

**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 мостовых сооружений»

Направление подготовки 08.03.01 Строительство

Профиль Автодорожные мосты и тоннели

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года


Форма обучения очная

Год начала подготовки 2021


Автор программы

 /Козлов А.В./

Заведующий кафедрой
Проектирования
автомобильных дорог и
мостов

 /Еремин А.В./

Руководитель ОПОП

 /Волокитин В.П./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Преподавание курса «Динамика мостовых сооружений» 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

Бакалавр по направлению подготовки 08.03.01 Строительство в соответствии с видами профессиональной деятельности должен быть готов решать следующие профессиональные задачи:

- выполнение и обработка результатов инженерных изысканий для строительства уникальных зданий и сооружений;
- сбор, систематизация и анализ информационных исходных данных для проектирования уникальных зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования;
- расчет, конструирование и мониторинг уникальных зданий и сооружений с использованием лицензионных универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования;
- технико-экономическое обоснование и принятие проектных решений в целом по объекту, координация работ по проекту, проектирование деталей (изделий) и конструкций;
- подготовка проектной и рабочей технической документации, оформление законченных проектных и конструкторских работ;
- разработка и верификация методов и программных средств расчета объекта проектирования, расчетное обеспечение проектной и рабочей документации; разработка инновационных технологий, конструкций, материалов и систем, в том числе с использованием научных достижений;
- контроль соответствия разрабатываемых проектов заданию на проектирование, техническим условиям, регламентам и другим исполнительным документам;
- проведение авторского и технического надзора за реализацией проекта.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Динамика мостовых сооружений» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

ПК-2 - Способен осуществлять проектные работы в области строительства, ремонта и реконструкции транспортных сооружений, мостовых и аэродромных конструкций, выполнять расчетное и технико-экономическое обоснование проектных решений

ПК-3 - Способен выполнять расчётное и технико-экономическое обоснование проектных решений транспортных сооружений, мостовых и аэродромных конструкций

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	знать методы моделирования работы несущих конструкций транспортных сооружений
	уметь ставить и решать соответствующие конкретные задачи моделирования работы несущих конструкций транспортных сооружений
	владеть навыками моделирования работы несущих конструкций транспортных сооружений
ПК-3	знать методы моделирования работы несущих конструкций транспортных сооружений
	уметь ставить и решать соответствующие конкретные задачи моделирования работы несущих конструкций транспортных сооружений
	владеть навыками моделирования работы несущих конструкций транспортных сооружений

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Динамика мостовых сооружений» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	36

Самостоятельная работа	54	54
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

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	Лаб. 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.	4	6	8	18
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.	4	6	8	18
3	Специальные вопросы динамики сооружений	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	4	6	8	18

		расчете на сейсмику. Методика динамического расчета по строительным нормам. Аэродинамическая устойчивость. Вихревой резонанс. Флаттер. Бафтинг. Динамические испытания мостов: определение фактического динамического коэффициента, логарифмического декремента затуханий, построение виброграмм.				
4	Основные понятия и определения теории устойчивости сооружений. Методы исследования устойчивости упругих систем	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.	2	6	10	18
5	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.	2	6	10	18
6	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.	2	6	10	18
Итого			18	36	54	108

5.2 Перечень лабораторных работ

№ п/п	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость (час)
1	Определение коэффициентов жесткости, податливости, инертности.	1
2	Определение динамических степеней свободы системы. Выбор динамической расчетной схемы.	1
3	Примеры на свободные колебания системы с одной степенью свободы. Расчет на заданные начальные условия	1
4	Примеры на вынужденные колебания систем с одной степенью свободы.	1

5	Примеры расчета виброизоляции	1
6	Демонстрация лабораторной работы – измерение с помощью вибрографа динамических параметров: частоты и логарифмического декремента нагруженной деревянной балки.	1
7	Расчет свободных колебаний системы с двумя степенями свободы с использованием прямой и обратной форм записи дифференциальных уравнений движения	2
8	Расчет вынужденных колебаний системы с двумя степенями свободы с использованием прямой и обратной форм записи дифференциальных уравнений движения	1
9	Расчет виброгашения. Пример расчета фундамента под молот.	1
10	Расчет частот и собственных форм шарнирно-опертой балки. Динамический расчет балки при произвольном возмущении с использованием разложения по собственным формам и интеграла Дюамеля.	1
11	Расчет аэродинамической устойчивости большепролетных мостов	2
12	Расчет рамного моста на сейсмические нагрузки	2
13	Составление виброграммы колебаний пролетного строения моста при испытаниях	1
14	Примеры расчета устойчивости прямых сжатых стержней	1
15	Примеры расчета устойчивости стержней переменного сечения, стержней, нагруженных различной нагрузкой по длине стержня. Расчет устойчивости стержня на упругом основании. Устойчивость составных стержней. Устойчивость центрально и внецентренно сжатых стержней с учетом упруго-пластической работы материала.	1
16	Устойчивость плоской формы изгиба балок. Устойчивость сжатых пластин. Расчет двутавровой стальной балки пролетного строения на стадии надвигки.	2

