

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан строительного факультета  
Панфилов Д.В.  
«21» декабря 2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

«Сейсмостойкость сооружений»

Специальность 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

Специализация «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений»

Квалификация выпускника инженер-строитель

Нормативный период обучения 6 лет

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023

Автор программы



/ Алирзаев И.Ш./

Заведующий кафедрой  
Строительных конструкций,  
оснований и фундаментов  
имени профессора  
Ю.М.Борисова



/ Панфилов Д.В./

Руководитель ОПОП



/Рогатнев Ю.Ф./

Воронеж 2022

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Расчет зданий и сооружений на воздействие сейсмических нагрузок с учетом объемно-планировочных решений, конструирования элементов и их соединений, обеспечивающие их сейсмостойкость.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- Изучение основ теории сейсмостойкости;
- Определение расчетных сейсмических нагрузок;
- Формирование расчетных динамических моделей (РДМ). Расчет сооружения спектральным методом;
- Учет особенности учета взаимодействия сооружения с грунтом основания;
- Изучение конструктивных требований по обеспечению сейсмостойкости зданий и сооружений.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Сейсмостойкость сооружений» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Расчет оснований и фундаментов на сейсмические и динамические нагрузки» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	Знать- основы теории сейсмостойкости, определение интенсивности сейсмических воздействий
	Уметь- формирование расчетных динамических моделей (РДМ). Расчет сооружения спектральным методом и прямым динамическим методом.
	Владеть- методикой проведения совместных расчетов системы «основание-сооружения» на сейсмическое воздействие.

## 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Сейсмостойкость сооружений» составляет 7 з.е.

**Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		11
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72	72
<b>В том числе:</b>		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
<b>Самостоятельная работа</b>	135	135
Виды промежуточной аттестации - эк-замен	+	+
<b>Общая трудоемкость:</b>		
академические часы	252	252
зач.ед.	7	7

**5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий**

**очная форма обучения**

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Основы теории сейсмостойкости. Общие сведения о землетрясениях. Основные характеристики сейсмической опасности территории.	Определение интенсивности сейсмических воздействий в баллах по комплекту карт ОСР-2015. Общее сейсмическое районирование. Карты А, В и С. Категория грунта по сейсмическим свойствам. Расчетная сейсмичность площадки строительства. Влияние грунтовых условий на расчетную сейсмичность строительной площадки.	4	4	18	26
2	Основные понятия динамики сооружений	Модальный анализ. Основные характеристики колебательного процесса. Понятие о частотах и формах собственных колебаний. Анализ частот и форм собственных колебаний. Определение спектра частот и форм собственных колебаний с использованием доступного конечно-элементного программного комплекса.	6	6	16	28
3	Расчетные сейсмические нагрузки. Цели расчетов на воздействия РЗ и КЗ.	Формирование особых сочетаний нагрузок. Две расчетные ситуации при выполнении расчетов с учетом сейсмических воздействий. Цели расчетов на воздействие РЗ. Цели расчетов на воздействие КЗ. Учет вертикальной сейсмической нагрузки. Минимальное число форм собственных колебаний, учтенных в расчете	4	4	16	24
4	Формирование расчетных динамических моделей (РДМ). Расчет сооружения спектральным методом.	Спектральный метод расчета сооружений (разложение по формам). Формирование динамической расчетной схемы зданий и сооружений. Определение сейсмической нагрузки по направлению обобщенной координаты. Значения сейсмической нагрузки для определенной формы собственных колебаний. Определение коэффициентов, входящие в формулу сейсмической нагрузки	6	6	30	52

5	Прямой динамический метод расчета сооружений. Акселерограмма, сейсмограмма	Расчет сооружений прямым динамическим методом. Акселерограмма и сейсмограмма землетрясения.	4	4	20	28
6	Особенности учета взаимодействия сооружения с грунтом основания.	Определение динамических характеристик естественных оснований	4	4	15	23
7	Расчет сооружения нелинейным статическим методом	Расчет сооружения нелинейным статическим методом на сейсмические воздействия (Pushover analysis).	4	4	15	23
8	Конструктивные требования по обеспечению сейсмостойкости зданий и сооружений	Антисейсмические швы. Заложение смежных отсеков зданий на разных отметках. Устройство антисейсмического поясов. Особенности проектирования зданий со стальным каркасом. Особенности проектирования железобетонных конструкций.	4	4	5	13
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>36</b>	<b>135</b>	<b>207</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

