



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2021 г.

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

Научно-исследовательская деятельность в программных комплексах на основе МКЭ

направление подготовки/специальность 09.04.02 Информационные системы и технологии

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Программирование и BIM-технологии в строительстве

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2021

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

Формирование у обучающегося компетенций по использованию программных комплексов на основе метода конечных элементов в научно-исследовательской деятельности

- Ознакомить обучающихся с различными видами расчетных задач в сфере строительного проектирования и производства;

- Ознакомить обучающихся с принципами использования метода конечных элементов

- Ознакомить обучающихся с современными расчетно-графическими конечно-элементными программными комплексами, позволяющими выполнять расчеты в области строительного проектирования, определять и анализировать напряженно-деформированное состояние строительных конструкций

- Сформировать у обучающегося навыки использования конечно-элементных программных комплексов для решения различных задач строительного проектирования.

- Ознакомить обучающегося с возможностями конечно-элементных программных комплексов при проведении расчетов и анализов в смежных дисциплинах

- Сформировать у обучающегося навык анализа расчетной задачи и подбора оптимального программного комплекса для решения данной задачи

## 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 осуществлять компьютерное моделирование обеспечения производственно-технологической деятельности в области строительства	ПК-5.1 Осуществляет выбор программного обеспечения для производственно-технологической деятельности в области строительства	<b>знает</b> - Основы и принципы метода конечных элементов, область применения - Принципы работы конечноэлементных программных комплексов - Основные программные комплексы, применяемые для решения различных типов прикладных задач <b>умеет</b> - Определять тип прикладной задачи и соотносить его с определенной математической моделью - Выбирать оптимальное программное обеспечение для решаемой прикладной задачи <b>владеет навыками</b> - Навыки использования различных видов программного обеспечения

ПК-5 осуществлять компьютерное моделирование обеспечения производственно-технологической деятельности в области строительства	Способен для ПК-5.2 Осуществляет компьютерное моделирование объектов и (или) процессов в области строительства	<b>знает</b> - Принципы построения компьютерных моделей зданий и сооружений - Принципы моделирования строительных процессов в компьютерных моделях <b>умеет</b> - Интерпретировать прикладную задачу в компьютерную модель - Формировать пакет необходимых исходных данных - Собирать модель, с учетом условий, соответствующих прикладной задаче - Выполнять расчеты в программном комплексе - Получать и анализировать результаты расчетов - Осуществлять улучшение расчетной модели <b>владеет навыками</b> - Навыки использования программного обеспечения для создания компьютерной модели, проведения расчетов, вывода, анализа и демонстрации полученных результатов
--	--	--

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

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.02 основной профессиональной образовательной программы 09.04.02 Информационные системы и технологии и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

знать:

- основные понятия и принципы функционирования информационных технологий;

уметь:

- работать на персональном компьютере;

- пользоваться операционной системой;

- использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения.

владеть:

- первичными навыками и основными методами решения математических задач;

- навыками работы с учебной литературой;

- основными приёмами работы на компьютере с прикладным программным обеспечением.

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
-------	------------------------	--

1	Выполнение 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-1.5, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК- 3.2, ОПК-3.3, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК- 6.1, ОПК-6.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-8.1, ОПК-8.2, ОПК-8.3, ПК- 1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК- 2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК- 4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-5.1, ПК- 5.2, ПК-5.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6
---	---	--

**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	
			1	2
<b>Контактная работа</b>	80		48	32
Лекционные занятия (Лек)	16	0	16	
Лабораторные занятия (Лаб)	64	0	32	32
<b>Иная контактная работа, в том числе:</b>	1,15		0,65	0,5
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	1,4		0,4	1
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,65		0,4	0,25
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,5		0,25	0,25
<b>Часы на контроль</b>	35,5		26,75	8,75
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	133,95		68,2	65,75
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>				
<b>часы:</b>	252		144	108
<b>зачетные единицы:</b>	7		4	3

