B) $\omega = \sqrt{r_{11} \cdot x^2}$

C) $\omega = \sqrt{\frac{Q}{m}}$

D) $\omega = \delta_{11} \cdot y$

E) $\omega = ax^2$

19. Укажите дифференциальное уравнение свободных колебаний системы с одной степенью свободы в сопротивляемой среде.

A) $y'' + 2\alpha y' + \omega^2 y = 0$

B) $z^2 + \omega^2 = 0$

C) $y'' + \omega^2 y = 0$

D) $y'' + k^2 y = 0$

E) $y' + \alpha^2 y = 0$

20. Какие силы возникают во время свободных колебаний системы с одной степенью свободы в сопротивляемой среде?

A) Сила инерции, восстанавливающая сила, сила сопротивления

B) Только восстанавливающая сила

C) Продольные силы

D) Временные силы

E) Силы сопротивления

21. Какая форма колебаний является самой опасной для системы с "n" степенями свободы.

A) Форма с наименьшей частотой колебаний

B) Форма свободных колебаний

C) Форма колебаний с большей частотой

D) Форма колебаний со средней частотой

E) Форма линейных колебаний.

22. В каком равновесном состоянии находится сооружение под действием продольной нагрузки?

A) В устойчивом, неустойчивом и критическом состояниях

B) В статическом и динамическом состоянии

C) Только в устойчивом состоянии

D) В статическом устойчивом состоянии

E) Только в неустойчивом состоянии

23. Сколько существует видов потери устойчивости?

A) Первый и второй

B) Полный и неполный

C) Симметричный и несимметричный

D) Статический

E) Динамический

24. В чем состоит особенность потери устойчивости первого рода?

A) Меняется деформированное состояние сооружения

B) Сооружение деформируется только в одной плоскости

C) Особенности нет

D) Работа сооружения на растяжение

E) Сооружение работает на сдвиг

25. В каком деформированном состоянии может находиться сооружение при потере устойчивости I рода?

A) Центральное сжатие, симметричная деформация, плоская деформация

B) Сдвиг

C) Неустойчивом

D) Сложном

E) Свободном

26. Что подразумевается под потерей устойчивости второго рода?

A) Рост деформации без увеличения нагрузки

B) Появление деформации без действия нагрузки

C) Уменьшение деформации при росте продольный силы

D) Уменьшение деформации при уменьшении нагрузки

E) Пропорциональный рост деформации

27 Каким является процесс потери устойчивости II рода?

A) Необратимый процесс

B) Возрастающий процесс

C) Линейный процесс

D) Дифференциальный процесс

E) Процесс возрастания несущей способности

28. К чему приводит потеря устойчивости II рода?

A) К разрушению сооружения в результате больших деформаций

B) Увеличению несущей способности сооружения

C) Изменению поперечного сечения сооружения

D) Уменьшению нагрузки

E) Несущая способность сооружения остается постоянной

29. Что определяется при расчете на устойчивость?

A) Критическая сила

B) Опорные реакции

C) Внутренние силы

D) Изгибающий момент

E) Поперечная сила

30. Какие силы, действующие на рамы, учитываются при расчете рам на устойчивость?

A) Только продольные силы возникающая до момента потери устойчивости

B) Только поперечные силы после потери устойчивости

C) Возрастающие силы

D) Сосредоточенный момент

E) Крутящий момент

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примерные задания на практические занятия

1. Динамические расчетные схемы. Расчет коэффициентов жесткости, податливости, демпфирования.

