



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Строительной механики

УТВЕРЖДАЮ

Начальник учебно-методического управления

С.В. Михайлов

«27» июня 2019 г.

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

Теория расчета на динамические и сейсмические воздействия

направление подготовки/специальность 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Строительство мостов и тоннелей

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2019

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

Целями освоения дисциплины является ознакомить студента с методами расчета сооружений и конструкций на динамические воздействия, в том числе от ветровой нагрузки и сейсмического воздействия, а также методам расчета конструкций на устойчивость, используемым при проектировании и прочностных расчетах конструкций высотных и большепролетных зданий и сооружений.

Задачами освоения дисциплины является научить студента владеть и применять методы динамики и устойчивости сооружений при проектировании и прочностных расчетах конструкций высотных и большепролетных зданий и сооружений. Приобретенные навыки способствуют формированию инженерного мышления.

## 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
ПКС-5 Способность выполнять научно-техническое сопровождение строительства инженерных сооружений	ПКС-5.1 Постановка задач исследования в сфере строительства инженерных сооружений	<b>знает</b> цели и задачи расчета сооружений на динамические и сейсмические воздействия <b>умеет</b> определять случаи необходимости расчета на динамические и сейсмические воздействия <b>владеет навыками</b> навыком постановки задачи расчета на динамические и сейсмические воздействия
ПКС-5 Способность выполнять научно-техническое сопровождение строительства инженерных сооружений	ПКС-5.2 Выбор метода и/или методики проведения исследований в сфере строительства инженерных сооружений	<b>знает</b> Методики исследования поведения сооружения при динамических и сейсмических воздействиях <b>умеет</b> исследовать поведение сооружения при динамических и сейсмических воздействиях <b>владеет навыками</b> навыком анализа поведения системы при динамических и сейсмических воздействиях в рамках нормативной документации
ПКС-5 Способность выполнять научно-техническое сопровождение строительства инженерных сооружений	ПКС-5.3 Разработка (или модели) физической (или математической) исследуемого объекта	<b>знает</b> какие расчетные схемы (модели) сооружений используются при расчете на динамические и сейсмические воздействия <b>умеет</b> Определять какую расчетную схему (модель) необходимо применять для определенного сооружения при расчете на динамические и сейсмические воздействия <b>владеет навыками</b> Составлять расчетную схему (модель) для сооружений простой формы при расчете на динамические и сейсмические воздействия

ПКС-5 выполнять техническое сопровождение строительства инженерных сооружений	Способность научно-	ПКС-5.4 исследования строительства сооружений в его методикой	Проведение в сфере инженерных соответствии с	<b>знает</b> принципы расчета конструкций сооружений при расчете на динамические и сейсмическое воз-действие. Характеристики, необходимые для определения сейсмической опасности строительной площадки <b>умеет</b> выполнять расчеты и конструирование элементов сооружений при динамических и сейсмических воздействиях в соответствии с заданными характеристиками воздействия <b>владеет навыками</b> навыком расчета сооружения простой формы на динамические и сейсмические воздействия
ПКС-5 выполнять техническое сопровождение строительства инженерных сооружений	Способность научно-	ПКС-5.5 результатов исследования и получение экспериментально -статистической модели, описывающей поведение исследуемого объекта, их представление и защита	Обработка	<b>знает</b> варианты обработки результатов расчета на динамические и сейсмические воздействия. <b>умеет</b> обработать результаты расчета на динамические и сейсмические воздействия <b>владеет навыками</b> навыком обработки результатов расчета сооружений простой формы на динамические и сейсмические воздействия

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

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.03 основной профессиональной образовательной программы 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Строительная механика	ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.6, ОПК-1.7, ОПК-1.10, ОПК-2.6, ОПК-3.1, ОПК-6.17, ОПК-6.18, ОПК-6.19, ОПК-11.1, ОПК-11.6, ОПК-11.7, ОПК-11.13, ОПК-11.14

Строительная механика

Знать:

основные методы решения динамических задач строительной механики

Уметь:

составить расчетную схему для сложных инженерных конструкций и их элементов при выполнении динамических расчетов

Владеть:

навыками расчета стержневых строительных конструкций на устойчивость и динамические воздействия

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	Семестр
		11
<b>Контактная работа</b>	50	50
Лекционные занятия (Лек)	34	34
Практические занятия (Пр)	16	16
<b>Иная контактная работа, в том числе:</b>	1,75	1,75
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	0,5	0,5
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,5	0,5
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	1,25	1,25
<b>Часы на контроль</b>	34,75	34,75
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	57	57
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>		
<b>часы:</b>	144	144
<b>зачетные единицы:</b>	4	4

**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
			Лекц	ПЗ	ЛР			
1.	1 раздел. 1. Свободные и вынужденные колебания систем. Собственные частоты и формы колебаний.							
1.1.	Колебание систем с одной степенью свободы	11	2			4	6	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5
1.2.	Колебание систем с конечным числом степеней свободы	11	2	4		6	12	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5
2.	2 раздел. 2. Расчет конструкций и сооружений на случайные колебания.							
2.1.	Основные понятия теории случайных колебаний	11	2			2	4	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5

2.2.	Вывод формул СНиПа. Пластическое разрушение	11	2			2	4	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5
2.3.	Нелинейная система с одной степенью свободы	11	2	2		3	7	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5
3.	3 раздел. 3. Расчет высотных и протяжённых сооружений на ветровое воздействие.							
3.1.	Физическое моделирование ветрового воздействия на сооружение	11	2	4		4	10	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5
3.2.	Изгибно-крутильный и срывной флаттер	11	2			4	6	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5
3.3.	Ветровой резонанс	11	2			6	8	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5
4.	4 раздел. 4. Характеристика сейсмических воздействий и сейсмическое районирование.							
4.1.	Характеристика сейсмических воздействий и сейсмическая опасность территории	11	2			2	4	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5
5.	5 раздел. 5. Общие положения по сейсмостойкости зданий и сооружений.							
5.1.	Краткий очерк развития сейсмостойкого строительства	11	2			2	4	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5
5.2.	Современный подход к задаче обеспечения сейсмостойкости зданий и сооружений. Общие принципы проектирования сейсмостойких конструкций.	11	2			2	4	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5
6.	6 раздел. 6. Методы расчета конструкций и сооружения на сейсмические воздействия.							

6.1.	Спектральный метод расчета сооружений на сейсмические воздействия	11	4	6		8	18	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5
6.2.	Динамический метод расчета сооружений на сейсмические воздействия	11	2			3	5	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5
6.3.	Моделирование грунтового основания	11	2			3	5	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5
7.	7 раздел. 7. Методы антисейсмического усиления строительных конструкций. Сейсмоизоляция и сейсмогашение.							
7.1.	Традиционные методы антисейсмического усиления. Сейсмоизоляция зданий.	11	2			3	5	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5
7.2.	Сейсмогашение	11	2			3	5	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5
8.	8 раздел. Иная контактная работа							
8.1.	Иная контактная работа	11					1	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5
9.	9 раздел. Контроль							
9.1.	Экзамен	11					36	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5

## 5.2. Лекции

№ п/п	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Колебание систем с одной степенью свободы	Колебание систем с одной степенью свободы Основные понятия теории колебаний. Системы с одной степенью свободы. Свободные колебания линейной системы. Линейный осциллятор. Период колебаний. Круговая частота колебаний. Техническая частота колебаний. Свободные затухающие колебаний осциллятора. Логарифмический декремент колебаний. Вынужденные колебания линейной системы с одной степенью свободы. Общее и частное решение. Разложение силы на сумму импульсов. Внезапное действие на систему постоянной силы. Коэффициент динамичности