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

Не предусмотрено учебным планом

## 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
ОПК-1	Знать- основы теории сейсмостойкости, определение интенсивности сейсмических воздействий	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь- формирование расчетных динамических моделей (РДМ). Расчет сооружения спектральным методом и прямым динамическим методом.	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть- методикой проведения совместных расчетов системы «основание-сооружения» на сейсмическое воздействие.	Решение стандартных практических задач	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 11 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-1	Знать- основы теории сейсмостойкости, определение интенсивности сейсмических воздействий	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь- формирование расчетных динамических моделей (РДМ). Расчет сооружения спектральным методом и прямым динамическим методом.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть- методикой проведения совместных расчетов системы «основание-сооружения» на сейсмическое воздействие.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (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. Выберите правильное выражение:
  - В районах сейсмичностью менее 7 баллов основания следует проектировать без учета сейсмических воздействий
  - В районах сейсмичностью менее 6 баллов основания следует проектировать без учета сейсмических воздействий
  - В районах сейсмичностью менее 5 баллов основания следует проектировать без учета сейсмических воздействий
  - В районах сейсмичностью менее 8 баллов основания следует проектировать без учета сейсмических воздействий
2. Согласно действующим нормативным документам существуют:
  - Четыре категории грунта по сейсмическим свойствам
  - Пять категорий грунта по сейсмическим свойствам
  - Десять категорий грунта по сейсмическим свойствам
  - Три категории грунта по сейсмическим

3. Выберите правильное выражение:
- **Расчетные сейсмические нагрузки на здания и сооружения, имеющие сложное конструктивно-планировочное решение, следует определять с применением пространственных РДМ зданий и с учетом пространственного характера сейсмических воздействий**
  - Расчетные сейсмические нагрузки на здания и сооружения, имеющие сложное конструктивно-планировочное решение, следует определять с применением плоских РДМ зданий и с учетом пространственного характера сейсмических воздействий
  - Расчетные сейсмические нагрузки на здания и сооружения, имеющие сложное конструктивно-планировочное решение, следует определять с применением плоских РДМ зданий и с учетом линейного характера сейсмических воздействий
  - Расчетные сейсмические нагрузки на здания и сооружения, имеющие сложное конструктивно-планировочное решение, следует определять с применением плоских РДМ зданий и с учетом объемного характера сейсмических воздействий
4. Вертикальную сейсмическую нагрузку необходимо учитывать совместно с горизонтальной при расчете:
- Железобетонных конструкций
  - Сооружений пролетом 12 м и более
  - **Горизонтальных и наклонных конструкций**
  - Сооружений пролетом 18 м и более
5. Выберите правильное выражение:
- **Проектирование оснований ленточных и столбчатых фундаментов с учетом сейсмических воздействий следует выполнять на основе расчета по несущей способности на особое сочетание нагрузок**
  - Проектирование оснований ленточных и столбчатых фундаментов с учетом сейсмических воздействий следует выполнять на основе расчета по несущей способности на основное сочетание нагрузок,
  - Проектирование оснований ленточных и столбчатых фундаментов с учетом сейсмических воздействий следует выполнять на основе расчета по деформациям на особое сочетание нагрузок,
  - Проектирование оснований ленточных и столбчатых фундаментов с учетом сейсмических воздействий следует выполнять на основе расчета по деформациям на основное сочетание нагрузок.
6. Конструктивно-планировочное решение зданий и сооружений считается простым, если выполняется следующее условие:
- **Первая и вторая формы собственных колебаний сооружения не являются крутильными относительно вертикальной оси**
  - Первая форма собственных колебаний сооружения не являются крутильными относительно вертикальной оси
  - Вторая форма собственных колебаний сооружения не являются крутильными относительно вертикальной оси
  - Третья форма собственных колебаний сооружения не являются крутильными относительно вертикальной оси
7. Выберите правильное выражение:
- **Предварительно тип и размеры фундаментов допускается определять расчетом оснований на основное сочетание нагрузок (без учета сейсмических воздействий)**
  - Предварительно тип и размеры фундаментов допускается определять

