



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Железобетонных и каменных конструкций

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2023 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Динамика строительных конструкций, зданий и сооружений

направление подготовки/специальность 08.04.01 Строительство

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Проектирование  
железобетонных и каменных конструкций

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2023

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины являются углубленное изучение вопросов: динамики строительных конструкций, технической диагностики строительных конструкций, зданий и сооружений с использованием их динамических параметров интегрального метода оценки упругих характеристик материалов строительных конструкций

Задачами освоения дисциплины являются:

- получение навыков в области расчета зданий и сооружений на динамические нагрузки;
- определение динамических параметров зданий различных конструктивных систем;
- оценка влияния жесткости узлов каркасных зданий

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ПК-5 Способен организовывать работу проектного подразделения по подготовке раздела проектной документации на строительные конструкции для зданий и сооружений	ПК-5.4 Выполняет расчеты строительных конструкций	<b>знает</b> Основные принципы расчета зданий и сооружений на динамические воздействия <b>умеет</b> Определять динамические параметры зданий и сооружений, в тч. формы колебаний зданий <b>владеет</b> навыками расчета зданий и сооружений на динамические нагрузки
ПК-5 Способен организовывать работу проектного подразделения по подготовке раздела проектной документации на строительные конструкции для зданий и сооружений	ПК-5.5 Подготавливает текстовую и графическую части раздела проектной документации на строительные конструкции	<b>знает</b> основные разделы проектной документации, правила оформления текстовой и графической части в соответствии с требованиями строительных норм и правил <b>умеет</b> анализировать воздействия окружающей среды на материал в конструкции, устанавливать требования к строительным и конструкционным материалам и выбирать оптимальный материал, исходя из его назначения и условий эксплуатации выполнять чертежи марки КЖ <b>владеет</b> навыками работы в программных комплексах графического проектирования

## 3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.ДВ.01.02 основной профессиональной образовательной программы 08.04.01 Строительство и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Сейсмостойкость сооружений	ПК-5.4, ПК-5.6

Сейсмостойкость сооружений

Знать общие требования к проектированию сейсмостойких зданий и сооружений

Уметь оценивать эффективность мероприятий по обеспечению сейсмостойкости зданий и сооружений

Владеть навыками практических методов оценки фактической сейсмостойкости зданий и сооружений для принятия решений о способах проектирования и усиления зданий различных конструктивных схем

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-1.6, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.4, ОПК-3.5, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-4.4, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5, ОПК-5.6, ОПК-5.7, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4, ОПК-6.5, ОПК-6.6, ОПК-6.7, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК-7.6, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК-2.7, ПК-2.8, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6, ПК-3.7, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-5.4, ПК-5.5, ПК-5.6, ПК-5.7, ПК-5.8, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-6.4, ПК-6.5, ПК-6.6, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5

**4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр	
			2	3
<b>Контактная работа</b>	128		64	64
Лекционные занятия (Лек)	64	0	32	32
Практические занятия (Пр)	64	56	32	32
<b>Иная контактная работа, в том числе:</b>	3		1,5	1,5
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	2		1	1
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,5		0,25	0,25
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,5		0,25	0,25
<b>Часы на контроль</b>	53,5		26,75	26,75
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	211,5		87,75	123,75
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>				
<b>часы:</b>	396		180	216
<b>зачетные единицы:</b>	11		5	6

**5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**5.1. Тематический план дисциплины (модуля)**

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Динамика строительных конструкций, зданий и сооружений										
1.1.	Раздел: 1 Динамические системы и колебательные процессы	2	14					14	28	ПК-5.4, ПК-5.5	
1.2.	Раздел: 2 Интегральные методы оценки упругих характеристик материалов строительных конструкций (каменная кладка и бетон)	2	8		28	28		47,75	83,75	ПК-5.4, ПК-5.5	
1.3.	Раздел 3 Методы динамических испытаний зданий и сооружений	2	10		4			26	40	ПК-5.4, ПК-5.5	
2.	2 раздел. Иная контактная работа										
2.1.	Иная контактная работа	2							1,25	ПК-5.4, ПК-5.5	
3.	3 раздел. Контроль										
3.1.	Экзамен	2							27	ПК-5.4, ПК-5.5	
4.	4 раздел. Формы колебаний										
4.1.	Техническая диагностика строительных конструкций, зданий и сооружений с использованием их динамических параметров	3	8		8	8		12	28	ПК-5.4, ПК-5.5	
4.2.	Формы колебаний зданий и сооружений	3	24		24	20		111,75	159,75	ПК-5.4, ПК-5.5	
5.	5 раздел. Иная контактная работа										
5.1.	Иная контактная работа	3							1,25	ПК-5.4, ПК-5.5	
6.	6 раздел. Контроль										
6.1.	Экзамен	3							27	ПК-5.4, ПК-5.5	