2	Колебание систем с конечным числом степеней свободы	Колебание систем с конечным числом степеней свободы Колебание системы с конечным числом степеней свободы. Определение собственных частот и форм свободных колебаний. Метод главных координат
3	Основные понятия теории случайных колебаний	Основные понятия теории случайных колебаний Основные понятия теории случайных колебаний. Сейсмические воздействия. Уравнения движения
4	Вывод формул СНиПа. Пластическое разрушение	Вывод формул СНиПа. Пластическое разрушение Вывод формул СНиПа. Пластическое (вязкое) разрушение. Предельное равновесие при изгибе
5	Нелинейная система с одной степенью свободы	Нелинейная система с одной степенью свободы Нелинейная система с одной степенью свободы. Методика анализа. Модель с конечным числом степеней свободы. Анализ адекватности модели с одной степенью свободы
6	Физическое моделирование ветрового воздействия на сооружение	Физическое моделирование ветрового воздействия на сооружение Физическое моделирование ветрового воздействия на сооружение. Проблемы применения аэродинамических труб.
7	Изгибно-крутильный и срывной флаттер	Изгибно-крутильный и срывной флаттер Изгибно-крутильный флаттер (классический флаттер). Срывной флаттер. Галопирование поперек воздушного потока
8	Ветровой резонанс	Ветровой резонанс Колебания структуры, вызванные турбулентным потоком (ветровой резонанс). Методы расчета сооружений на ветровые нагрузки (ветровой резонанс) в современных программных комплексах
9	Характеристика сейсмических воздействий и сейсмическая опасность территории	Характеристика сейсмических воздействий и сейсмическая опасность территории Основные сведения о землетрясениях. Характеристики сейсмической опасности территории. Статистический подход к выявлению сейсмоопасности территории. Геофизический подход к выявлению сейсмоопасности территории. Сейсмическое районирование территории.
10	Краткий очерк развития сейсмостойкого строительства	Краткий очерк развития сейсмостойкого строительства Особенности строительства в сейсмически опасных районах в разрезе времени. Развитие расчета сооружений на сейсмическое воздействие.
11	Современный подход к задаче обеспечения сейсмостойкости зданий и сооружений. Общие принципы проектирования сейсмостойких конструкций.	Современный подход к задаче обеспечения сейсмостойкости зданий и сооружений. Общие принципы проектирования сейсмостойких конструкций Современная идеология в сейсмостойком строительстве. Многоуровневое проектирование. Прогнозируемые и непргнозируемые повреждения конструкций.
12	Спектральный метод расчета сооружений на сейсмические воздействия	Спектральный метод расчета сооружений на сейсмические воздействия Понятие о линейно-спектральном методе (ЛСМ) расчета сооружений на сейсмические нагрузки. Теоретические основы спектрального метода. Нормирование сейсмических нагрузок по спектральной методике.
13	Динамический метод расчета сооружений на сейсмические	Динамический метод расчета сооружений на сейсмические воздействия Постановка задачи динамического расчета сооружений на

	воздействия	сейсмические воздействия. Задание расчетного воздействия для динамического расчета сооружений. Методы численного интегрирования уравнений сейсмических колебаний. Использование результатов динамических расчетов.
14	Моделирование грунтового основания	Моделирование грунтового основания Оценка влияния взаимодействия сооружения с основанием на колебания сооружения. Модели основания с малым числом степеней свободы и с большим числом степеней свободы.
15	Традиционные методы антисейсмического усиления. Сейсмоизоляция зданий.	Традиционные методы антисейсмического усиления. Сейсмоизоляция зданий. Традиционные методы антисейсмического усиления для разных типов зданий. Сейсмоизоляция зданий и сооружений. Принципы сейсмоизоляции зданий и сооружений. Краткий обзор систем сейсмоизоляции зданий и сооружений. Задача расчета и подбора параметров сейсмоизолирующих фундаментов.
16	Сейсмогашение	Сейсмогашение Применение демпфирующих устройств для повышения сейсмостойкости зданий и сооружений. Применение динамических гасителей колебаний (ДГК) для сейсмозащиты зданий и сооружений. Постановка задач динамического гашения сейсмических колебаний. Рекомендации и опыт практического применения ДГК в сейсмостойком строительстве.