расчетом оснований на особое сочетание нагрузок (без учета сейсмических воздействий),

- Предварительно тип и размеры фундаментов допускается определять расчетом оснований на основное сочетание нагрузок (с учетом сейсмических воздействий),
- Предварительно тип и размеры фундаментов допускается определять расчетом оснований на основное сочетание нагрузок (без учета ветровых воздействий),

8. Выберите правильное выражение:

- **Глубину заложения фундаментов в грунтах, относимых по их сейсмическим свойствам согласно СП 14.13330 к категориям I и II, принимают такой же, как и для фундаментов в несейсмических районах**
- Глубину заложения фундаментов в грунтах, относимых по их сейсмическим свойствам согласно СП 14.13330 к категориям II и III, принимают такой же, как и для фундаментов в несейсмических районах
- Глубину заложения фундаментов в грунтах, относимых по их сейсмическим свойствам согласно СП 22.13330 к категориям I и II, принимают такой же, как и для фундаментов в несейсмических районах
- Глубину заложения фундаментов в грунтах, относимых по их сейсмическим свойствам согласно СП 24.13330 к категориям I и III, принимают такой же, как и для фундаментов в несейсмических районах

9. Выберите правильное выражение:

- **При действии моментов от нагрузок особого сочетания в двух направлениях расчет сейсмостойкости основания по несущей способности должен выполняться отдельно на действие сил и моментов в каждом направлении независимо друг от друга**
- При действии моментов от нагрузок основного сочетания в двух направлениях расчет сейсмостойкости основания по несущей способности должен выполняться отдельно на действие сил и моментов в каждом направлении независимо друг от друга
- При действии моментов от нагрузок особого сочетания в двух направлениях расчет сейсмостойкости основания по несущей способности должен выполняться совместно на действие сил и моментов в каждом направлении независимо друг от друга
- При действии моментов от нагрузок особого сочетания в двух направлениях расчет сейсмостойкости основания по несущей способности должен выполняться отдельно на действие сил в каждом направлении независимо друг от друга

10. Выберите правильное выражение:

- **При расчете оснований и фундаментов на особое сочетание нагрузок с учетом сейсмических воздействий допускается частичный отрыв подошвы ленточного или столбчатого фундамента от грунта если эксцентриситет расчетной нагрузки не превышает одной трети ширины фундамента в плоскости действия опрокидывающего момента;**
- При расчете оснований и фундаментов на особое сочетание нагрузок с учетом сейсмических воздействий допускается частичный отрыв подошвы ленточного или столбчатого фундамента от грунта если эксцентриситет расчетной нагрузки не превышает одной четверти ширины фундамента в плоскости действия опрокидывающего момента;
- При расчете оснований и фундаментов на особое сочетание нагрузок с

учетом сейсмических воздействий допускается частичный отрыв подошвы ленточного или столбчатого фундамента от грунта если эксцентриситет расчетной нагрузки не превышает одной трети ширины фундамента в плоскости действия изгибающего момента;

- При расчете оснований и фундаментов на особое сочетание нагрузок с учетом сейсмических воздействий допускается частичный отрыв подошвы ленточного или столбчатого фундамента от грунта если эксцентриситет расчетной нагрузки не превышает одной трети ширины фундамента из плоскости действия опрокидывающего момента;

11. Выберите правильное выражение:

- **Проектирование оснований при динамических воздействиях проводят на основе инструментальных измерений или расчетного прогноза колебаний грунта**
- Проектирование оснований при динамических воздействиях проводят на основе инструментальных измерений
- Проектирование оснований при динамических воздействиях проводят на основе расчетного прогноза колебаний грунта.
- Проектирование оснований при динамических воздействиях проводят на основе инструментальных измерений и расчетного прогноза колебаний грунта.