**5.1. Лекции**

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
--------	------------------------------------	--

1	Раздел: 1 Динамические системы и колебательные процессы	Примеры различных динамических систем, уравнений и процессов
1	Раздел: 1 Динамические системы и колебательные процессы	Составление уравнений колебаний с учетом диссипативных сил
1	Раздел: 1 Динамические системы и колебательные процессы	Составление уравнений колебаний при кинематических воздействиях
1	Раздел: 1 Динамические системы и колебательные процессы	Свободные колебания линейной системы с одной степенью свободы
1	Раздел: 1 Динамические системы и колебательные процессы	Вынужденные колебания линейной системы с одной степенью свободы
1	Раздел: 1 Динамические системы и колебательные процессы	Колебания дискретной многомассовой системы
1	Раздел: 1 Динамические системы и колебательные процессы	Формы колебаний зданий и сооружений
2	Раздел: 2 Интегральные методы оценки упругих характеристик материалов строительных конструкций (каменная кладка и бетон)	Законы распространения упругих волн в материалах строительных конструкций
2	Раздел: 2 Интегральные методы оценки упругих характеристик материалов строительных конструкций (каменная кладка и бетон)	Взаимосвязь прочности и скорости упругих волн в материале строительных конструкций
2	Раздел: 2 Интегральные методы	Анализ дисперсионных кривых для упругих волн

	оценки упругих характеристик материалов строительных конструкций (каменная кладка и бетон)	
2	Раздел: 2 Интегральные методы оценки упругих характеристик материалов строительных конструкций (каменная кладка и бетон)	Метод поверхностных волн
3	Раздел 3 Методы динамических испытаний зданий и сооружений	Вибрационные испытания строительных объектов
3	Раздел 3 Методы динамических испытаний зданий и сооружений	Стендовые испытания строительных объектов
3	Раздел 3 Методы динамических испытаний зданий и сооружений	Динамические испытания строительных конструкций
3	Раздел 3 Методы динамических испытаний зданий и сооружений	Метод свободных колебаний
3	Раздел 3 Методы динамических испытаний зданий и сооружений	О применимости метода свободных колебаний для анализа динамических характеристик зданий и сооружений
6	Техническая диагностика строительных конструкций, зданий и сооружений с использованием их динамических параметров	Техническая диагностика строительных конструкций, зданий и сооружений с использованием их динамических параметров Введение.
6	Техническая диагностика строительных конструкций, зданий и сооружений с использованием их динамических параметров	Нормативные значения частоты колебаний по собственным формам зданий различных конструктивных систем
6	Техническая диагностика строительных	Общие требования к разработке конечно-элементных математических моделей в программных комплексах - «ЗЕНИТ»; «ЕВРОСОФТ»; «SKAD»; «ЛИРА»; «COSMOS», «AN-SYS»; и

	конструкций, зданий и сооружений с использованием их динамических параметров	«ABACUS
6	Техническая диагностика строительных конструкций, зданий и сооружений с использованием их динамических параметров	Верификация математических моделей Рекомендации по верификации математических моделей с использованием процедуры «модального анализа» и нормативных значений частот колебаний по собственным формам зданий различных конструктивных систем
7	Формы колебаний зданий и сооружений	Формы колебаний зданий и сооружений (изгибные, сдвиговые, крутильные, вертикальные)
7	Формы колебаний зданий и сооружений	Определение динамических параметров крупнопанельного многоэтажного здания и создание его конечно-элементной модели
7	Формы колебаний зданий и сооружений	Определение динамических параметров зданий с несущими стенами из каменной кладки
7	Формы колебаний зданий и сооружений	Особенности формирования формы колебания зданий и сооружений, состоящих из нескольких блоков
7	Формы колебаний зданий и сооружений	Формы колебаний зданий и сооружений с несущим сборным железобетонным каркасом
7	Формы колебаний зданий и сооружений	Формы колебаний зданий и сооружений с несущим монолитным железобетонным каркасом
7	Формы колебаний зданий и сооружений	Оценка влияния жесткости узлов каркасных зданий, диафрагм и связей на их динамические параметры
7	Формы колебаний зданий и сооружений	Результаты динамического мониторинга Морского Никольского собора (православный храм в Кронштадте)
7	Формы колебаний зданий и сооружений	Результаты динамического мониторинга конструкций бочарных сводов ДСК-3 в Санкт-Петербурге
7	Формы колебаний зданий и сооружений	Процедура верификации конечно-элементных пространственных моделей на примере здания храма Спаса Преображения Господня (г. Санкт-Петербург)