**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. Научно-исследовательская деятельность в программных комплексах на основе МКЭ (1 семестр)										
1.1.	Основные понятия метода конечных элементов (МКЭ)	1	6			10		24,2	40,2	ПК-5.1, ПК-5.2	
1.2.	Программные комплексы на основе метода конечных элементов	1	6			14		22	42	ПК-5.1, ПК-5.2	
1.3.	Задачи напряженно-деформированного состояния твердого тела	1	4			8		22	34	ПК-5.1, ПК-5.2	
2.	2 раздел. Иная контактная работа										
2.1.	Иная контактная работа	1							0,8	ПК-5.1, ПК-5.2	
3.	3 раздел. Контроль										
3.1.	Экзамен	1							27	ПК-5.1, ПК-5.2	
4.	4 раздел. Научно-исследовательская деятельность в программных комплексах на основе МКЭ (2 семестр)										
4.1.	Задачи гидромеханики	2				10		14	24	ПК-5.1, ПК-5.2	
4.2.	Задачи аэродинамики	2				10		14	24	ПК-5.1, ПК-5.2	
4.3.	Задачи теплопроводности	2				9		13,75	22,75	ПК-5.1, ПК-5.2	
4.4.	Расчет напряженно-деформированного состояния строительных конструкций	2				3		24	27	ПК-5.1, ПК-5.2	
5.	5 раздел. Иная контактная работа										
5.1.	Иная контактная работа	2							1,25	ПК-5.1, ПК-5.2	
6.	6 раздел. Контроль										
6.1.	Курсовой проект и Зачет с оценкой	2							9	ПК-5.1, ПК-5.2	

## 5.1. Лекции

№ п/п	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Основные понятия метода конечных элементов (МКЭ)	<p>Основные понятия метода конечных элементов (МКЭ)</p> <p>Математические модели инженерных задач. Пример использования конечных элементов с квадратичными базисными функциями в одномерной задаче о теплопроводности стержня.</p> <p>Сведение краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка к задаче минимизации функционала.</p> <p>Переход от дифференциального уравнения к интегральным соотношениям способом взвешенных невязок.</p> <p>Виды базисных функций в одномерных задачах.</p> <p>Анализ точности полученного численного решения.</p> <p>История развития метода конечных элементов.</p> <p>Этапы численного решения дифференциального уравнения методом конечных элементов.</p> <p>Преимущества и недостатки МКЭ по сравнению с методом конечных разностей.</p>
2	Программные комплексы на основе метода конечных элементов	<p>Программные комплексы на основе метода конечных элементов</p> <p>Реализация метода конечных элементов в программных комплексах.</p> <p>Программные комплексы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SCAD</li> <li>- ЛИРА-САПР</li> <li>- ANSYS Workbench</li> <li>- ANSYS Mechanical APDL</li> </ul>
3	Задачи напряженно-деформированного состояния твердого тела	<p>Задачи напряженно-деформированного состояния твердого тела</p> <p>Задача на растяжение упругого стержня, состоящего из двух элементов.</p> <p>Ансамблирование: процесс формирования глобальной матрицы системы из матриц жесткости конечных элементов.</p> <p>Решение задачи о изгибе балки, состоящей из двух конечных элементов.</p> <p>Динамические задачи теории упругости.</p>

## 5.2. Лабораторные работы

№ п/п	Наименование раздела и темы лабораторных работ	Наименование и содержание лабораторных работ
1	Основные понятия метода конечных элементов (МКЭ)	<p>Основные понятия метода конечных элементов (МКЭ)</p> <p>Пример решения краевой задачи для дифференциального уравнения второго порядка с помощью одномерных конечных элементов с тремя узлами (квадратичная интерполяция) путем прямой подстановки в дифференциальное уравнение.</p> <p>Пример решения краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка с помощью конечных элементов с двумя узлами.</p> <p>Переход к задаче минимизации функционала.</p> <p>Переход от дифференциального уравнения к интегральным соотношениям способом взвешенных невязок.</p>
2	Программные комплексы на основе метода конечных элементов	<p>Программные комплексы на основе метода конечных элементов</p> <p>Расчет типовых задач в К-Э ПК:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SCAD</li> <li>- ЛИРА-САПР</li> <li>- ANSYS Workbench</li> </ul>