### 5.3. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
2	Колебание систем с конечным числом степеней свободы	Колебание систем с конечным числом степеней свободы Исследование движения систем с конечным числом степеней свободы. Расчет частот малых свободных колебаний и формы главных колебаний системы с конечным числом степеней свободы
5	Нелинейная система с одной степенью свободы	Нелинейная система с одной степенью свободы. Расчет на малоцикловую усталость
6	Физическое моделирование ветрового воздействия на сооружение	Физическое моделирование ветрового воздействия на сооружение Расчет высотного сооружения на ветровое воздействие
12	Спектральный метод расчета сооружений на сейсмические воздействия	Спектральный метод расчета сооружений на сейсмические воздействия Расчет многоэтажного здания на сейсмическое воздействие

### 5.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Колебание систем с одной степенью свободы	Колебание систем с одной степенью свободы Влияние сил сопротивления на колебания диссипативных систем. Учет затухания в системе с конечным числом степеней свободы. Подготовка к устному опросу.
2	Колебание систем с конечным числом степеней свободы	Колебание систем с конечным числом степеней свободы Разложение нагрузки по формам колебаний ортогональность с весом. Учет затухания в системе с конечным числом степеней свободы.



		Построение матриц демпфирования. Подготовка к устному опросу. Выполнение задач.
3	Основные понятия теории случайных колебаний	Основные понятия случайных колебаний Изучение материала. Подготовка к устному опросу.
4	Вывод формул СНиПа. Пластическое разрушение	Вывод формул СНиПа. Пластическое разрушение. Изучение материала. Подготовка к устному опросу.
5	Нелинейная система с одной степенью свободы	Нелинейная система с одной степенью свободы Изучение материала. Подготовка к устному опросу.
6	Физическое моделирование ветрового воздействия на сооружение	Физическое моделирование ветрового воздействия на сооружение Применение программных комплексов CFD (Вычислительная гидродинамика). Основные подходы для моделирования течений. Подготовка к устному опросу. Решение задач.
7	Изгибно-крутильный и срывной флаттер	Изгибно-крутильный и срывной флаттер Изучение материала. Подготовка к устному опросу.
8	Ветровой резонанс	Ветровой резонанс Изучение материала. Подготовка к устному опросу. Решение задач
9	Характеристика сейсмических воздействий и сейсмическая опасность территории	Характеристика сейсмических воздействий и сейсмическая опасность территории Изучение материала. Подготовка к устному опросу.
10	Краткий очерк развития сейсмостойкого строительства	Краткий очерк развития сейсмостойкого строительства Изучение материала. Подготовка к устному опросу.
11	Современный подход к задаче обеспечения сейсмостойкости зданий и сооружений. Общие принципы проектирования сейсмостойких конструкций.	Современный подход к задаче обеспечения сейсмостойкости зданий и сооружений. Общие принципы проектирования сейсмостойких конструкций Изучение материала. Подготовка к устному опросу.
12	Спектральный метод расчета сооружений на сейсмические воздействия	Спектральный метод расчета сооружений на сейсмические воздействия Частотно зависимое и частотно независимое затухание. Гипотеза Сорокина. Приближенное и точное разложение уравнений движения с учетом затухания по формам колебаний. Подготовка к устному опросу. Решение задач.
13	Динамический метод расчета сооружений на сейсмические воздействия	Динамический метод расчета сооружений на сейсмические воздействия Изучение материала. Подготовка к устному опросу.
14	Моделирование грунтового основания	Моделирование грунтового основания Изучение материала. Подготовка к устному опросу.
15	Традиционные методы антисейсмического усиления. Сейсмоизоляция зданий.	Традиционные методы антисейсмического усиления. Сейсмоизоляция зданий. Изучение материала. Подготовка к устному опросу.

16	Сейсмогашение	Сейсмогашение Изучение материала. Подготовка к устному опросу.
----	---------------	---

## 6. Перечень методических материалов для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, практических и лабораторных 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 к лабораторной работе;
- выполнение задач контрольных работ.

