

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  Тюнин В.Л.

«31» августа 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ**

«Динамика и устойчивость сооружений»

Специальность 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

Специализация Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений


Квалификация выпускника инженер-строитель

Нормативный период обучения 6 лет


Форма обучения очная

Год начала подготовки 2018


Автор программы

 /А.В. Козлов/

Заведующий кафедрой
Проектирования
автомобильных дорог и
мостов

 /А.В. Еремин/

Руководитель ОПОП

 /А.В. Андреев/

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Преподавание курса «Динамика и устойчивость сооружений» (ДиУС) ставит целью освоение будущими специалистами знаний и умений, необходимых для расчета сооружений и конструкций на динамические воздействия, в том числе ветровые и сейсмические нагрузки, а также методов расчета конструкций на устойчивость, при проектировании и прочностных расчетах конструкций высотных и большепролетных зданий и сооружений.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Задачами дисциплины является получение знаний в области:

- проектирования мостов и труб на автомобильных дорогах с учетом противосейсмических мероприятий, аэродинамической устойчивости, динамических испытаний мостов, в том числе по таким главным вопросам, как расчет искусственных сооружений на сейсмические и аэродинамические воздействия, применение конструктивных мероприятий для обеспечения сейсмостойкости, и т.п.;

- виды динамических нагрузок, способы их математического описания;

- основные законы динамического равновесия систем, знает правила выполнения матричных преобразований, основные методы решения дифференциальных уравнений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Динамика и устойчивость сооружений» относится к дисциплинам базовой части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Динамика и устойчивость сооружений» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-6 - Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
УК-6	знать: физические аспекты явлений, вызывающих особые нагрузки и воздействия на здания и сооружения; виды динамических воздействий, теоретические основы решения динамических задач строительной механики, расчетов с учетом влияния продольных сил и исследования устойчивости сооружений, положения соответствующих нормативных документов, основные принципы проектирования конструкций зданий и сооружений в сейсмоопасных регионах или

	конструкций, подвергаемых динамическим воздействиям.
	уметь: грамотно выбирать динамическую расчетную схему сооружения, составлять и решать дифференциальные уравнения движения деформируемых систем в зависимости от начальных условий, определять частоты и формы свободных колебаний, а также параметры вынужденных колебаний; определять внутренние усилия в отдельных сечениях конструкций при решении динамических задач; выполнять расчет сооружений по деформированной схеме, составлять характеристические уравнения устойчивости для различных систем и сооружений, решать их с использованием современных вычислительных алгоритмов при помощи ЭВМ; выполнять расчеты строительных конструкций высотных и большепролетных зданий и сооружений на динамические воздействия (в том числе импульсивные и сейсмические) и устойчивость с использованием ЭВМ, анализировать и оценивать получаемые результаты расчетов.
	владеть: основными методами постановки, исследования и решения задач механики; навыками использования практических приемов и современных алгоритмов расчета сооружений на прочность, жесткость, устойчивость и динамические воздействия при помощи аналитических методов и с помощью существующих программных комплексов.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Динамика и устойчивость сооружений» составляет 6 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
Аудиторные занятия (всего)	68	68
В том числе:		
Лекции	34	34
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Самостоятельная работа	103	103
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	45	45

Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	216	216
зач.ед.	6	6

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Основные понятия и определения динамики сооружений	Предмет и задачи динамики сооружений. Виды колебаний. Динамические воздействия, их особенности и классификация. Силы инерции. Понятия массы, момента инерции, динамических степеней свободы системы. Динамические расчетные схемы. Понятия и расчет коэффициентов жесткости, податливости, демпфирования. Реологические модели. Три вида сил неупругого сопротивления колебаниям: вязкое, постоянное, по гипотезе Е.С. Сорокина. Уравнения движения.	6	4	12	22
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. Логарифмический декремент, коэффициент затухания. Влияние сил трения на амплитуду и частоту колебаний. Расчет на заданные начальные условия. Понятие об амплитудно-частотной характеристике системы (АЧХ). Резонанс. Воздействия при работе неуравновешенных машин. Вынужденные колебания балки под действием произвольного возмущения. Интеграл Дюамеля. Виброизоляция колеблющихся конструкций. Коэффициент виброизоляции. Теория вибрографа. Свободные и вынужденные колебания систем конечным числом степеней свободы при силовых и кинематических воздействиях. Определение частот и форм собственных колебаний. Спектр частот. Условия ортогональности собственных форм. Расчет на заданные начальные условия. Алгоритмы расчета вынужденных колебаний на силовые и кинематические воздействия, включая метод разложения решения в ряд по собственным формам. Понятие о парциальных подсистемах и частотах. Теория виброгашения. Свободные и вынужденные колебания простой шарнирно-опертой балки как системы с бесконечным числом степеней свободы. Определение частот и собственных форм. Динамический расчет на произвольное силовое и кинематическое возмущение с использованием разложения по собственным формам и интеграла Дюамеля.	4	4	12	20
3	Специальные вопросы динамики сооружений	Распространение волн в упругой среде. Дифференциальные уравнения колебаний упругих сред. Построение волновых решений. Волны растяжения-сжатия, сдвига и поверхностные	4	4	12	20

		<p>волны. Расчет скоростей распространения волн. Природа землетрясений. Оценка землетрясения по магнитуде и шкале Рихтера. Сейсмическое районирование. Модели воздействий и сооружений при расчете на сейсмику. Методика динамического расчета по строительным нормам. Физиологическое влияние вибрации на людей. Классификация параметров, оказывающих физиологическое воздействие вибрации: частота, амплитуда и продолжительность. Санитарные нормы. Оценка влияния вибрации по перемещениям, скоростям и ускорениям. Расчет влияния вибрации по санитарным нормам для перемещений, скоростей и ускорений. Аэродинамическая устойчивость. Вихревой резонанс. Флаттер. Бафтинг. Динамические испытания мостов: определение фактического динамического коэффициента, логарифмического декремента затуханий, построение виброграмм.</p>				
4	<p>Основные понятия и определения теории устойчивости сооружений. Методы исследования устойчивости упругих систем</p>	<p>Виды расчетов сооружений на статическую нагрузку. Расчеты на прочность, на устойчивость и по деформированной схеме. Дифференциальное уравнение изгиба сжато-изогнутого стержня. Основные понятия и определения теории устойчивости. Виды равновесия, виды потери устойчивости деформируемых систем. Потеря устойчивости системы «в малом» и «в большом». Понятие о потере устойчивости I и II рода. Понятие критической нагрузки. Допущения при составлении разрешающих уравнений. Понятие идеальной системы. Основные критерии и методы исследования устойчивости упругих систем: динамический, статический и энергетический.</p>	4	4	12	20
5	<p>Устойчивость прямых сжатых стержней</p>	<p>Устойчивость сжатого стержня постоянного сечения. Использование точного и приближенного выражения для кривизны стержня. Использование точного и приближенного выражения для кривизны стержня. Дифференциальные уравнения второго и четвертого порядков и их интегрирование при различных граничных условиях, решение задачи о сжато-изогнутом стержне методом начальных параметров.</p>	4	4	14	22
6	<p>Сложные случаи исследования устойчивости сжатых стержней</p>	<p>Устойчивость стержней переменного сечения и стержней, нагруженных различной нагрузкой по длине стержня. Понятие о точном решении. Использование приближенных методов. Устойчивость стержня на упругом основании. Влияние деформации сдвига на величину критической силы сжатого стержня. Устойчивость составных стержней. Устойчивость центрально и внецентренно сжатых стержней с учетом упруго-пластической стадии работы материала.</p>	4	4	14	22
7	<p>Устойчивость рам и арок</p>	<p>Основные допущения. Метод сил в исследовании устойчивости рамных систем. Расчет стержневых систем на устойчивость методом перемещений. Определение критической нагрузки. Вычисление реакций сжатых стержней. Использование симметрии. Устойчивость неразрезных сжатых стержней на жестких и упругих опорах. Понятие о расчете на</p>	4	4	14	22