12. Выберите правильное выражение:

- **При расчете колебаний сооружений с учетом взаимодействия с основанием для оценки прочности несущих конструкций сооружений и выполнения санитарных норм допускается принимать, что основание обладает линейно-упругими свойствами**
- При расчете колебаний сооружений с учетом взаимодействия с основанием для оценки устойчивости несущих конструкций сооружений допускается принимать, что основание обладает линейно-упругими свойствами
- При расчете колебаний сооружений с учетом взаимодействия с основанием для выполнения санитарных норм допускается принимать, что основание обладает линейно-упругими свойствами
- При расчете колебаний сооружений с учетом взаимодействия с основанием для оценки прочности несущих конструкций сооружений и выполнения санитарных норм допускается принимать, что основание обладает нелинейными свойствами

13. Выберите неправильное выражение.

- **При выполнении расчетов сооружений с учетом сейсмических воздействий следует применить две расчетные ситуации,**
- При выполнении расчетов сооружений с учетом сейсмических воздействий следует применить четыре расчетные ситуации
- При выполнении расчетов сооружений с учетом сейсмических воздействий следует применить пять расчетных ситуаций
- При выполнении расчетов сооружений с учетом сейсмических воздействий следует применить семь расчетных ситуаций

14. Выберите правильное выражение.

- **Свайные фундаменты зданий и сооружений при расчете по предельным состояниям первой группы с учетом сейсмических воздействий должны рассчитываться на особое сочетание нагрузок,**
- Свайные фундаменты зданий и сооружений при расчете по предельным состояниям второй группы с учетом сейсмических воздействий должны рассчитываться на особое сочетание нагрузок,

- Свайные фундаменты зданий и сооружений при расчете по предельным состояниям первой группы с учетом сейсмических воздействий должны рассчитываться на основное сочетание нагрузок.
- Свайные фундаменты зданий и сооружений при расчете по предельным состояниям первой группы с учетом сейсмических воздействий должны рассчитываться на основное и особое сочетания нагрузок.

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Не предусмотрено учебным планом

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Задача 1.

Определить сейсмическую нагрузку на фундамент башни. Назначение сооружения - содержащее большое количество токсичных или взрывчатых веществ, которые могут быть опасными для населения. В конструкциях повреждения или неупругие деформации не допускаются. Расчет произвести без учета массы ствола.

1. Сейсмичность района строительства - 8 баллов
2. Описание грунта – пески гравелистые, крупные и средней крупности, плотные и средней плотности водонасыщенные ;
3. Высота сооружения -  $H = 3 \text{ м}$
4. Сосредоточенная масса -  $M = 12 \text{ т}$
5. Сечения железобетонного ствола – 200x200 (B20)



Решение.

- 1) Определение собственной частоты и периода колебаний сооружения

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{\delta m}},$$

$$\delta = \frac{1}{EI} \int m_1^2 ds = \frac{1}{EI} \left( \frac{1}{2} H^2 \cdot \frac{2}{3} H \right) = \frac{1}{3EI} H^3$$

$$\omega = \sqrt{\frac{3EI}{mH^3}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 27,5 \cdot 10^6 \cdot 0,2^4 / 12}{12 \cdot 3^3}} = 5,83 \text{ с}^{-1}, \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 1078 \text{ с}.$$

- 2) Определение сейсмической силы

$$S = k_0 k_1 m A \beta k_{\psi} = 1,1 \cdot 1,0 \cdot 12 \cdot 4 \cdot 2,15 \cdot 1,5 = 170 \text{ кН},$$

$$\text{где } \beta = 2,5 \sqrt{\frac{0,8}{T}} = 2,5 \sqrt{\frac{0,8}{1,078}} = 2,15$$

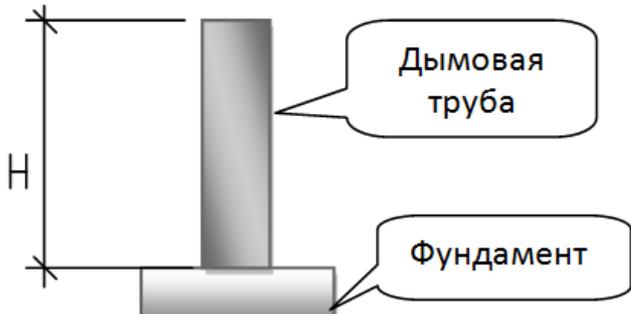
- 3) Определение усилий на обресе фундамента

$$N = 120 \text{ кН}, \quad Q = 170 \text{ кН} \text{ и } M = 510 \text{ кНм}.$$

Задача 2.