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

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
ПК-2	знать методы моделирования работы несущих конструкций транспортных сооружений	Полное или частичное (по уважительным причинам) посещение лекционных и практических занятий. 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
	уметь ставить и решать соответствующие конкретные задачи моделирования работы несущих конструкций транспортных сооружений	Полное или частичное (по уважительным причинам) посещение лекционных и практических занятий. 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
	владеть навыками моделирования работы несущих конструкций транспортных сооружений	Полное или частичное (по уважительным причинам) посещение лекционных и практических занятий. 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
ПК-3	знать методы моделирования работы несущих конструкций транспортных сооружений	Полное или частичное (по уважительным причинам) посещение лекционных и практических занятий. 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

		«хорошо» или «удовлетворительно».		
	уметь ставить и решать соответствующие конкретные задачи моделирования работы несущих конструкций транспортных сооружений	Полное или частичное (по уважительным причинам) посещение лекционных и практических занятий. 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
	владеть навыками моделирования работы несущих конструкций транспортных сооружений	Полное или частичное (по уважительным причинам) посещение лекционных и практических занятий. 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 7 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-2	знать методы моделирования работы несущих конструкций транспортных сооружений	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь ставить и решать соответствующие конкретные задачи моделирования работы несущих конструкций транспортных сооружений	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками моделирования работы несущих	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	конструкций транспортных сооружений			
ПК-3	знать методы моделирования работы несущих конструкций транспортных сооружений	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь ставить и решать соответствующие конкретные задачи моделирования работы несущих конструкций транспортных сооружений	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками моделирования работы несущих конструкций транспортных сооружений	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые 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. Назначение балльности площадки строительства зависит от:

- a. *Исключительно карт ОСР*
- b. *Карт ОСР и типа грунтов*
- c. *Технического задания от Заказчика*
- d. *Визуального обследования площадки*

2. Точка на поверхности земли, находящаяся строго над очагом землетрясения, называется:

- a. *Эпицентр*
- b. *Гипоцентр*
- c. *Точка Рихтера*
- d. *Полюс землетрясения*

3. Самое опасное направление сейсмического воздействия для линейного сооружения:

- a. *Вертикальное*
- b. *Вдоль оси сооружения*
- c. *Поперек оси сооружения*
- d. *Определяется индивидуально для разных конструкций и схем*

4. Проектное землетрясение для сооружений нормального уровня ответственности определяется исходя из возможности действия:

- a. Один раз в 10 лет*
- b. Один раз в 500 лет*
- c. Один раз в 1000000 лет*
- d. Каждый год*

5. Линейно-спектральный метод расчета основывается на следующих основных положениях:

- a. Для линейных сооружений имеется набор спектрограмм землетрясений для различных балльности площадки строительства*
- b. Производится суммирование спектров отклика в зависимости от частот собственных колебаний*
- c. Формы колебаний должны укладываться вдоль одной линии графика спектрального анализа*
- d. Линия действия сейсмических сил определяет спектр отклика сооружения*

6. Наклонные сваи при размере сечения меньше 40*40 см обязательно применяются:

- a. Только при достаточном расчетном обосновании*
- b. На любых мостовых сооружениях, возводимых на площадках с сейсмичностью больше 9 баллов*
- c. При любой сейсмичности площадки строительства*
- d. При сочетании факторов a и b*

7. Вертикальное направление сейсмического воздействия (для расчета пролетных строений на сбрасывание) учитывается при следующих условиях:

- a. При длине пролета до 30 м*
- b. При длине пролета свыше 100 м*
- c. При длине пролета свыше 18 м при сейсмичности свыше 8 баллов*
- d. Не учитывается, т.к. пролетные строения всегда достаточно тяжелые и не подвержены сбрасыванию ни при какой сейсмичности*

8. Для каких целей вместо обычных резино-металлических опорных частей (РОЧ) применяются сейсмостойкие со свинцовым сердечником:

- a. Для демпфирования горизонтальных колебаний пролета на опорах*
- b. Для увеличения веса пролетного строения и повышения коэффициента запаса при сбрасывании*
- c. Для увеличения несущей способности на вертикальные нагрузки вследствие колебаний пролетных строений*
- d. Для структурирования локальных вихревых возбуждений магнитного поля при землетрясении*

9. Шок-трансммиттер это:

- a. Медицинское устройство для оказания первой помощи пострадавшим от землетрясения*

- b. Низкочастотный передатчик для встречного гашения волн от землетрясения, уменьшающий нагрузку на сооружение*
- c. Второе название эпицентра землетрясения*
- d. Гидравлическое устройство, воспринимающее медленно действующую (статическую) нагрузку без сопротивления, и «запирающееся» при мгновенном (динамическом) воздействии для перераспределения динамической нагрузки между всеми опорами*

10. Несущая способность буровых свай при расчете на сейсмические нагрузки:

- a. Увеличивается, т.к. грунт считается более жестким*
- b. Уменьшается вследствие неизбежного разуплотнения грунта от колебаний*
- c. Остается неизменной, если у опоры не возникают локальные провалы*
- d. Буровые сваи в сейсмике применять нельзя.*

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Назначение балльности площадки строительства зависит от:

- a. Исключительно карт ОСР*
- b. Карт ОСР и типа грунтов*
- c. Технического задания от Заказчика*
- d. Визуального обследования площадки*

2. Точка на поверхности земли, находящаяся строго над очагом землетрясения, называется:

- a. Эпицентр*
- b. Гипоцентр*
- c. Точка Рихтера*
- d. Полюс землетрясения*

3. Самое опасное направление сейсмического воздействия для линейного сооружения:

- a. Вертикальное*
- b. Вдоль оси сооружения*
- c. Поперек оси сооружения*
- d. Определяется индивидуально для разных конструкций и схем*

4. Проектное землетрясение для сооружений нормального уровня ответственности определяется исходя из возможности действия:

- a. Один раз в 10 лет*
- b. Один раз в 500 лет*
- c. Один раз в 1000000 лет*
- d. Каждый год*

5. Линейно-спектральный метод расчета основывается на следующих основных положениях:

- a. Для линейных сооружений имеется набор спектрограмм землетрясений для различных балльностей площадки строительства*
- b. Производится суммирование спектров отклика в зависимости от частот собственных колебаний*
- c. Формы колебаний должны укладываться вдоль одной линии графика спектрального анализа*
- d. Линия действия сейсмических сил определяет спектр отклика сооружения*

6. Наклонные сваи при размере сечения меньше 40*40 см обязательно применяются:

- a. Только при достаточном расчетном обосновании*
- b. На любых мостовых сооружениях, возводимых на площадках с сейсмичностью больше 9 баллов*
- c. При любой сейсмичности площадки строительства*
- d. При сочетании факторов a и b*

7. Вертикальное направление сейсмического воздействия (для расчета пролетных строений на сбрасывание) учитывается при следующих условиях:

- a. При длине пролета до 30 м*
- b. При длине пролета свыше 100 м*
- c. При длине пролета свыше 18 м при сейсмичности свыше 8 баллов*
- d. Не учитывается, т.к. пролетные строения всегда достаточно тяжелые и не подвержены сбрасыванию ни при какой сейсмичности*

8. Для каких целей вместо обычных резино-металлических опорных частей (РОЧ) применяются сейсмостойкие со свинцовым сердечником:

- a. Для демпфирования горизонтальных колебаний пролета на опорах*
- b. Для увеличения веса пролетного строения и повышения коэффициента запаса при сбрасывании*
- c. Для увеличения несущей способности на вертикальные нагрузки вследствие колебаний пролетных строений*
- d. Для структурирования локальных вихревых возбуждений магнитного поля при землетрясении*

9. Шок-трансммиттер это:

- a. Медицинское устройство для оказания первой помощи пострадавшим от землетрясения*
- b. Низкочастотный передатчик для встречного гашения волн от землетрясения, уменьшающий нагрузку на сооружение*
- c. Второе название эпицентра землетрясения*
- d. Гидравлическое устройство, воспринимающее медленно действующую (статическую) нагрузку без сопротивления, и «запирающееся» при мгновенном (динамическом) воздействии для перераспределения динамической нагрузки между всеми опорами*

10. Несущая способность буровых свай при расчете на сейсмические нагрузки:

- a. Увеличивается, т.к. грунт считается более жестким*
- b. Уменьшается вследствие неизбежного разуплотнения грунта от колебаний*
- c. Остается неизменной, если у опоры не возникают локальные провалы*
- d. Буровые сваи в сейсмике применять нельзя.*