Залогом успешного освоения этой дисциплины является обязательное посещение лекционных, практических и лабораторных занятий, так как пропуск одного (тем более нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На практических занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется выполнением контрольных работ 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 и лабораторным занятиям.

При подготовке к практическим и лабораторным 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 в рамках изучаемой темы;
- ознакомиться с методическими рекомендациями к выполнению лабораторной работы;
- подготовить отчет по выполненной лабораторной работе
- подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины является экзамен.

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

Экзамен проводится в устной форме. Для подготовки по экзаменационному билету отводится 40 минут.

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	Колебание систем с одной степенью свободы	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5	Устный опрос
2	Колебание систем с конечным числом степеней свободы	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5	Устный опрос. Решение задач.
3	Основные понятия теории случайных колебаний	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5	Устный опрос
4	Вывод формул СНиПа. Пластическое разрушение	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5	Устный опрос
5	Нелинейная система с одной степенью	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-	Устный опрос

	свободы	5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5	
6	Физическое моделирование ветрового воздействия на сооружение	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5	Устный опрос. Решение задач
7	Изгибно-крутильный и срывной флаттер	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5	Устный опрос
8	Ветровой резонанс	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5	Устный опрос. Решение задач.
9	Характеристика сейсмических воздействий и сейсмическая опасность территории	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5	Устный опрос
10	Краткий очерк развития сейсмостойкого строительства	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5	Устный опрос
11	Современный подход к задаче обеспечения сейсмостойкости зданий и сооружений. Общие принципы проектирования сейсмостойких конструкций.	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5	Устный опрос
12	Спектральный метод расчета сооружений на сейсмические воздействия	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5	Устный опрос. Решение задач
13	Динамический метод расчета сооружений на сейсмические воздействия	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5	Устный опрос
14	Моделирование грунтового основания	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5	Устный опрос
15	Традиционные методы антисейсмического усиления. Сейсмоизоляция зданий.	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5	Устный опрос
16	Сейсмогашение	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5	Устный опрос
17	Иная контактная работа	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5	
18	Экзамен	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3, ПКС-5.4, ПКС-5.5	

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

Контрольная работа №1

(комплект заданий для контрольной работы)

(для проверки сформированности индикатора достижений компетенций ПКС-5.1; ПКС-5.2; ПКС-5.3; ПКС-5.4; ПКС-5.5)

Комплект заданий размещен по адресу: ЭИОС Moodle (<https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=3651>) (кафедра Строительная механика/ специалитет/ ТРнаДиСВ)

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

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:  - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;  - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;  - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения:  - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</p> <p>навыки:  - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;  - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;  - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий;  - грамотно обосновывает ход решения задач;  - безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;  - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</p>
<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 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 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; умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок 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

1. Системы с одной степенью свободы.
2. Уравнение колебаний линейного осциллятора. Свободные колебания.
3. Свободные затухающие колебания линейного осциллятора.
4. Элементарная теория удара.
5. Вынужденные колебания линейного осциллятора.
6. Интеграл Дюамеля.
7. Вынужденные периодические колебания линейного осциллятора.
8. Резонанс.
9. Коэффициент динамичности.
10. Системы со многими степенями свободы. Уравнения колебаний.
11. Уравнения колебаний в прямой и обратной форме.
12. Собственные частоты и формы колебаний.
13. Метод нормальных координат.
14. Уравнения движения при сейсмическом воздействии. Акселерограммы.
15. Линейная спектральная теория.
16. Нелинейная пластическая деформация. Уравнения колебаний пластически деформируемой системы.