		устойчивость арки и круглого кольца.				
8	Устойчивость плоской формы изгиба балок. Устойчивость сжатых пластин	Устойчивость тонкой полосы при чистом изгибе. Устойчивость плоской формы изгиба балок. Понятие об устойчивости сжатых пластин с различными граничными условиями.	4	6	13	23
Итого			34	34	103	171

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 8 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Расчет железобетонного моста на сейсмические нагрузки»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- назначение конструктивных решений сооружения в соответствии с сейсмичностью площадки строительства
- назначение противосейсмических мероприятий
- расчет моста на основные и особые сочетания нагрузок

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
УК-6	знать: физические аспекты явлений, вызывающих особые нагрузки и воздействия на здания и сооружения; виды динамических воздействий, теоретические основы решения динамических задач строительной	Полное или частичное (по уважительным причинам) посещение лекционных и практических занятий. Выполнение разделов курсовой работы с оценкой «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно» в установленные сроки. Результат промежуточного тестирования с оценкой «отлично», «хорошо» или	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	<p>механики, расчетов с учетом влияния продольных сил и исследования устойчивости сооружений, положения соответствующих нормативных документов, основные принципы проектирования конструкций зданий и сооружений в сейсмоопасных регионах или конструкций, подвергаемых динамическим воздействиям.</p>	<p>«удовлетворительно».</p>		
	<p>уметь: грамотно выбирать динамическую расчетную схему сооружения, составлять и решать дифференциальные уравнения движения деформируемых систем в зависимости от начальных условий, определять частоты и формы свободных колебаний, а также параметры вынужденных колебаний; определять внутренние усилия в отдельных сечениях конструкций при решении динамических задач; выполнять расчет сооружений по деформированной схеме, составлять характеристические уравнения устойчивости для различных систем и сооружений, решать их с использованием современных вычислительных алгоритмов при помощи ЭВМ; выполнять расчеты строительных конструкций высотных и большепролетных зданий и сооружений на динамические</p>	<p>Полное или частичное (по уважительным причинам) посещение лекционных и практических занятий. Выполнение разделов курсовой работы с оценкой «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно» в установленные сроки. Результат промежуточного тестирования с оценкой «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно».</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>

	воздействия (в том числе импульсивные и сейсмические) и устойчивость с использованием ЭВМ, анализировать и оценивать получаемые результаты расчетов.			
	владеть: основными методами постановки, исследования и решения задач механики; навыками использования практических приемов и современных алгоритмов расчета сооружений на прочность, жесткость, устойчивость и динамические воздействия при помощи аналитических методов и с помощью существующих программных комплексов.	Полное или частичное (по уважительным причинам) посещение лекционных и практических занятий. Выполнение разделов курсовой работы с оценкой «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно» в установленные сроки. Результат промежуточного тестирования с оценкой «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно».	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 8 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
УК-6	знать: физические аспекты явлений, вызывающих особые нагрузки и воздействия на здания и сооружения; виды динамических воздействий, теоретические основы решения динамических задач строительной механики, расчетов с учетом влияния продольных сил и исследования устойчивости сооружений, положения соответствующих нормативных	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

<p>документов, основные принципы проектирования конструкций зданий и сооружений в сейсмоопасных регионах или конструкций, подвергаемых динамическим воздействиям.</p>					
<p>уметь: грамотно выбирать динамическую расчетную схему сооружения, составлять и решать дифференциальные уравнения движения деформируемых систем в зависимости от начальных условий, определять частоты и формы свободных колебаний, а также параметры вынужденных колебаний; определять внутренние усилия в отдельных сечениях конструкций при решении динамических задач; выполнять расчет сооружений по деформированной схеме, составлять характеристические уравнения устойчивости для различных систем и сооружений, решать их с использованием современных вычислительных алгоритмов при помощи ЭВМ; выполнять расчеты строительных конструкций высотных и большепролетных зданий и сооружений на</p>	<p>Решение стандартных практических задач</p>	<p>Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач</p>	<p>Задачи не решены</p>

динамические воздействия (в том числе импульсивные и сейсмические) и устойчивость с использованием ЭВМ, анализировать и оценивать получаемые результаты расчетов.					
владеть: основными методами постановки, исследования и решения задач механики; навыками использования практических приемов и современных алгоритмов расчета сооружений на прочность, жесткость, устойчивость и динамические воздействия при помощи аналитических методов и с помощью существующих программных комплексов.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Первая форма колебаний конструкции характеризуется:

- a. Более высокой частотой колебаний.*
- b. Более высоким периодом колебаний.*
- c. Постоянной формой.*
- d. Числом Струхала.*

2. В вертикальных высотных конструкциях:

- a. Первые две частоты всегда в одной плоскости.*
- b. Первые две частоты обычно ортогональны.*
- c. Частота всегда только одна.*
- d. Они не подвержены колебаниям.*

3. Собственные колебания:

- a. Прямо пропорциональны ускорению свободного падения.*
- b. Не зависят от ускорения свободного падения.*
- c. Не возникают без возбуждающей силы.*
- d. Находятся в частной собственности и никого не касаются.*

4. Резонанс возникает в случае:

- a. Любого силового воздействия.*
- b. Циклического воздействия по направлению первой формы колебаний.*
- c. Совпадения частоты динамического воздействия с одной из форм собственных колебаний.*
- d. Совпадения частот динамического воздействия со всеми формами собственных колебаний.*

5. Для большепролетных конструкций возможно возникновение флаттера в случае:

- a. Превышения определенной длины пролета.*
- b. Соотношения высоты сечения балки к её ширине более 1:5.*
- c. Если частота первой формы крутильных колебаний выше частоты первой формы вертикальных колебаний.*
- d. Недостаточного финансирования строительства.*

6. Коэффициент запаса устойчивости показывает:

- a. Во сколько раз можно превысить действующую нагрузку до возникновения первой формы потери устойчивости.*
- b. Во сколько раз действующая нагрузка превышает максимальную.*
- c. При какой по счету форме потери устойчивости она произойдет.*
- d. Во сколько раз можно увеличить длину конструкции до потери устойчивости.*

7. Расчетная длина сжатого стержня это:

- a. Расстояние между узлами.*
- b. Геометрическая длина, умноженная на коэффициент надежности.*
- c. Геометрическая длина, деленная на коэффициент надежности.*
- d. Длина волны первой формы потери устойчивости.*

8. Потеря устойчивости происходит:

- a. В плоскости наибольшей изгибной жесткости элемента.*
- b. Не происходит никогда при правильном проектировании.*
- c. В плоскости наибольшей гибкости элемента.*
- d. В непредсказуемом направлении.*

9. На стадии продольной надвижки стального пролетного строения в плане потери устойчивости наиболее опасно положение:

- a. В самом начале надвижки, т.к. конструкция наиболее сжата.*

- b. В конце надвигки на стадии демонтажа аванбека.*
- c. Непосредственно перед наездом аванбека на следующую опору.*
- d. В пятницу вечером.*

10. Для повышения устойчивости стенки изгибаемой балки наиболее эффективным является:

- a. Расположение ребер жесткости по направлению действия нагрузки.*
- b. Установка дополнительных ребер жесткости по направлению главных сжимающих напряжений.*
- c. Увеличение толщины дорожной одежды для увеличения площади распределения нагрузки.*
- d. Увеличение поясов балки.*

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Первая форма колебаний конструкции характеризуется:

- a. Более высокой частотой колебаний.*
- b. Более высоким периодом колебаний.*
- c. Постоянной формой.*
- d. Числом Струхала.*

2. В вертикальных высотных конструкциях:

- a. Первые две частоты всегда в одной плоскости.*
- b. Первые две частоты обычно ортогональны.*
- c. Частота всегда только одна.*
- d. Они не подвержены колебаниям.*

3. Собственные колебания:

- a. Прямо пропорциональны ускорению свободного падения.*
- b. Не зависят от ускорения свободного падения.*
- c. Не возникают без возбуждающей силы.*
- d. Находятся в частной собственности и никого не касаются.*

4. Резонанс возникает в случае:

- a. Любого силового воздействия.*
- b. Циклического воздействия по направлению первой формы колебаний.*
- c. Совпадения частоты динамического воздействия с одной из форм собственных колебаний.*
- d. Совпадения частот динамического воздействия со всеми формами собственных колебаний.*

5. Для большепролетных конструкций возможно возникновение флаттера в случае:

- a. Превышения определенной длины пролета.*
- b. Соотношения высоты сечения балки к её ширине более 1:5.*
- c. Если частота первой формы крутильных колебаний выше частоты*

первой формы вертикальных колебаний.

d. Недостаточного финансирования строительства.