Определить сейсмическую нагрузку на фундамент дымовой трубы. Назначение соору-

жения - сооружения вспомогательного применения. В конструкциях могут быть допущены значительные остаточные деформации.

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сейсмичность района строительства- 7 баллов</li> <li>2. Описание грунта – пески рыхлые независимо от степени влажности и крупности</li> <li>3. Высота сооружение - <math>H = 14</math> м</li> <li>4. Внешний и внутренний диаметры трубы: 512 и 500 мм.</li> <li>5. Материал трубы: сталь С255</li> </ol>	
---	--

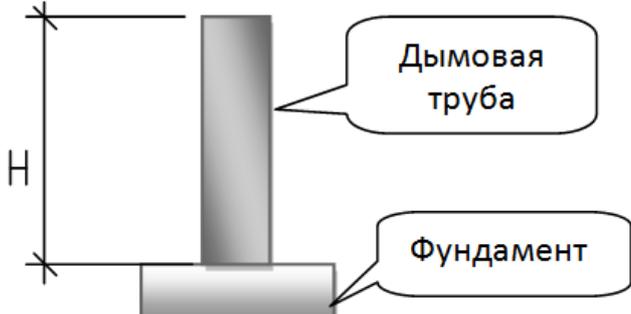
### Задача 3.

Определить сейсмическую нагрузку на фундамент башни. Назначение сооружения - содержащее большое количество токсичных или взрывчатых веществ, которые могут быть опасными для населения. В конструкциях повреждения или неупругие деформации не допускаются. Расчет произвести без учета массы ствола.

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сейсмичность района строительства- 8 баллов</li> <li>2. Описание грунта – пески гравелистые, крупные и средней крупности, плотные и средней плотности водонасыщенные ;</li> <li>3. Высота сооружение - <math>H = 6</math> м</li> <li>4. Сосредоточенная масса- <math>M = 20</math> т</li> <li>5. Сечения железобетонного ствола –300x300 (В15)</li> </ol>	
---	---

### Задача 4.

Определить сейсмическую нагрузку на фундамент дымовой трубы. Назначение сооружения - сооружения вспомогательного применения. В конструкциях повреждения или неупругие деформации не допускаются.

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сейсмичность района строительства- 7 баллов</li> <li>2. Описание грунта – пески рыхлые независимо от степени влажности и крупности</li> <li>3. Высота сооружение - <math>H = 18</math> м</li> <li>6. Внешний и внутренний диаметры трубы: 310 и 300 мм.</li> <li>4. Материал трубы: сталь С255</li> </ol>	
---	--

### Задача 5.

Определить сейсмическую нагрузку на фундамент башни. Назначение сооружения - содержащее большое количество токсичных или взрывчатых веществ, которые могут быть опасными для населения. В конструкциях повреждения или неупругие деформации не допускаются. Расчет произвести без учета массы ствола.

<ol style="list-style-type: none"><li>1. Сейсмичность района строительства- 8 баллов</li><li>2. Описание грунта – пески гравелистые, крупные и средней крупности, плотные и средней плотности водонасыщенные ;</li><li>3. Высота сооружение - <math>H = 6 \text{ м}</math></li><li>4. Сосредоточенная масса- <math>M = 20 \text{ т}</math></li><li>5. Сечения железобетонного ствола –300x300 (B15)</li></ol>	
---	--

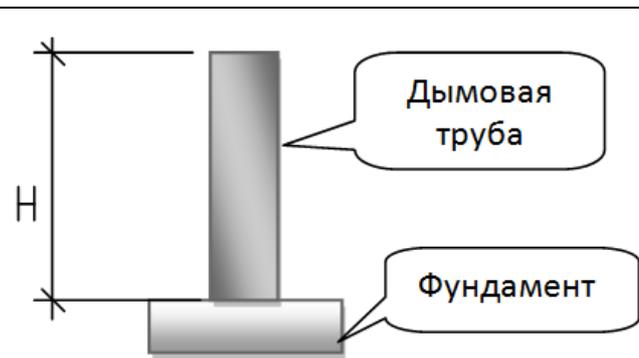
### Задача 6.