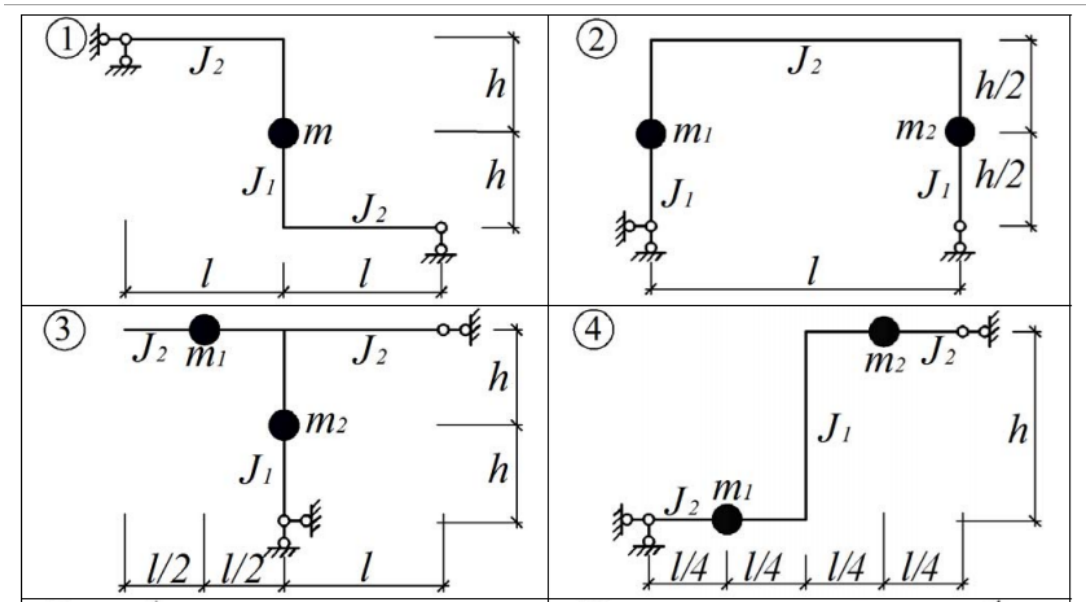
Определить частоту свободных колебаний рамы, рассчитав коэффициент жесткости и демпфирования.

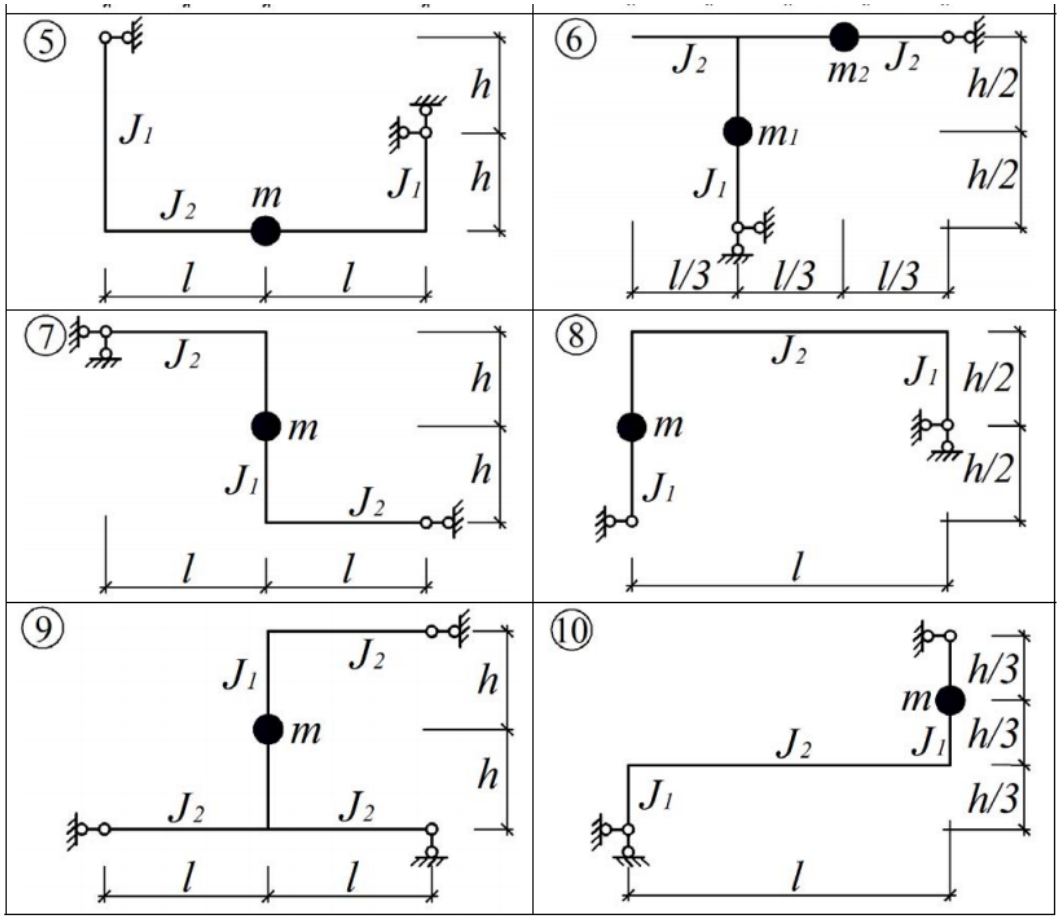
Варианты исходных данных представлены в таблице 1. Варианты расчетных схем – в таблице 2.