7	Формы колебаний зданий и сооружений	Решение обратной задачи динамики для пространственной оболочки покрытия здания цирка в г. Уфе
7	Формы колебаний зданий и сооружений	Модальный анализ Процедура модального анализа и определение эффективной модальной массы, как доли массы сооружения, участвующей в динамической реакции по определенной форме колебаний

## 5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
2	Раздел: 2 Интегральные методы оценки упругих характеристик материалов строительных конструкций (каменная кладка и бетон)	Средства измерения и регистрации поверхностных волн и собственных колебаний Ознакомление с программой ввода и регистрирующими датчиками
2	Раздел: 2 Интегральные методы оценки упругих характеристик материалов строительных конструкций (каменная кладка и бетон)	Средства обработки результатов измерения собственных колебаний строительных конструкций, зданий и сооружений
2	Раздел: 2 Интегральные методы оценки упругих характеристик материалов строительных конструкций (каменная кладка и бетон)	Расчет значений частот собственных колебаний зданий различных конструктивных систем по эмпирическим формулам Формулы для расчета периодов собственных колебаний для зданий различных конструктивных систем
2	Раздел: 2 Интегральные методы оценки упругих характеристик материалов строительных конструкций (каменная кладка и бетон)	Средства обработки результатов измерения при регистрации параметров поверхностных волн Ознакомление с программой обработки и анализом данных измерений
3	Раздел 3 Методы динамических испытаний зданий и сооружений	Практическое измерение частот собственных колебаний пролетных конструкций с различными условиями их закрепления Использование прибора типа "Вибран" для измерения периодов собственных колебаний стен и перекрытий

6	Техническая диагностика строительных конструкций, зданий и сооружений с использованием их динамических параметров	<p>Классификация динамических нагрузок</p> <p>1. Неподвижная периодическая нагрузка характерна тем, что она многократно повторяется через определенные промежутки времени. Периодическая нагрузка может быть как непрерывной, так и прерывной.</p> <p>Если непрерывная периодическая нагрузка изменяется по закону синуса или косинуса, то такая нагрузка называется вибрационной или гармонической.</p> <p>Создаются такие нагрузки различными механизмами, имеющими неуравновешенные массы вращающихся частей.</p> <p>2. Кратковременная нагрузка характерна почти мгновенным действием, т.е. быстрым развитием и быстрым исчезновением (взрыв).</p> <p>3. Ударная нагрузка характеризуется резким изменением скорости ударяемого тела. Ударную нагрузку создают падающие тела, всевозможные копры, молоты и т.д.</p> <p>4. Подвижная нагрузка постоянного или переменного значения, меняющая свое положение на сооружении (поезда, автомобили, мостовые краны и т.д.).</p> <p>5. Сейсмическая нагрузка - это беспорядочное движение почвы, толчки, удары и т.д.</p> <p>Динамический расчет сооружений состоит в определении внутренних усилий и перемещений от динамических нагрузок, значение и характер действия которых известны, или в проверке системы на резонанс при периодически повторяющейся нагрузке определенной частоты.</p>
6	Техническая диагностика строительных конструкций, зданий и сооружений с использованием их динамических параметров	<p>Методы динамики сооружений</p> <p>В динамике сооружений используют два основных метода исследований:</p> <p>1. Кинематический метод, суть которого заключается в том, что конструкция в каждый момент времени рассматривается в равновесии под действием заданных динамических нагрузок и сил инерции всех ее масс.</p> <p>2. Энергетический метод основан на исследовании полной потенциальной энергии системы с учетом инерционных сил.</p>
7	Формы колебаний зданий и сооружений	<p>Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы при действии вибрационной нагрузки</p> <p>В динамических расчетах всегда необходимо определять частоту свободных колебаний и сравнивать ее с частотой вынуждающей силы. Необходимо чтобы частота вынужденных колебаний была меньше частоты свободных колебаний, в противном случае при остановке и пуске двигателя возможно явление резонанса.</p>
7	Формы колебаний зданий и сооружений	<p>Свободные колебания систем с двумя степенями свободы</p> <p>Системы с двумя степенями свободы являются частным случаем систем с несколькими степенями свободы. Но эти системы являются простейшими, позволяющими еще получить в конечном виде расчетные формулы для определения частот колебаний, амплитуд и динамических прогибов</p>
7	Формы колебаний зданий и сооружений	<p>Метод замены распределенных масс сосредоточенными</p> <p>Этот метод основан на идее приближенной замены системы с бесконечной степенью свободы системой с конечной степенью, путем замены распределенной массы сосредоточенными, что может быть выполнено двумя способами.</p> <p>По первому способу распределенная масса разбивается на участки, и на каждом участке распределенная масса заменяется</p>