Определить сейсмическую нагрузку на фундамент дымовой трубы. Назначение сооружения - системы энерго- и водоснабжения. В конструкциях повреждения или неупругие деформации не допускаются.

<ol style="list-style-type: none"><li>1. Сейсмичность района строительства- 7 баллов</li><li>2. Описание грунта – скальные грунты неветреные и слабоветреные</li><li>3. Высота сооружение - <math>H = 24 \text{ м}</math></li><li>4. Внешний и внутренний диаметры трубы: 408 и 400 мм.</li><li>5. Материал трубы: сталь С255</li></ol>	
---	--

### Задача 7.

Определить сейсмическую нагрузку на фундамент дымовой трубы. Назначение сооружения - сооружения вспомогательного применения. В конструкциях повреждения или неупругие деформации не допускаются.

<ol style="list-style-type: none"><li>1. Сейсмичность района строительства- 8 баллов</li><li>2. Описание грунта – пески мелкие и пылеватые плотные и средней плотности влажные и водонасыщенные ;</li><li>3. Высота сооружение - <math>H = 6 \text{ м}</math></li><li>4. Внешний и внутренний диаметры трубы: 355 и 347 мм.</li><li>5. Материал трубы: сталь С275</li></ol>	
---	--

### Задача 8.

Определить сейсмическую нагрузку на фундамент башни. Назначение сооружения - содержащее большое количество токсичных или взрывчатых веществ, которые могут быть опасными для населения. В конструкциях повреждения или неупругие деформации не допускаются. Расчет произвести без учета массы ствола.

1. Сейсмичность района строительства - 7 баллов
2. Описание грунта – скальные грунты неветреные и слабоветреные
3. Высота сооружения -  $H = 4 \text{ м}$
4. Сосредоточенная масса -  $M = 18 \text{ т}$
5. Сечения железобетонного ствола – 250x250 (B25)



### Задача 9.

Определить сейсмическую нагрузку на фундамент дымовой трубы. Назначение сооружения - содержащее большое количество токсичных или взрывчатых веществ, которые могут быть опасными для населения. В конструкциях могут быть допущены значительные остаточные деформации.

1. Сейсмичность района строительства - 8 баллов
2. Описание грунта – глинистые грунты с показателем консистенции  $IL > 0,5$
3. Высота сооружения -  $H = 26 \text{ м}$
4. Внешний и внутренний диаметры трубы: 400 и 388 мм.
5. Материал трубы: сталь С245



### Задача 10.

Определить сейсмическую нагрузку на фундамент башни. Назначение сооружения - системы энерго- и водоснабжения. В конструкциях повреждения или неупругие деформации не допускаются. Расчет произвести без учета массы ствола.

1. Сейсмичность района строительства - 7 баллов
2. Описание грунта – скальные грунты неветреные и слабоветреные
3. Высота сооружения -  $H = 4 \text{ м}$
4. Сосредоточенная масса -  $M = 18 \text{ т}$
5. Сечения железобетонного ствола – 250x250 (B25)



Задача 11.

Определить сейсмическую нагрузку на фундамент башни. Назначение сооружения - сооружения вспомогательного применения. В конструкциях повреждения или неупругие деформации не допускаются. Расчет произвести без учета массы ствола.

<ol style="list-style-type: none"><li>1. Сейсмичность района строительства- 8 баллов</li><li>2. Описание грунта – крупнообломочные грунты плотные, маловлажные из магматических пород, содержащие до 30 % песчано-глинистого заполнителя ;</li><li>3. Высота сооружения - <math>H = 3,6 \text{ м}</math></li><li>4. Сосредоточенная масса- <math>M = 18 \text{ т}</math></li><li>5. Сечения железобетонного ствола –300х300 (B15)</li></ol>	 <p>The diagram shows a vertical tower structure. At the top is a black circle representing a concentrated mass <math>M</math>. Below it is a vertical stem, and at the bottom is a rectangular foundation. A vertical dimension line on the left indicates the height <math>H</math> from the top of the foundation to the center of the mass. Labels with callout boxes identify the 'Сосредоточенная масса М' (Concentrated mass M), 'Ствол' (Stem), and 'Фундамент' (Foundation).</p>
---	---

Задача 12.

