

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Механика и сопротивление материалов»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №6 от 16 января 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ДИНАМИКА И УСТОЙЧИВОСТЬ СООРУЖЕНИЙ»

Специальность: 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений

Квалификация: Инженер-строитель

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Соболев Владимир Иванович
Дата подписания: 17.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Дмитриева Татьяна
Львовна
Дата подписания: 18.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Комаров Андрей
Константинович
Дата подписания: 17.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Динамика и устойчивость сооружений» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-1 Способен осуществлять регулирование, организацию и планирование в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности, осуществлять самостоятельное проектирование уникальных зданий и сооружений	ПК-1.8

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-1.8	Демонстрирует знания теории нелинейности в расчете конструкций: нелинейные теории упругости и пластичности, нелинейные стержневые системы, геометрическая нелинейность, метод конечных элементов для решения нелинейных задач	Знать Методики расчётов строительных статических и динамических систем в широком диапазоне действующих нагрузок и воздействий, в том числе на основе данных мониторинга технического состояния зданий и сооружений; Уметь Осуществлять расчёты несущей способности отдельных конструкций и несущего остова объекта в целом и оценивать ресурс их работоспособности. Владеть Проектирования конструкций реальных объектов, работающих в сложных напряженно-деформированных состояниях, оценивать техническое состояние зданий и сооружений.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Динамика и устойчивость сооружений» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Информационные технологии», «Математика», «Материаловедение в строительстве», «Сопротивление материалов», «Строительная механика», «Теоретическая механика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Железобетонные и каменные конструкции (общий курс)»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)
--------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	Всего	Семестр № 10
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	64	64
лекции	32	32
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	32	32
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	44	44
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 10

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение в дисциплину, основные понятия, роль и специфика курса	1	1			4, 5	4			Устный опрос
2	Классификация задач динамики конструкций и их особенности	2	2			1	2	1	4	Устный опрос
3	Дискретные и континуальные расчетные схемы динамических систем	3	2			2, 3	4	1	4	Устный опрос
4	Собственные и вынужденные колебания одномерных систем	4	3					1	6	Устный опрос
5	Собственные колебания систем с конечным числом степеней свободы	5	3			6, 7, 8, 9	8	1	6	Устный опрос
6	Проблема собственных значений в динамике сооружений	6	3			10	4			Устный опрос
7	Расчеты конструкций на вибрационные	7	2			11	4	1	6	Устный опрос

	воздействия с использованием дискретных и континуальных динамических моделей.									
8	Расчет конструкций на импульсные воздействия с использованием одномерной расчетной схемы.	8	2					1	6	Устный опрос
9	Расчет конструкций на импульсные воздействия с использованием многомерных расчетных схем.	9	4					1	4	Устный опрос
10	Численные решения дифференциальных уравнений равновесия для задач динамики конструкций	10	2			12	2	1	2	Устный опрос
11	Численные решения дифференциальных уравнений динамики для многомерных и нелинейных систем.	11	2			13	2	1	2	Устный опрос
12	Континуальные и дискретно-континуальные динамические системы	12	2					1	2	Устный опрос
13	Инструментальные методы измерений и анализа динамических процессов в сооружениях.	13	2					1	1	Устный опрос
14	Устойчивость сооружений	14	2			14	2	1	1	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		32				32		80	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 10

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение в дисциплину, основные	Цель курса, роль и значение курса динамики сооружений среди других дисциплин и в