6. Коэффициент запаса устойчивости показывает:

a. Во сколько раз можно превысить действующую нагрузку до возникновения первой формы потери устойчивости.

b. Во сколько раз действующая нагрузка превышает максимальную.

c. При какой по счету форме потери устойчивости она произойдет.

d. Во сколько раз можно увеличить длину конструкции до потери устойчивости.

7. Расчетная длина сжатого стержня это:

a. Расстояние между узлами.

b. Геометрическая длина, умноженная на коэффициент надежности.

c. Геометрическая длина, деленная на коэффициент надежности.

d. Длина волны первой формы потери устойчивости.

8. Потеря устойчивости происходит:

a. В плоскости наибольшей изгибной жесткости элемента.

b. Не происходит никогда при правильном проектировании.

c. В плоскости наибольшей гибкости элемента.

d. В непредсказуемом направлении.

9. На стадии продольной надвижки стального пролетного строения в плане потери устойчивости наиболее опасно положение:

a. В самом начале надвижки, т.к. конструкция наиболее сжата.

b. В конце надвижки на стадии демонтажа аванбека.

c. Непосредственно перед наездом аванбека на следующую опору.

d. В пятницу вечером.

10. Для повышения устойчивости стенки изгибаемой балки наиболее эффективным является:

a. Расположение ребер жесткости по направлению действия нагрузки.

b. Установка дополнительных ребер жесткости по направлению главных сжимающих напряжений.

c. Увеличение толщины дорожной одежды для увеличения площадки распределения нагрузки.

d. Увеличение поясов балки.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Первая форма колебаний конструкции характеризуется:

a. Более высокой частотой колебаний.

b. Более высоким периодом колебаний.

- c. Постоянной формой.*
- d. Числом Струхала.*

2. В вертикальных высотных конструкциях:

- a. Первые две частоты всегда в одной плоскости.*
- b. Первые две частоты обычно ортогональны.*
- c. Частота всегда только одна.*
- d. Они не подвержены колебаниям.*

3. Собственные колебания:

- a. Прямо пропорциональны ускорению свободного падения.*
- b. Не зависят от ускорения свободного падения.*
- c. Не возникают без возбуждающей силы.*
- d. Находятся в частной собственности и никого не касаются.*

4. Резонанс возникает в случае:

- a. Любого силового воздействия.*
- b. Циклического воздействия по направлению первой формы колебаний.*
- c. Совпадения частоты динамического воздействия с одной из форм собственных колебаний.*
- d. Совпадения частот динамического воздействия со всеми формами собственных колебаний.*

5. Для большепролетных конструкций возможно возникновение флаттера в случае:

- a. Превышения определенной длины пролета.*
- b. Соотношения высоты сечения балки к её ширине более 1:5.*
- c. Если частота первой формы крутильных колебаний выше частоты первой формы вертикальных колебаний.*
- d. Недостаточного финансирования строительства.*

6. Коэффициент запаса устойчивости показывает:

- a. Во сколько раз можно превысить действующую нагрузку до возникновения первой формы потери устойчивости.*
- b. Во сколько раз действующая нагрузка превышает максимальную.*
- c. При какой по счету форме потери устойчивости она произойдет.*
- d. Во сколько раз можно увеличить длину конструкции до потери устойчивости.*

7. Расчетная длина сжатого стержня это:

- a. Расстояние между узлами.*
- b. Геометрическая длина, умноженная на коэффициент надежности.*
- c. Геометрическая длина, деленная на коэффициент надежности.*
- d. Длина волны первой формы потери устойчивости.*

8. Потеря устойчивости происходит:

- a. В плоскости наибольшей изгибной жесткости элемента.*
- b. Не происходит никогда при правильном проектировании.*
- c. В плоскости наибольшей гибкости элемента.*
- d. В непредсказуемом направлении.*