		- ANSYS Mechanical APDL
3	Задачи напряженно-деформированного состояния твердого тела	Задачи напряженно-деформированного состояния твердого тела Решение задачи о деформации консоли под действием силы, приложенной к грани, которая противоположна неподвижно закрепленной грани, в конечноэлементном программном комплексе. Решение задачи о колебаниях круговой мембраны в комплексе.
6	Задачи гидромеханики	Задачи гидромеханики Решение задач гидромеханики с использованием моделей вязкой жидкости и идеальной несжимаемой жидкости. Возможности программных комплексов. Понятие о методе конечных объемов. Применение программного комплекса для моделирования 2D течения жидкости в горизонтальном канале с круговым препятствием. Решение задачи о теплообменнике с жидкостью, движущейся в вертикальном направлении.
7	Задачи аэродинамики	Задачи аэродинамики Расчет деформации рекламного щита под действием ветровой нагрузки. Моделирование естественной конвекции воздуха в комнате с разными температурами противоположных стенок.
8	Задачи теплопроводности	Задачи теплопроводности Виды двумерных конечных элементов. Базисные функции треугольного и прямоугольного конечного элемента. Обзор возможностей программных комплексов. Триангуляция расчетной области. Понятие о триангуляции Делоне. Метод конечных элементов для двумерной задачи стационарной теплопроводности. Построение геометрии, сетки и задание коэффициентов уравнения для решения двумерной задачи о распределении температуры в помещении при наличии источника тепла. Решение задачи о температурном мостике и потоке тепла в стыке арматуры с внешней стенкой здания.
9	Расчет напряженно-деформированного состояния строительных конструкций	Расчет напряженно-деформированного состояния строительных конструкций Выполнение работы по расчету напряженно-деформированного состояния строительных конструкций в соответствии с заданием

### 5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Основные понятия метода конечных элементов (МКЭ)	Основные понятия метода конечных элементов (МКЭ) Изучение литературы, посвященной решению дифференциальных уравнений второго порядка путем перехода к задаче минимизации функционала и путем использования взвешенных невязок.
2	Программные комплексы на основе метода конечных элементов	Программные комплексы на основе метода конечных элементов Изучение функционала К-Э ПК: - SCAD - ЛИРА-САПР - ANSYS Workbench

		- ANSYS Mechanical APDL
3	Задачи напряженно-деформированного состояния твердого тела	Задачи напряженно-деформированного состояния твердого тела Знакомство с реализацией решения задач напряженно-деформированного состояния твердого тела
6	Задачи гидромеханики	Задачи гидромеханики Изучение интерфейса и круга физических задач, которые могут быть решены с помощью конечно-элементных программных комплексов.
7	Задачи аэродинамики	Задачи аэродинамики Изучение интерфейса и круга физических задач, которые могут быть решены с помощью конечно-элементных программных комплексов.
8	Задачи теплопроводности	Задачи теплопроводности Изучение интерфейса и круга физических задач, которые могут быть решены с помощью конечно-элементных программных комплексов.
9	Расчет напряженно-деформированного состояния строительных конструкций	Расчет напряженно-деформированного состояния строительных конструкций Выполнение работы по расчету напряженно-деформированного состояния строительных конструкций в соответствии с заданием

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

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, и 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 к курсовому проекту;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов;
- подготовка к зачету (экзамену).

Залогом успешного освоения дисциплины является обязательное посещение лекционных и практических занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На практических занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется при выполнении практических заданий.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием РПД, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы.

При подготовке к лекционным занятиям студенту необходимо:

- ознакомиться с соответствующей темой занятия;
- осмыслить круг изучаемых вопросов и логику их рассмотрения;
- изучить рекомендуемую рабочей программой литературу по данной теме.