Определить сейсмическую нагрузку на фундамент башни. Назначение сооружения - содержащее большое количество токсичных или взрывчатых веществ, которые могут быть опасными для населения. В конструкциях могут быть допущены значительные остаточные деформации. Расчет произвести без учета массы ствола.

<ol style="list-style-type: none"><li>6. Сейсмичность района строительства- 7 баллов</li><li>7. Описание грунта – скальные грунты неветреные и слабоветреные</li><li>8. Высота сооружения - <math>H = 4 \text{ м}</math></li><li>9. Сосредоточенная масса- <math>M = 18 \text{ т}</math></li><li>10. Сечения железобетонного ствола –250х250 (B30)</li></ol>	 <p>The diagram shows a vertical tower structure. At the top is a black circle representing a concentrated mass <math>M</math>. Below it is a vertical stem, and at the bottom is a rectangular foundation. A vertical dimension line on the left indicates the height <math>H</math> from the top of the foundation to the center of the mass. Labels with callout boxes identify the 'Сосредоточенная масса М' (Concentrated mass M), 'Ствол' (Stem), and 'Фундамент' (Foundation).</p>
--	---

Задача 13.

Определить сейсмическую нагрузку на фундамент башни. Назначение сооружения - системы энерго- и водоснабжения. В конструкциях повреждения или неупругие деформации не допускаются. Расчет произвести без учета массы ствола.

<ol style="list-style-type: none"><li>6. Сейсмичность района строительства- 8 баллов</li><li>7. Описание грунта – крупнообломочные грунты плотные, маловлажные из магматических пород, содержащие до 30 % песчано-глинистого заполнителя ;</li><li>8. Высота сооружения - <math>H = 7 \text{ м}</math></li><li>9. Сосредоточенная масса- <math>M = 20 \text{ т}</math></li></ol>	 <p>The diagram shows a vertical tower structure. At the top is a black circle representing a concentrated mass <math>M</math>. Below it is a vertical stem, and at the bottom is a rectangular foundation. A vertical dimension line on the left indicates the height <math>H</math> from the top of the foundation to the center of the mass. Labels with callout boxes identify the 'Сосредоточенная масса М' (Concentrated mass M), 'Ствол' (Stem), and 'Фундамент' (Foundation).</p>
--	---

10. Сечения железобетонного ствола –300х300 (B15)	
--	--

Задача 14.

Определить сейсмическую нагрузку на фундамент башни. Назначение сооружения - сооружения вспомогательного применения. В конструкциях могут быть допущены значительные остаточные деформации. Расчет произвести без учета массы ствола.

11. Сейсмичность района строительства- 7 баллов 12. Описание грунта – пески гравелистые, крупные и средней крупности, плотные и средней плотности водонасыщенные 13. Высота сооружения - $H = 4$ м 14. Сосредоточенная масса- $M = 28$ т 15. Сечения железобетонного ствола –450х450 (B20)	
---	--



#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

#### 7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Определение интенсивности сейсмических воздействий в баллах по комплекту карт ОСР-2015.
2. Общее сейсмическое районирование. Карты А, В и С. Категория грунта по сейсмическим свойствам.
3. Расчетная сейсмичность площадки строительства. Влияние грунтовых условий на расчетную сейсмичность строительной площадки.
4. Модальный анализ. Основные характеристики колебательного процесса. Понятие о частотах и формах собственных колебаний.
5. Анализ частот и форм собственных колебаний.
6. Определение спектра частот и форм собственных колебаний с использованием доступного конечно-элементного программного комплекса.
7. Формирование особых сочетаний нагрузок. Две расчетные ситуации при выполнении расчетов с учетом сейсмических воздействий.
8. Цели расчетов на воздействие РЗ. Цели расчетов на воздействие КЗ.
9. Учет вертикальной сейсмической нагрузки. Минимальное число форм собственных колебаний, учтенных в расчете
10. Спектральный метод расчета сооружений (разложение по формам).
11. Формирование динамической расчетной схемы зданий и сооружений.
12. Определение сейсмической нагрузки по направлению обобщен-

ной координаты.