9. На стадии продольной надвижки стального пролетного строения в плане потери устойчивости наиболее опасно положение:

- a. В самом начале надвижки, т.к. конструкция наиболее сжата.*
- b. В конце надвижки на стадии демонтажа аванбека.*
- c. Непосредственно перед наездом аванбека на следующую опору.*
- d. В пятницу вечером.*

10. Для повышения устойчивости стенки изгибаемой балки наиболее эффективным является:

- a. Расположение ребер жесткости по направлению действия нагрузки.*
- b. Установка дополнительных ребер жесткости по направлению главных сжимающих напряжений.*
- c. Увеличение толщины дорожной одежды для увеличения площади распределения нагрузки.*
- d. Увеличение поясов балки.*

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Раздел 1. Предмет и задачи динамики сооружений. Виды колебаний. Динамические воздействия, их особенности и классификация. Динамические расчетные схемы. Силы инерции. Основные понятия динамики сооружений: число динамических степеней свободы; коэффициенты инерции при поступательном (масса) и вращательном (момент инерции) движении; коэффициенты жесткости и податливости. Реологические модели. Три вида сил неупругого сопротивления колебаниям: вязкое, постоянное, по гипотезе Е.С. Сорокина. Уравнения движения в прямой и обратной форме.

Раздел 2. Свободные колебания системы с одной степенью свободы с учетом вязкого трения. Динамические параметры системы: частота круговая и техническая, период, амплитуда, начальная фаза колебаний, логарифмический декремент, коэффициент затухания. Влияние сил трения на амплитуду и частоту колебаний. Расчет на заданные начальные условия. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы при силовых и кинематических воздействиях. Анализ колебаний, переходный и установившийся процессы. Амплитудно-частотная (АЧХ) и фазо-частотная (ФЧХ) характеристики системы. Резонанс. Динамический коэффициент. Воздействия при работе неуравновешенных машин. Интеграл Дюамеля. Виброизоляция колеблющихся конструкций. Коэффициент виброизоляции. Принципы

устройства приборов для записи механических колебаний. Лабораторная работа «Экспериментальное определение частоты и декремента колебаний системы с одной степенью свободы». Теория виброизоляции, активная и пассивная виброизоляция.

Свободные колебания системы с произвольным конечным числом степеней свободы. Определение собственных частот и форм. Спектр частот. Ортогональность собственных форм. Расчет свободных колебаний при заданных начальных условиях, определение амплитуд и начальных фаз. Вынужденные установившиеся колебания системы с конечным числом степеней свободы при силовых и кинематических воздействиях. Определение амплитуд, амплитудно-частотная характеристика, условия возникновения резонанса. Понятие о парциальных подсистемах и частотах. Теория виброгашения.

Свободные и вынужденные колебания простой шарнирно-опертой балки как системы с бесконечным числом степеней свободы. Определение частот и собственных форм. Динамический расчет на произвольное силовое и кинематическое возмущение с использованием разложения по собственным формам и интеграла Дюамеля.

Раздел 3. Распространение волн в упругой среде. Дифференциальные уравнения колебаний упругих сред. Построение волновых решений. Волны растяжения-сжатия, сдвига и поверхностные волны. Расчет скоростей распространения волн. Природа землетрясений. Оценка землетрясения по магнитуде и шкале Рихтера. Сейсмическое районирование. Модели воздействий и сооружений при расчете на сейсмические воздействия. Методика динамического расчета по строительным нормам.

Физиологическое влияние вибрации на людей. Классификация параметров, оказывающих физиологическое воздействие вибрации: частота, амплитуда и продолжительность. Оценка влияния вибрации по санитарным нормам для перемещений, скоростей и ускорений.

Раздел 4. Виды расчетов сооружений на статическую нагрузку. Расчеты на прочность, на устойчивость и по деформированной схеме. Дифференциальное уравнение изгиба сжато-изогнутого стержня. Влияние продольной силы на внутренние усилия в стержне.