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;
- ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС;
- подготовиться к проверочной работе, предусмотренной в контрольных точках;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины является выполнение курсового проекта и зачет (экзамен). Зачет (экзамен) проводится по расписанию. Форма проведения занятия может быть устная, письменная и в электронном виде. Студенты, не прошедшие аттестацию, 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	Основные понятия метода конечных элементов (МКЭ)	ПК-5.1, ПК-5.2	Устный опрос, комплексные индивидуальные задания
2	Программные комплексы на основе метода конечных элементов	ПК-5.1, ПК-5.2	Устный опрос, комплексные индивидуальные задания
3	Задачи напряженно-деформированного	ПК-5.1, ПК-5.2	Устный опрос,

	состояния твердого тела		комплексные индивидуальные задания
4	Иная контактная работа	ПК-5.1, ПК-5.2	
5	Экзамен	ПК-5.1, ПК-5.2	
6	Задачи гидромеханики	ПК-5.1, ПК-5.2	Устный опрос, комплексные индивидуальные задания
7	Задачи аэродинамики	ПК-5.1, ПК-5.2	Устный опрос, комплексные индивидуальные задания
8	Задачи теплопроводности	ПК-5.1, ПК-5.2	Устный опрос, комплексные индивидуальные задания
9	Расчет напряженно-деформированного состояния строительных конструкций	ПК-5.1, ПК-5.2	Курсовой проект
10	Иная контактная работа	ПК-5.1, ПК-5.2	
11	Курсовой проект и Зачет с оценкой	ПК-5.1, ПК-5.2	

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 заданий для проверки сформированности индикаторов достижений компетенций ПК 5.1, ПК 5.2. Задания расположены на платформе Moodle / кафедры Информационных технологий.

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

Теоретические вопросы расположены на платформе Moodle / кафедра Информационных технологий.

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Задания расположены на платформе Moodle / кафедра Информационных технологий.

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

Требования к выполнению курсового проекта (работы)

Тема курсового проекта – «Расчет напряженно-деформированного состояния строительных конструкций».

Целью курсового проекта является закрепление теоретических и практических знаний, навыков и умений, полученных студентом при изучении дисциплины. При выполнении курсового проекта студент должен решить ряд конкретных задач архитектурного и инженерного расчета, выполнить проектирование основных несущих конструкций промышленного здания, обеспечив их оптимальную прочность, жесткость и устойчивость. Курсовой проект выполняется с использованием современных компьютерных технологий проектирования зданий и сооружений, позволяющих осуществлять вариантное проектирование с учетом экономической эффективности

различных конструктивных решений

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 и иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.3.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена (1 семестр) и зачета с оценкой (2 семестр).

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 60 минут.

Зачет проводится в форме письменного контрольного задания и собеседования.

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 «продвинутой». 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. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>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.</p>	<p>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.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. 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>Основная литература</b>		
1	Малахова А. Н., Мухин М. А., Проектирование железобетонных конструкций с использованием программного комплекса ЛИРА, Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2011	<a href="http://www.iprbookshop.ru/57054.html">http://www.iprbookshop.ru/57054.html</a>
2	Добромыслов А. Н., Расчет транспортных, гидротехнических и энергетических сооружений с применением программы "ЛИРА", М.: Студент, 2016	ЭБС
3	Трушин С. И., Метод конечных элементов. Теория и задачи : учебное пособие для студентов направления 653500 "Строительство", Москва: АСТ, 2008	ЭБС
4	Басов К. А., Графический интерфейс комплекса ANSYS, Саратов: Профобразование, 2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/63587.html">http://www.iprbookshop.ru/63587.html</a>