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Назначение балльности площадки строительства зависит от:

- a. Исключительно карт ОСР*
- b. Карт ОСР и типа грунтов*
- c. Технического задания от Заказчика*
- d. Визуального обследования площадки*

2. Точка на поверхности земли, находящаяся строго над очагом землетрясения, называется:

- a. Эпицентр*
- b. Гипоцентр*
- c. Точка Рихтера*
- d. Полюс землетрясения*

3. Самое опасное направление сейсмического воздействия для линейного сооружения:

- a. Вертикальное*
- b. Вдоль оси сооружения*
- c. Поперек оси сооружения*
- d. Определяется индивидуально для разных конструкций и схем*

4. Проектное землетрясение для сооружений нормального уровня ответственности определяется исходя из возможности действия:

- a. Один раз в 10 лет*
- b. Один раз в 500 лет*
- c. Один раз в 1000000 лет*
- d. Каждый год*

5. Линейно-спектральный метод расчета основывается на следующих основных положениях:

- a. Для линейных сооружений имеется набор спектрограмм землетрясений для различных балльностей площадки строительства*
- b. Производится суммирование спектров отклика в зависимости от частот собственных колебаний*
- c. Формы колебаний должны укладываться вдоль одной линии графика спектрального анализа*
- d. Линия действия сейсмических сил определяет спектр отклика*

сооружения

6. Наклонные сваи при размере сечения меньше 40*40 см обязательно применяются:

- a. Только при достаточном расчетном обосновании*
- b. На любых мостовых сооружениях, возводимых на площадках с сейсмичностью больше 9 баллов*
- c. При любой сейсмичности площадки строительства*
- d. При сочетании факторов a и b*

7. Вертикальное направление сейсмического воздействия (для расчета пролетных строений на сбрасывание) учитывается при следующих условиях:

- a. При длине пролета до 30 м*
- b. При длине пролета свыше 100 м*
- c. При длине пролета свыше 18 м при сейсмичности свыше 8 баллов*
- d. Не учитывается, т.к. пролетные строения всегда достаточно тяжелые и не подвержены сбрасыванию ни при какой сейсмичности*

8. Для каких целей вместо обычных резино-металлических опорных частей (РОЧ) применяются сейсмостойкие со свинцовым сердечником:

- a. Для демпфирования горизонтальных колебаний пролета на опорах*
- b. Для увеличения веса пролетного строения и повышения коэффициента запаса при сбрасывании*
- c. Для увеличения несущей способности на вертикальные нагрузки вследствие колебаний пролетных строений*
- d. Для структурирования локальных вихревых возбуждений магнитного поля при землетрясении*

9. Шок-трансммиттер это:

- a. Медицинское устройство для оказания первой помощи пострадавшим от землетрясения*
- b. Низкочастотный передатчик для встречного гашения волн от землетрясения, уменьшающий нагрузку на сооружение*
- c. Второе название эпицентра землетрясения*
- d. Гидравлическое устройство, воспринимающее медленно действующую (статическую) нагрузку без сопротивления, и «запирающееся» при мгновенном (динамическом) воздействии для перераспределения динамической нагрузки между всеми опорами*

10. Несущая способность буровых свай при расчете на сейсмические нагрузки:

- a. Увеличивается, т.к. грунт считается более жестким*
- b. Уменьшается вследствие неизбежного разуплотнения грунта от колебаний*
- c. Остается неизменной, если у опоры не возникают локальные провалы*

d. Буровые сваи в сейсмике применять нельзя.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

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.

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.

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 5. 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 6. Устойчивость тонкой полосы при чистом изгибе. Устойчивость плоской формы изгиба балок. Понятие об устойчивости сжатых

пластин с различными граничными условиями.

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Не предусмотрено учебным планом

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	ПК-2, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Методы динамического расчета конструкций зданий и сооружений	ПК-2, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Специальные вопросы динамики сооружений	ПК-2, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Основные понятия и определения теории устойчивости сооружений. Методы исследования устойчивости упругих систем	ПК-2, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Устойчивость рам и арок	ПК-2, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Устойчивость плоской формы изгиба балок. Устойчивость сжатых пластин	ПК-2, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

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.

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>. (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 мостовых сооружений» читаются лекции, проводятся лабораторные работы.

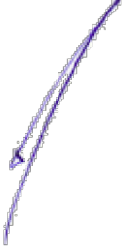
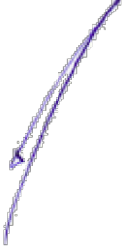
Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не

нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать 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.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none">- 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 начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

11. Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	
3	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2021	