		сосредоточенной массой, располагаемой в центре тяжести участка. По второму способу массы на участках распределяются по закону рычага
7	Формы колебаний зданий и сооружений	Учет модальных масс при собственных колебаниях зданий и сооружений Учет модальных масс при собственных колебаниях зданий и сооружений

### 5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Раздел: 1 Динамические системы и колебательные процессы	Динамические системы и колебательные процессы Подготовка к лекционным занятиям
2	Раздел: 2 Интегральные методы оценки упругих характеристик материалов строительных конструкций (каменная кладка и бетон)	Техническая диагностика строительных конструкций, зданий и сооружений с использованием их динамических параметров Подготовка к лекционным и практическим занятиям. Выполнения курсовой работы
3	Раздел 3 Методы динамических испытаний зданий и сооружений	Методы динамических испытаний зданий и сооружений Подготовка к лекционным и практическим занятиям. Выполнение курсовой работы
6	Техническая диагностика строительных конструкций, зданий и сооружений с использованием их динамических параметров	Техническая диагностика строительных конструкций, зданий и сооружений с использованием их динамических параметров Подготовка к лекционным и практическим занятиям
7	Формы колебаний зданий и сооружений	Формы колебаний зданий и сооружений Подготовка к лекционным и практическим занятиям Выполнение курсового проекта

## 6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, практических занятий, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков.

Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка экзамену;
- выполнение курсового проекта и курсовой работы.

Залогом успешного освоения этой дисциплины является обязательное посещение лекционных, практических занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса.

На практических занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется по темам дисциплины согласно РПД.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД для студентов очной формы обучения, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим занятиям. При подготовке к практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо: - повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы; - при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники; - выполнить практические задания в рамках изучаемой темы; - подготовиться к промежуточной аттестации. Итогом изучения дисциплины является экзамен. Экзамен проводится по расписанию сессии. Форма проведения занятия – письменная/устная/тестирование. Студенты, не прошедшие аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

## 7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Раздел: 1 Динамические системы и колебательные процессы	ПК-5.4, ПК-5.5	Устный опрос или тесты, задачи в Moodle
2	Раздел: 2 Интегральные методы оценки упругих характеристик материалов строительных конструкций (каменная кладка и бетон)	ПК-5.4, ПК-5.5	Устный опрос или тесты, задачи в Moodle
3	Раздел 3 Методы динамических испытаний зданий и сооружений	ПК-5.4, ПК-5.5	Устный опрос или тесты, задачи в Moodle
4	Иная контактная работа	ПК-5.4, ПК-5.5	Защита курсовой работы
5	Экзамен	ПК-5.4, ПК-5.5	Письменный ответ, устный ответ или тесты, задачи в Moodle
6	Техническая диагностика строительных конструкций, зданий и сооружений с	ПК-5.4, ПК-5.5	Устный опрос или тестирование в курсе

	использованием их динамических параметров		Moodle
7	Формы колебаний зданий и сооружений	ПК-5.4, ПК-5.5	Устный опрос или тестирование в курс Moodle
8	Иная контактная работа	ПК-5.4, ПК-5.5	Защита курсового проекта
9	Экзамен	ПК-5.4, ПК-5.5	Письменный ответ, устный ответ или тесты, задачи в Moodle