Основные понятия и определения теории устойчивости. Виды равновесия, виды потери устойчивости деформируемых систем. Потеря устойчивости системы «в малом» и «в большом». Понятие о потере устойчивости I и II рода. Понятие критической нагрузки. Допущения при составлении разрешающих уравнений. Понятие идеальной системы. Основные критерии и методы исследования устойчивости упругих систем:

динамический, статический и энергетический.

Раздел 5. Устойчивость сжатого стержня постоянного сечения. Использование точного и приближенного выражения для кривизны стержня. Дифференциальные уравнения второго и четвертого порядков и их интегрирование при различных граничных условиях, решение задачи о сжато-изогнутом стержне методом начальных параметров.

Раздел 6. Устойчивость стержней переменного сечения и стержней, нагруженных различной нагрузкой по длине стержня. Понятие о точном решении. Использование приближенных методов. Устойчивость стержня на упругом основании. Влияние деформации сдвига на величину критической силы сжатого стержня. Устойчивость составных стержней. Устойчивость центрально и внецентренно сжатых стержней с учетом упруго-пластической стадии работы материала.

Раздел 7. Устойчивость рам и арок. Основные допущения. Метод сил в исследовании устойчивости рамных систем. Расчет стержневых систем на устойчивость методом перемещений. Определение критической нагрузки. Вычисление реакций сжатых стержней. Использование симметрии. Устойчивость неразрезных сжатых стержней на жестких и упругих опорах. Понятие о расчете на устойчивость арки и круглого кольца.

Раздел 8. Устойчивость тонкой полосы при чистом изгибе. Устойчивость плоской формы изгиба балок. Понятие об устойчивости сжатых пластин с различными граничными условиями.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия и определения динамики сооружений	УК-6	Тест, курсовая работа, экзамен
2	Методы динамического расчета	УК-6	Тест, курсовая работа,

	конструкций зданий и сооружений		экзамен
3	Специальные вопросы динамики сооружений	УК-6	Тест, курсовая работа, экзамен
4	Основные понятия и определения теории устойчивости сооружений. Методы исследования устойчивости упругих систем	УК-6	Тест, курсовая работа, экзамен
5	Устойчивость прямых сжатых стержней	УК-6	Тест, курсовая работа, экзамен
6	Сложные случаи исследования устойчивости сжатых стержней	УК-6	Тест, курсовая работа, экзамен
7	Устойчивость рам и арок	УК-6	Тест, курсовая работа, экзамен
8	Устойчивость плоской формы изгиба балок. Устойчивость сжатых пластин	УК-6	Тест, курсовая работа, экзамен

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование дисциплин, входящих в заявленную образовательную программу	Кол-во обуча-ющихся, изучающих дисциплину	Автор, название, место издания, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Кол-во экземп-ляров
Основная литература				
1	Динамика и устойчивость сооружений	100	Динамика сооружений. Учебное пособие/ Ананьин А.И., Баранов В.А., Барченков А.Г. Воронеж, изд-во ВГУ, 1987 – 192 с.	350
2	Динамика и устойчивость сооружений	100	Дарков А.В. , Шапошников Н.Н. Строительная механика: Учебник – СПб.: Издательство «Лань», 2004 г. – 656 с.	Электронный ресурс
3	Динамика и устойчивость сооружений	100	Глухов Л.В., Иванов С.Д., Лукашина Н.В., Преображенский И.Н. «Динамика, прочность и надежность элементов инженерных сооружений» / Учебное пособие. - М.: АСВ, 2003. - 303 с.	
4	Динамика и устойчивость сооружений	100	Смирнов А.Ф. Александров А.В. и др. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений. /Под ред. А.Ф. Смирнова. - М.: Стройиздат, 1984. - 416с.	
5	Динамика и устойчивость сооружений	100	Клейн Г.К, Рекач В.Т., Розенблат Г.И. Руководство к	