5	Федорова Н. Н., Вальгер С. А., Захарова Ю. В., Моделирование гидрогазодинамических процессов в ПК ANSYS 17.0, Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ, 2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/68793.html">http://www.iprbookshop.ru/68793.html</a>
6	Морозов Е. М., Никишков Г. П., Метод конечных элементов в механике разрушения, М.: Urss, 2008	ЭБС
7	Карпиловский и др. В. С., SCAD Office. Формирование сечений и расчет их геометрических характеристик, М.: АСВ, 2006	ЭБС
8	Прокопьев В. И., Решение строительных задач в SCAD OFFICE, Москва: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015	<a href="http://www.iprbookshop.ru/30788.html">http://www.iprbookshop.ru/30788.html</a>
<b><u>Дополнительная литература</u></b>		
1	Норри Д., Фриз де Ж., Демидов Г. В., Урванцев А. Л., Марчук Г. И., Введение в метод конечных элементов, М.: Мир, 1981	ЭБС
2	Коннор Дж., Бреббиа К., Плисов Н. Б., Рождественский К. В., Постнов В. А., Метод конечных элементов в механике жидкости, Л.: Судостроение, 1979	ЭБС
3	Голованов А. И., Тюленева О. Н., Шигабутдинов А. Ф., Метод конечных элементов в статике и динамике тонкостенных конструкций, М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006	ЭБС
4	Городецкий А. С., Зоворицкий В. И., Рассказов А. О., Лантух-Лященко А. И., Метод конечных элементов в проектировании транспортных сооружений, М.: Транспорт, 1981	ЭБС
5	Ершов Н. Ф., Шахверди Г. Г., Метод конечных элементов в задачах гидродинамики и гидроупругости, Л.: Судостроение, 1984	ЭБС
6	Немчинов Ю. И., Метод конечных элементов в механике тонкостенных пространственных и стержневых конструкций, СПб., 1982	ЭБС
7	Розин Л. А., Расчет гидротехнических сооружений на ЭЦВМ. Метод конечных элементов, Л.: Энергия. Ленингр. отд-ние, 1971	ЭБС
1	Шаманин А. Ю., Расчеты конструкций методом конечных элементов в ANSYS, Москва: Московская государственная академия водного транспорта, 2012	<a href="http://www.iprbookshop.ru/47951.html">http://www.iprbookshop.ru/47951.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
Строительные конструкции	<a href="https://cdn1.ozone.ru/multimedia/1021796324.pdf">https://cdn1.ozone.ru/multimedia/1021796324.pdf</a>
Сайт разработчика ANSYS	<a href="https://www.ansys.com">https://www.ansys.com</a>
Сайт разработчика SCAD Office	<a href="https://scadsoft.com">https://scadsoft.com</a>
Сайт разработчика Лира-САПР, САПФИР	<a href="https://www.liraland.ru">https://www.liraland.ru</a>

## 8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Список сборников трудов и конференций в РИНЦ/eLIBRARY	<a href="https://www.spbgasu.ru/upload-files/universitet/biblioteka/List_rinc_elibrary_06_07_2020.pdf">https://www.spbgasu.ru/upload-files/universitet/biblioteka/List_rinc_elibrary_06_07_2020.pdf</a>

Периодические издания СПбГАСУ	<a href="https://www.spbgasu.ru/Univer_sitet/Biblioteka/Periodicheskie_izdaniya/">https://www.spbgasu.ru/Univer_sitet/Biblioteka/Periodicheskie_izdaniya/</a>
Тех.Лит.Ру - техническая литература	<a href="http://www.tehлит.ru/">http://www.tehлит.ru/</a>
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	<a href="http://www.spbgasu.ru">www.spbgasu.ru</a>
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
Электронно-библиотечная система издательства "IPRbooks"	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
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>

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 Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.
Microsoft Office 2016	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.
Autodesk AutoCAD 2019/2020	Письмо о возможности бесплатной загрузки образовательных лицензий полнофункциональных версий программных продуктов Autodesk от 15.05.2012
Ansys	Ansys сублицензионный договор №1976-ПО/2017-СЗФО от 16.10.2017 с ЗАО "КАДФЕМ Си-Ай-Эс" бессрочный
Matlab версия R2019a	МАТЛАБ договор №Д31908369487 от 01.11.2019 с ООО "Софтлайн Проекты"
Scad Office версия 21	SCAD Office договор №113 от 13.03.2015 с ООО "Автоматизация Проектных работ" бессрочный

## 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
47. 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, Microsoft Office 2016
47. Компьютерный класс	Рабочие места с ПК (стол компьютерный, системный блок, монитор, клавиатура, мышь), стол рабочий, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Internet.
47. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска маркерная белая эмалевая, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.
47. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Учебная аудитория 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, аудио-система), доска маркерная белая эмалевая, 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.