Таблица 1 – Геометрические и жесткостные параметры плоских рам.

№/№ строк	l (м)	h (м)	J_1	J_2	$m_1 : m_2$
1	10	11	J	$6J$	2 : 1
2	8	9	J	$5J$	3 : 2
3	6	7	J	$4J$	4 : 3
4	4	5	J	$3J$	3 : 4
5	2	3	J	$2J$	2 : 3
6	3	2	J	$3J$	1 : 2
7	5	4	J	$4J$	1 : 4
8	7	6	J	$5J$	3 : 1
9	9	8	J	$6J$	4 : 1
10	11	10	J	$7J$	1 : 3

Таблица 2 – Расчетные схемы.





2. Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы при силовых и кинематических воздействиях.

На стальную балку с высоты h падает груз массой m. Требуется:

1) проверить прочность балки;

2) определить максимальный динамический прогиб балки в месте удара;

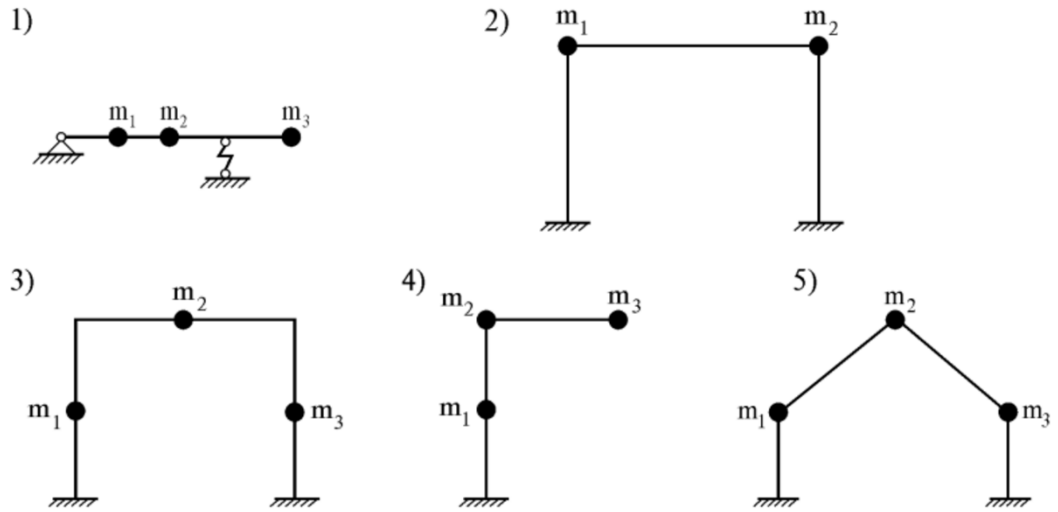
3) жесткую опору В заменить упругим элементом (пружиной) с податливостью $\delta=10^{-5}$ м/Н, δ-статическое перемещение (осадка пружины) от силы, равной 1Н;

4) определить наибольшие нормальные напряжения в балке с податливой опорой В при ударе;

5) сопоставить значения наибольших нормальных напряжений для балки на жестких опорах и для балки с податливой опорой В.