			практическим занятиям по курсу строительной механики (основы теории устойчивости динамики сооружений и расчета пространственных систем). - М.: Высшая школа, 1972.- 318 с.	
6	Динамика и устойчивость сооружений	100	Колкунов Н.В. Пособие по строительной механике стержневых систем. Статически неопределимые системы. Устойчивость. Динамика (часть 2). Москва. МГАКХиС, 2009 г. -106с.	
7	Динамика и устойчивость сооружений	100	Гаскин В.В., Снитко А.Н., Соболев В.И. Динамика и сейсмостойкость зданий и сооружений. Монография в трех томах. Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та. 1992.	
8	Динамика и устойчивость сооружений	100	Гаскин В.В., Соболев В.И. Имитационное моделирование сейсмических процессов в протяженных сооружениях // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. – 2004. № 2. – с. 25 – 33.	
9	Динамика и устойчивость сооружений	100	Сафронов В.С. Расчет висячих и вантовых мостов на подвижную нагрузку. Учебное	

			пособие. 1994 – 338с.	
10	Динамика и устойчивость сооружений	100	Завриев К.С. и др. Основы теории сейсмостойкости зданий и сооружений.- М.: Стройиздат, 1970.- 224 с.	
11	Динамика и устойчивость сооружений	100	Киселев В.А. Строительная механика. Специальный курс (Динамика и устойчивость сооружений). - М.: Стройиздат, 1964, 332 с.	
12	Динамика и устойчивость сооружений	100	Пановко Я.Г., Губанова И.И. Устойчивость и колебания упругих систем. Современные концепции, парадоксы и ошибки. 4-е издание. М.: Наука, 1987. - 352 с.	

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- Информационная система Госстроя России по нормативно - технической документации для строительства – www.skonline.ru;
- Программное обеспечение для проектирования. Специализированный сайт по СПДС – <http://dwg.ru/>;
- Электронная строительная библиотека – http://www.proektanti.ru/library/index/?category_id=12;
- Библиотека нормативно-технической литературы – www.complexdoc.ru
- <http://catalog2.vgasu.vrn.ru/MarcWeb2> - электронная библиотека
- www.edu.vgasu.ru – учебный портал ВГАСУ;
- elibrary.ru;
- www.twirpx.com – все для студента
- <http://vipbook.info> - электронная библиотека
- www.liraland.ru
- www.scadgroup.com
- <http://www.I-exam.ru>. (Интернет – тренажеры (ИТ)). Разработанные НИИ мониторинга качества образования.

- <http://www.fepo.ru>. ru. (репетиционное тестирование при подготовке к федеральному Интернет - экзамену).
- Библиотека программ, разработанная на кафедре строительной механики для выполнения РГР.

Для работы с электронными учебниками требуется наличие таких программных средств, как Adobe Reader для Windows и DjVuBrowserPlugin.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для освоения теоретического (лекционного) и практического материалов по дисциплине имеются специализированные аудитории 7314, 4308, 4301, оснащенные необходимыми наглядными пособиями (макеты, образцы квалификационных работ и т.д.).

Занятия, связанные с необходимостью компьютерного проектирования, поиска электронной информации и ознакомления с ней имеются компьютерные классы (ауд. 7312, 4301), оснащенный выходом в сеть Интернет, и аудитории, оборудованные техническими средствами представления видео и аудио информации (ауд. 2203, 7309, 4301, 4308).

В учебном процессе применяется ноутбук с мультимедийным проектором.

Нормативный и методический материал, размещен в методическом кабинете (ауд. 7316, 4307).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Динамика и устойчивость сооружений» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета искусственных сооружений на динамические нагрузки и потерю устойчивости. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

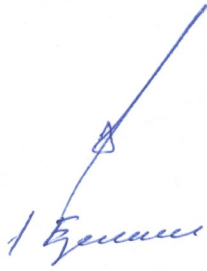
Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
---------------------	-----------------------

Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1.	Аннулированы раздел 8.2 в части состава и содержания лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	<p style="text-align: center;">Финиш</p> <p style="text-align: right;">/Ерёмин В.П./</p>
2.	Аннулированы раздел 8.2 в части состава и содержания лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	<p style="text-align: center;">Финиш</p> <p style="text-align: right;">/Ерёмин В.П./</p>
3.	Аннулированы раздел 8.2 в части состава и содержания лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2021	 <p style="text-align: right;">/Ерёмин В.П./</p>