13. Значения сейсмической нагрузки для определенной формы собственных колебаний. Определение коэффициентов, входящие в формулу сейсмической нагрузки
14. Расчет сооружений прямым динамическим методом.
15. Акселерограмма и сейсмограмма землетрясения.
16. Определение динамических характеристик естественных оснований
17. Расчет сооружения нелинейным статическим методом на сейсмические воздействия (Pushover analysis).
18. Антисейсмические швы.
19. Заложение смежных отсеков зданий на разных отметках.
20. Устройство антисейсмический поясов.
21. Особенности проектирования зданий со стальным каркасом.
22. Особенности проектирования железобетонных конструкций.

#### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

*(Например: 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	Основы теории сейсмостойкости. Общие сведения о землетрясениях. Основные характеристики сейсмической опасности территории.	ОПК-1	Тест, контрольная работа и экзамен
2	Основные понятия динамики сооружений	ОПК-1	Тест, контрольная работа и экзамен
3	Расчетные сейсмические нагрузки. Цели расчетов на воздействия РЗ и КЗ.	ОПК-1	Тест, контрольная работа и экзамен

4	Формирование расчетных динамических моделей (РДМ). Расчет сооружения спектральным методом.	ОПК-1	Тест, контрольная работа и экзамен
5	Прямой динамический метод расчета сооружений. Акселерограмма, сейсмограмма	ОПК-1	Тест, контрольная работа и экзамен
6	Особенности учета взаимодействия сооружения с грунтом основания.	ОПК-1	Тест, контрольная работа и экзамен
7	Расчет сооружения нелинейным статическим методом	ОПК-1	Тест, контрольная работа и экзамен
8	Конструктивные требования по обеспечению сейсмостойкости зданий и сооружений	ОПК-1	Тест, контрольная работа и экзамен

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

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

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

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

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

Основная литература:

1. Амосов, А. А., Сеницын С.Б. Основы теории сейсмостойкости сооружений. –М.: Издательство АСВ, 2011.
2. Уздин А.М. Основы теории сейсмостойкости и сейсмостойкого строительства зданий и сооружений.-С.Петербург: Изд-во ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева, 1993.- с.176.

3. Ставницер Л.Р. Сейсмостойкость оснований и фундаментов. –М.: Издательство АСВ, 2010.-448 с.
4. Сеницын С.Б. Лекции по теории сейсмостойкости. –М.: Издательство АСВ, 2014.

Дополнительная литература:

5. Чернов Ю.Т. Вибрации строительных конструкций. (Аналитические методы расчета. Основы проектирования и нормирования вибраций строительных конструкций, подвергающихся эксплуатационным динамическим воздействиям. –М.: Издательство АСВ, 2011.
6. Бирбраер А.Н. Расчет конструкций на сейсмостойкость. Санкт-Петербург. «Наука», 1998.
7. Пояков С.В. Сейсмостойкие конструкции зданий. Учебное пособие для вузов. Изд-во. М.: Высшая школа, 1983, 306 с.
8. Инструкция по расчету покрытий промышленных зданий, воспринимающих динамические нагрузки. Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций им. В.А.Кучеренко Госстроя СССР. М., 1967 89 с.
9. Инструкция по расчету несущих конструкций промышленных зданий и сооружений на динамические нагрузки. Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций им. В.А.Кучеренко Госстроя СССР. М., 1970 286 с.

Справочно-нормативная литература

1. СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81\*
2. СП 22.13330. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\*
3. СП 413.1325800.2018. Здания и сооружения, подверженные динамическим. Правила проектирования.
4. СП 26.13330.2012. Фундаменты машин с динамическими нагрузками. Актуализированная редакция СНиП 2.02.05-87.
5. ГОСТ Р 56353-2015. Грунты. Методы лабораторного определения динамических свойств дисперсных грунтов

**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:**

Лицензионное программное обеспечение

1. ЛИРА-САПР 2018
2. Midas GTS NX Academic

---

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <https://midasoft.ru/>

## 9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Компьютерный класс (ауд. 1206), программные комплексы: ПК MIDAS GTS NX, ПК ЛИРА-САПР

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

По дисциплине «Расчет оснований и фундаментов на сейсмические и динамические нагрузки» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовая работа.

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

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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

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

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; 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.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций,

	олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.