3. Свободные и вынужденные колебания систем с конечным числом степеней свободы при силовых и кинематических воздействиях.

Определить число степеней свободы систем с точечными массами, пренебрегая массами и продольными деформациями стержней:



4. Расчет сооружений на устойчивость.

Выполнить проверку водонапорной башни на устойчивость (против опрокидывания).

Варианты исходных данных представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Исходные данные.

№ варианта	Ветровой район	Размеры элементов башни (диаметр х высота), м			Вес элементов башни, кН		
		Фундамент	Опора	Резервуар	Фундамент	Опора	Резервуар
1	III	2,4x1,2	1,2x12	3,02x3,5	135	19	12
2	III	2,4x2,4	1,2x18	3,02x3,5	271	37	12
3	III	2,4x3,6	1,2x18	3,02x6,5	406	37	29
4	IV	2,4x1,2	1,2x12	3,02x3,5	135	19	12
5	IV	2,4x2,4	1,2x18	3,02x3,5	271	37	12
6	IV	2,4x3,6	1,2x18	3,02x6,5	406	37	29
7	V	2,4x1,2	1,2x12	3,02x3,5	135	19	12
8	V	2,4x2,4	1,2x18	3,02x3,5	271	37	12

9	V	2,4x3,6	1,2x18	3,02x6,5	406	37	29
10	VI	2,4x1,2	1,2x12	3,02x3,5	135	19	12
11	VI	2,4x2,4	1,2x18	3,02x3,5	271	37	12
12	VI	2,4x3,6	1,2x18	3,02x6,5	406	37	29

4 Вопросы к зачету для промежуточной аттестации

1. Предмет и задачи динамики сооружений?
2. Виды динамических нагрузок?
3. Каковы расчетные схемы сооружений при расчете на динамические нагрузки?
4. Как подсчитывается степень свободы динамической системы?
5. Выведите уравнение свободных колебаний системы с одной степенью свободы без учета сил сопротивления?
6. Что называется динамическим коэффициентом и как он определяется для системы с одной степенью свободы?
7. Выведите уравнение движения системы с конечным числом степеней свободы?
8. Как решаются уравнения движения масс системы к конечным числом степеням свободы?
9. Как находятся частоты и формы свободных колебаний систем с конечным числом степеней?
10. Какие формы и частоты свободных колебаний систем с конечным числом степеней свободы называются собственными, какими свойством они обладают?
11. Как можно разложить нагрузку по собственным формам колебаний?
12. Какие методы расчета сооружений на сейсмическую нагрузку Вы знаете?
13. Предмет и задачи устойчивости сооружений?
14. Какие бывают формы потери устойчивости?
15. Какие Вы знаете методы определения критических нагрузок?
16. Как решается задача устойчивости неопределимых рам по методу сил?
17. Как решается задача устойчивости неопределимых рам по методу сил?

18. Какова разница между числом степеней свободы в статике и динамике сооружений?

19.Чем отличаются собственные колебания от свободных колебаний?

20.Как изменится частота и период собственных колебаний, если изменить: а) жесткость, б) массу системы?

21.В чем состоит явление резонанса?

22.Какова роль внутреннего сопротивления при свободных и вынужденных колебаниях?

23.Чему равно число форм собственных колебаний упругой системы?

24.Что такое спектр частот?

25.Как определяются формы собственных колебаний?

26.В чем заключается метод сложения форм собственных колебаний?

27.Сколько состояний резонанса может иметь колебательная система?

28.Каков порядок расчета на вибрационную нагрузку?

29.В чем состоит преимущество МКЭ по сравнению с другими методами?

30.Как определяется матрица сосредоточенных масс?