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Комплект задач

(Для проверки сформированности индикатора достижения компетенций ПК-5.4, ПК-5.5)

Комплект задач размещен по адресу: ЭИОС Moodle <https://moodle.spbgasu.ru/course/index.php?categoryid=191>

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;</li> <li>- точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;</li> <li>- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</li> </ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</li> </ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>- владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;</li> <li>- применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий;</li> <li>- грамотно обосновывает ход решения задач;</li> <li>- безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;</li> <li>- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</li> </ul>
---------------------------------------	---

<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</p> <p>навыки: - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений</p>
<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи</p> <p>навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;</p> <p>умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок</p> <p>навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### 7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

2-й семестр (экзамен)

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.

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 фазово-частотная (ФЧХ) характеристики системы.

Резонанс.

Динамический коэффициент.

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».

Свободные колебания системы с произвольным конечным числом степеней свободы.

Определение собственных частот и форм колебаний.

Спектр частот.

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.

Свободные и вынужденные колебания простой шарнирно-опертой балки как системы с бесконечным числом степеней свободы.

Определение частот и собственных форм колебаний.

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.

Методика динамического расчета по строительным нормам.

3-й семестр (экзамен)

Какие нагрузки называют динамическими?

- Что такое динамическая степень свободы массы на сооружении?

- Чему равно число динамических степеней свободы системы масс на сооружении?
- Какие колебания называют свободными или собственными и почему?
- Когда возникают вынужденные колебания.
- Какие этапы включает динамический расчет сооружений?
- Какие деформации сооружения учитывают при определении степени свободы в динамике?
- Как выбрать модель для динамического расчета стержневой системы?
- Какой принцип положен в основу динамического расчета статическим способом?
- Какая нагрузка называется вибрационной?
- Какие колебания являются свободными?
- Какие колебания являются вынужденными?
- Что такое явление резонанса?
- Что такое круговая частота?
- Что такое техническая частота?
- Какие факторы влияют на частоту свободных колебаний?
- В чем суть статического метода?
- В чем суть энергетического метода?
- Чем отличаются собственные колебания от свободных колебаний?
- Что такое коэффициент динамичности?
- Что называется частотой основного тона?
- Чему равно число частот собственных колебаний системы с несколькими динамическими степенями свободы масс?
- Как определяются частоты системы с несколькими динамическими степенями свободы масс?
- Что такое форма колебаний?
- Каковы основные характеристики свободных колебаний?
- Как зависит частота свободных колебания от величины колеблющейся массы и от жесткости системы?
- Чему равна частота вынужденных колебаний реальной конструкции?
- Что такое динамический коэффициент?
- В чем состоит проверка на резонанс?
- Как определить спектр частот свободных колебаний многомассовой системы?
- Каков спектр частот свободных колебаний в системах с распределенной массой?
- Что такое частота свободных колебаний и по какой формуле она определяется для системы с одной степенью свободы?
- Расскажите об особенностях вибрационной нагрузки.
- Напишите уравнение для определения частот свободных колебаний для системы с двумя степенями свободы.
- Напишите выражение для определения частот свободных колебаний в системе с тремя степенями свободы.
- Напишите уравнения для определения инерционных сил в системе с двумя степенями свободы при действии стационарной вибрационной нагрузки.
- Определите динамический коэффициент для системы с одной степенью свободы при частоте возбуждающей силы, равной 0,8 от частоты свободных колебаний.
- Определите частоту свободных колебаний для консольной балки:

#### 7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Практические задания размещены по адресу ЭИОС Moodle  
<https://moodle.spbgasu.ru/course/index.php?categoryid=191>

#### 7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Курсовая работа

Техническая диагностика строительных конструкций, зданий и сооружений с использованием их динамических параметров



Курсовой проект

«Определение динамических параметров крупнопанельного многоэтажного здания

Определение динамических параметров зданий с несущими стенами из каменной кладки

Особенности формирования формы колебания зданий и сооружений, состоящих из

нескольких блоков

Формы колебаний зданий и сооружений с несущим сборным железобетонным каркасом

Формы колебаний зданий и сооружений с несущим монолитным железобетонным каркасом

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.3.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена во 2-м семестре и 3-м семестре.