	понятия, роль и специфика курса	профессиональной деятельности специалиста. Краткий исторический обзор и развитие методов динамического анализа. Основные определения динамического анализа сооружений. Основные особенности, преимущества и недостатки численных и аналитических методов динамического анализа. Современные достижения и возможности компьютерных методов анализа динамики зданий и инженерных сооружений. Специфика компьютерных методов динамического анализа, Краткий обзор и анализ специализированных программных средств.
2	Классификация задач динамики конструкций и их особенности	Виды расчетных схем и моделей в динамике сооружений. Консольные расчетные схемы. Плоские и пространственные расчетные схемы динамических систем. Решение задач на вынужденные стационарные колебания конструкций. Собственные колебания сооружений. Вынужденные нестационарные колебания зданий и сооружений и возможности их моделирования. Стационарные динамические процессы – вибрации. Виброзащита. Сейсмические воздействия. Сейсмоизоляция.
3	Дискретные и континуальные расчетные схемы динамических систем	Методы дискретизации динамических моделей. Формирование систем уравнений динамики в дискретной постановке. Глобальная система координат. Преобразование координат. Принцип Даламбера. Матрицы инерционных параметров. Матрицы жесткостей, способы их формирования. Виды демпфирования. Матрицы демпфирования.
4	Собственные и вынужденные колебания одномерных систем	Формирование уравнений динамического состояния для одномерных систем. Решение уравнений динамического состояния для одномерных систем. Начальные условия дифференциального уравнения. Частота собственных колебаний. Определение амплитуд колебаний по начальным условиям. Вынужденные колебания одномерных систем. Переходные и стационарные процессы. Затухание колебаний.
5	Собственные колебания систем с конечным числом степеней свободы	Формирование уравнений динамического состояния для многомерных систем. Собственные колебания многомерных систем. Формирование матриц жесткостей многомерных динамических систем. Решение систем уравнений динамического состояния. Начальные условия систем дифференциальных уравнений.
6	Проблема собственных значений в динамике сооружений	Возникновение проблемы собственных значений (ПСЗ) в дискретной постановке задачи динамики сооружения. Колебательный спектр. Колебательные пары. Свойства собственных значений и собственных векторов матриц.

		Способы решения ПСЗ. Разложение по направлениям собственных векторов. Спектральные преобразования и спектральная теория расчета. Проблемы кратности собственных значений.
7	Расчеты конструкций на вибрационные воздействия с использованием дискретных и континуальных динамических моделей.	Моделирование стационарных колебательных процессов с использованием дискретных и континуальных расчетных схем. Метод динамических податливостей. Формирование матриц динамических жесткостей стержневого элемента с различными граничными условиями. Колебательные формы. Дискретно-континуальные динамические модели. Узловая сшивка решений. Взаимодействие конструкций и технологического оборудования в процессе вибраций. Резонанс. Условия динамического гашения. Виброизоляция. Программный комплекс «РОСТВЕРК»
8	Расчет конструкций на импульсные воздействия с использованием одномерной расчетной схемы.	Виды импульсных воздействий, их особенности. Мгновенный импульс. Импульс кинематический скачек. Прямоугольный импульс. Треугольный импульс. Описание импульсных воздействий при помощи начальных условий. Формирование задачи расчета на импульсные воздействия в форме Коши.
9	Расчет конструкций на импульсные воздействия с использованием многомерных расчетных схем.	Расчет многомерных систем на импульсные воздействия с применением общего решения системы однородных дифференциальных уравнений. Использование проблемы собственных значений в расчетах многомерных систем на импульсные воздействия. Прямые и обратные преобразования при разложении систем дифференциальных уравнений в расчетах на импульсные воздействия.
10	Численные решения дифференциальных уравнений равновесия для задач динамики конструкций	Численные методы дифференцирования и интегрирования. Приведение уравнений динамики конструкций к форме Коши. Погрешности в численных методах. Метод Эйлера. Явные и неявные схемы интегрирования в задаче Коши. Сходимость методов численного интегрирования. Безусловно сходящиеся методы. Выбор шага интегрирования в численных методах решения задач динамики
11	Численные решения дифференциальных уравнений динамики для многомерных и нелинейных систем.	Особенности численных методов решения задач динамики многомерных систем. Сведение исходной задачи к системе уравнений первого порядка. Жесткие задачи динамики. Особенности решения нелинейных систем. Кусочно-линейные аппроксимации в задачах динамики. Особенности проявления пластических деформаций в динамике сооружений и их описание.
12	Континуальные и	Непрерывность и дискретность формирования

	дискретно-континуальные динамические системы	инерционных пара-метров в моделях динамики сооружений. Уравнение колебаний изгиба балки с распределенными параметрами - бигармоническое уравнение. Стационарные гармонические колебания балки с различными условия-ми закрепления на концах. Метод динамических податливостей. Корни характеристического уравнения в решении уравнений в частных производных. Дискретно-континуальные динамические системы. Метод гармонического элемента.
13	Инструментальные методы измерений и анализа динамических процессов в сооружениях.	Основные физические принципы, заложенные в измерительных инструментах. Измерение перемещений колебательных систем. Измерение скоростей перемещений колебательных систем. Эффект Доплера. Лазерные виброизмерители. Измерение ускорений узлов колебательных систем.
14	Устойчивость сооружений	Понятие устойчивости. Устойчивые и неустойчивые системы. Критические воздействия. Формы потери устойчивости. Устойчивость стержня с различными условиями закрепления. Устойчивость рам.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 10