17. Понятие о срывном флаттере.
18. Понятие о ЛСМ. Расчеты сооружения на сейсмические нагрузки для системы с одной степенью свободы. Спектральные кривые, пиковые ускорения, учет демпфирования.
19. Учет бокового сейсмического давления грунта.
20. Развитие ЛСМ. Задание амплитуды и коэффициента динамики.
21. Динамический гаситель колебаний.
22. Разложение уравнений движения по формам колебаний (без учета демпфирования). Ча- стоты и формы колебаний. Нормирование собственных векторов. Ортогональность с весом.
23. Основные принципы сейсмостойкого строительства. Многоуровневое проектирование.
24. Математическая и физическая интерпретация разложения уравнения движения по фор- мам колебаний. Собственные числа и собственные векторы.
25. Проектное, умеренное и максимальное расчетное землетрясение. Задание расчетных уровней воздействий.
26. Разложение нагрузки по формам колебаний. Вектор проекции воздействия на направле- ние обобщенных координат.
27. Порядок расчета на сейсмические воздействия по действующим нормам, с использова- нием многоуровневого проектирования.
28. Методы интегрирования дифференциальных уравнений
29. Особенности расчета систем с сейсмоизоляцией. Область применения ЛСМ.
30. Частотно зависимое и частотно независимое демпфирование. Обобщенная гипотеза Со- рокина.
31. Учет демпферов при расчете систем сейсмозащиты.
32. Разложение уравнений движений по формам колебаний недемпфированной системы.
33. Классификация систем специальной сейсмозащиты зданий и сооружений.
34. Однородное и пропорциональное демпфирование.
35. Основные параметры очага землетрясений.
36. Использование ЛСМ для систем с несколькими степенями свободы. Коэффициент фор- мы колебаний.
37. Сейсмическая опасность территорий.
38. Эквивалентное вязкое демпфирование.
39. Проектирование конструкций с заданными параметрами предельных состояний. Пере- ход от равнопрочных конструкций к не равнопрочным конструкциям.
40. Учет демпфирования и корреляции форм колебаний в рамках ЛСМ.
41. Ситуационная сейсмичность и ее учет при задании сейсмического воздействия.
42. Особенности применения ЛСМ для расчета на ПЗ. Учет ситуационной сейсмичности.
43. Учет грунтовых условий при назначении расчетной сейсмичности.
44. Особенности применения ЛСМ для расчета на МРЗ. Коэффициент редукции.
45. Основные особенности сейсмических колебаний грунта. Типы сейсмических волн.
46. Нормативный вариант ЛСМ.
47. Возможность применения ЛСМ для расчета зданий с сейсмоизоляцией.
48. Пиковые ускорения в расчетах на сейсмические воздействия. Зависимость от преобла- дающего периода.
49. Учет бокового сейсмического давления воды.
50. Статистический и геофизический подходы к оценки сейсмической опасности террито- рий.
51. Спектр демпфирования. Разложение уравнения движений по формам колебания не- демпфированной системы.
52. Основные характеристики реальных акселерограмм. Энергетические, кинематические, спектральные характеристики.
53. Построение спектров реакций (кривая динамичности).
54. Методы интегрирования дифференциальных уравнений с использованием интеграла Дюамеля.
55. Оценка смещений при использовании ЛСМ.
56. Методы задания расчетного сейсмического воздействия. Задание для площадки

строи-тельства и для сооружения.

57. Критерии разжижения грунта.

58. Способы генерации расчетных акселерограмм.

59. Частотно зависимое и частотно независимое демпфирование. Представление сил сопро-тивления по Фойхту в форме Рэлея.

60. Оценка сейсмостойкости сооружения со скользящим поясом.

61. Статистические методы моделирования. Представление воздействия как произведение детерминистической функции на стационарный случайный процесс. Автокорреляционная функция и спектральная плотность.

62. Рассеивание энергии в материале строительных конструкциях. Учет потерь энергии в грунтовое основание.

63. Построение матрицы демпфирования при расчете сложных систем. Лисмерова граница.

64. Шкала балльности. Инструментальная часть.

65. Использование результатов динамических расчетов.

66. Учет взаимодействия сооружения с основанием в расчетах на сейсмические воздей-ствия.

67. Назначение расчетной балльности при расчетах сооружений.