В экзаменационный билет включено два теоретических вопроса, соответствующие содержанию формируемых компетенций.

Экзамен может проводиться в письменной форме, устной форме или с помощью тестирования в курсе moodle.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка	

<p>знания</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</p>
<p>умения</p>	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок Ответил на все дополнительные вопросы.</p>

владение навыками	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий.</p> <p>Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач.</p> <p>Делает некорректные выводы.</p> <p>Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий.</p> <p>Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач.</p> <p>Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов.</p> <p>Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий.</p> <p>Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач</p> <p>Делает корректные выводы по результатам решения задачи.</p> <p>Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий.</p> <p>Не допускает ошибок при выполнении заданий.</p> <p>Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий.</p> <p>Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>
-------------------	---	--	---	---

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

## 8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

### 8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<b><u>Основная литература</u></b>		
1	Савин С. Н., Данилов И. Л., Сейсмобезопасность зданий и территорий, Санкт-Петербург: Лань, 2022	<a href="https://e.lanbook.com/book/212150">https://e.lanbook.com/book/212150</a>
<b><u>Дополнительная литература</u></b>		
1	Лампси Б. Б., Трянина Н. Ю., Хазов П. А., Лампси Б. Б., Сборник задач и упражнений по устойчивости стержневых систем, Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2020	<a href="http://www.iprbookshop.ru/107394.html">http://www.iprbookshop.ru/107394.html</a>
2	Хазов П. А., Анущенко А. М., Динамика строительных конструкций при экстремальных природных воздействиях: колебания, прочность, ресурс, Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2022	<a href="https://www.iprbookshop.ru/122876.html">https://www.iprbookshop.ru/122876.html</a>

3	Едимичев Д. А., Минкин А. Н., Масаев С. Н., Елфимова М. В., Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре, Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2019	<a href="https://www.iprbookshop.ru/100015.html">https://www.iprbookshop.ru/100015.html</a>
---	--	---

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Электронно-библиотечная система "IPRsmart"	<a href="http://www.iprbookshop.ru">www.iprbookshop.ru</a>
Электронно-библиотечная система "Лань"	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>
Российская государственная библиотека	<a href="http://www.rsl.ru">www.rsl.ru</a>
Государственная публичная научно-техническая библиотека России	<a href="http://www.gpntb.ru">www.gpntb.ru</a>

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Тех.Лит.Ру - техническая литература	<a href="http://www.tehlit.ru/">http://www.tehlit.ru/</a>
Российская государственная библиотека	<a href="http://www.rsl.ru">www.rsl.ru</a>
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронная библиотека Ирбис 64	<a href="http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/">http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/</a>
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.spbgasu.ru/</a>
Информационно-правовая база данных Кодекс	<a href="http://gasudata.lan.spbgasu.ru/docs/">http://gasudata.lan.spbgasu.ru/docs/</a>
Информационно-правовая система Консультант	\\law.lan.spbgasu.ru\Consultant Plus ADM
Информационно-правовая система Гарант	\\law.lan.spbgasu.ru\GarantClient

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
Microsoft Windows 10 Pro	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г
Ansys	Сублицензионный договор №1976-ПО/2017-СЗФО от 16.10.2017 г. с ЗАО "КАДФЕМ Си-Ай-Эс". Лицензия бессрочная
Лира	Соглашение о сотрудничестве №СС002 от 12.11.2013 с ООО "ЛИРА софт". Лицензия бессрочная

SAP2000 версия 21	Договор № ДЗ1907829042 от 27.05.2019г с ООО «НИП-Информатика. Лицензия бессрочная
Scad Office версия 21	SCAD Office договор №113 от 13.03.2015 с ООО "Автоматизация Проектных работ". Лицензия бессрочная
ETABS	Договор № 526 от 07.05.2020 г. Лицензия бессрочная
Старкон УВ (Stark-ES, Металл, Одиссей, TouchAt/Poseidon)	Договор № 24 от 30.01.2018 г. Лицензия бессрочная

#### 8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

##### Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
14. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
14. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ. ПО Microsoft Windows 10
14. Компьютерный класс	Компьютерный класс - рабочие места с ПК (стол компьютерный, системный блок, монитор, клавиатура, мышь), стол рабочий, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Internet.
14. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.