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Формирование систем уравнений Даламбера для систем с конечным числом степеней свободы.	2
2	Формирование матриц инерционных параметров	2
3	Определение частот собственных колебаний для двухмерной динамической модели.	2
4	Решение проблемы собственных значений с использованием пакета «MathCad».	2
5	Численные решения уравнений динамики с использованием пакета «MathCad»	2
6	Формирование уравнений динамики для многомерной динамической системы	2
7	Определение частот собственных колебаний многомерной системы	2
8	Определение форм собственных колебаний многомерной системы. Собственные векторы.	2
9	Формирование матриц собственных векторов	2

	многомерной динамической системы.	
10	Разделение многосвязных динамических систем на совокупность несвязанных одномерных осцилляторов.	4
11	Определения амплитуд вибраций с использованием многомерной динамической модели.	4
12	Метод конечных разностей в решении задач динамики многомерных систем.	2
13	Численные решения нелинейных задач с использованием одномерной динамической модели	2
14	Определение параметров устойчивости продольно сжатого стержня при шарнирном опирании.	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 10

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	44

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: дискуссия, лекция-провокатор

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

- 1.Соболев В.И. Расчет стержневых систем на вибрационную нагрузку с использованием программного комплекса «РОСТВЕРК». Изд. ИрГТУ, 2012 – 32с
2. Динамика и прочность машин и оборудования: учебное пособие по дисциплине «Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры» / В.И. Соболев- Иркутск: Иркутский национальный исследовательский технический университет 2017 - 162 с

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Динамика и прочность машин и оборудования: учебное пособие по дисциплине «Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры» / В.И. Соболев- Иркутск: Иркутский национальный исследовательский технический университет 2017 - 162 с

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 10 | Устный опрос

Описание процедуры.

Ответ на вопрос по одной из тем семестра и решение задачи

Критерии оценивания.

Не допускает существенных неточностей в ответах и задачах, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-1.8	Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал научной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.	Устные опросы. Контрольные работы. Домашние задания. Зачеты.

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 10, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Студент берет билет с теоретическим вопросом и задачей, готовится к ответу

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Глубоко и прочно усвоил программный материал,	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей,	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки,

<p>исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал научной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.</p>	<p>его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.</p>	<p>допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.</p>	<p>неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------

7 Основная учебная литература

1. Бабенко Константин Иванович. Основы численного анализа / К. И. Бабенко, 2002. - 847.
2. Тимошенко С. П. Колебания в инженерном деле / С. П. Тимошенко, 1967. - 444.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Безухов, Николай Иванович . Устойчивость и динамика сооружений в примерах и задачах : учеб. пособие для строит. спец. вузов / Николай Иванович Безухов, Ольгерд Владимирович Лужин, Николай Вячеславович Колкунов
2. Дарков А. В. Строительная механика : учебник / А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников
3. Аналитические и численные методы расчета прямоугольных пластинок : учеб. пособие / Н. Н. Леонтьев [и др.], 1986. - 86.
4. Бахвалов Н. С. Численные методы : учеб. пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков, 1987. - 598.

5. Динамический расчет сооружений на специальные воздействия / М. Ф. Барштейн [и др.]; под ред.: Б. Г. Коренева, И. М. Рабиновича, 1981. - 215.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Office 2007 Standard - 2003 Suites и 2007 Suites - поставка 2010
2. PTC_MathCAD14
3. SCAD OFFICE 21

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Компьютер Intel C-i24000/AS-H6/DDR-4Gb/SATA2Тб/PCI-E 1TB GF/ATX FSP550W/DVD-RW/L
2. Принтер "HP LaserJet Pro 200 Color M251nw"
3. Принтер лазерный HP LJ Pro M401 dn
4. компьютерный зал Г-102