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

для контроля формирования компетенции ПКС-5.1; ПКС-5.2; ПКС-5.3; ПКС-5.4; ПКС-5.5 предусмотрены, следующие задачи:

Практические задания размещены по адресу ЭИОС Moodle (<https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=3651> (кафедра Строительная механика/ специалитет/ ТРнаДиСВ)

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

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена

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 приведены в п. 7.3.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

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

Экзамен проводится в устной форме. Для подготовки по экзаменационному билету отводится 40 минут.

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»		



	<p>Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p>	<p>Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «продвинутой». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.</p>	<p>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>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>

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

## 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	Масленников А. М., Основы динамики и устойчивости стержневых систем, М., 2000	238
2	Рутман Ю. Л., Островская Н. В., Динамика сооружений: сейсмостойкость, сейсмозащита, ветровые нагрузки, СПб., 2019	1

3	Бабанов В. В., Строительная механика, М.: Академия, 2011	397
<b><u>Дополнительная литература</u></b>		
1	Пановко Я. Г., Основы прикладной теории колебаний и удара, Ленинград: Политехника, 1990	2
2	Магнус К., Сидоров В. И., Филатов В. В., Смирнов В. Д., Ишлинский А. Ю., Колебания, М.: Мир, 1982	2
3	Бидерман В. Л., Теория механических колебаний, М.: Высш. шк., 1980	2
4	Масленников А. М., Динамика и устойчивость сооружений, М.: Юрайт, 2016	50
5	Смирнов А. Ф., Александров А. В., Лашеников Б. Я., Шапошников Н. Н., Смирнов А. Ф., Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений, Москва: Стройиздат, 1984	3
1	Масленников А. М., Бабанов В. В., Лаппо Е. Л., Сборник задач по строительной механике, Л., 1991	191
2	Масленников А. М., Бабанов В. В., Лаппо Е. Л., Сборник задач по строительной механике, Л., 1991	194

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
Уздин А.М. Сейсмостойкие конструкции транспортных зданий и сооружений [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.М. Уздин, С.В. Елизаров, Т.А. Белаш. — Электрон. текстовые данные. — М. : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2012. — 501 с. — 978-5-89035-653-6. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/16136.html">http://www.iprbookshop.ru/16136.html</a>	<a href="http://www.iprbookshop.ru/16136.html">http://www.iprbookshop.ru/16136.html</a>
Синицын С.Б. Теория сейсмостойкости [Электронный ресурс] : курс лекций / С.Б. Синицын. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 88 с. — 978- 5-7264-0789-0. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/23752.html">http://www.iprbookshop.ru/23752.html</a>	<a href="http://www.iprbookshop.ru/23752.html">http://www.iprbookshop.ru/23752.html</a>

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.spbgasu.ru/</a>
Электронная библиотека Ирбис 64	<a href="http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/">http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "IPRbooks"	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Российская государственная библиотека	<a href="http://www.rsl.ru">www.rsl.ru</a>
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	<a href="http://www.spbgasu.ru">www.spbgasu.ru</a>
Тех.Лит.Ру - техническая литература	<a href="http://www.tehlit.ru/">http://www.tehlit.ru/</a>
Бест-строй. Строительный портал. Нормативные и рекомендательные документы по строительству	<a href="http://best-stroy.ru/gost/">http://best-stroy.ru/gost/</a>

Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации в области строительства и проектирования, безопасности и охраны труда, энергетики и нефтегаза, права.	<a href="http://docs.cntd.ru">http://docs.cntd.ru</a>
---	---

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	Standard Enrollment 58300688, дата окончания 2020-12-31, Campus 3 61795673
Microsoft Office 2016	Standard Enrollment 58300688, дата окончания 2020-12-31, Campus 3 61795673
Lira SAPR версия 2019 R1	
MathCad версия 15	
Matlab версия R2019a	
Scad Office версия 21	
Sofistik версия 2018-8	

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации- комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска маркерная белая эмалевая, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Internet.

Межкафедральная лаборатория 2-я Красноармейская ул., д.4. ауд. №40

Специальная испытательная машина INSTRON с компьютерным управлением

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

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