



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Информатики

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2023 г.

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

Прикладная математика

направление подготовки/специальность 08.04.01 Строительство

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Организация строительства

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2023

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

формирование знаний о математических моделях и методах прикладной математики в строительстве

освоение методов и моделей прикладной математики, математического моделирования для решения профессиональных задач в строительстве;

овладение практическими приемами решения расчетных задач, задач оптимизации, статистической обработки и математического моделирования в строительстве, в том числе с применением ИКТ.

ознакомление студентов с методами и моделями прикладной математики для решения задач, возникающих в строительной отрасли;

выработка умения найти оптимальный математический аппарат и обосновать его применение для решения конкретных прикладных задач;

обучение навыкам работы с программными комплексами, предназначенными для решения инженерных и строительных задач

## 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
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук	ОПК-1.1 Осуществляет выбор фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление	<b>знает</b> основные математические приемы формализации основных фундаментальных законов для построения математических моделей <b>умеет</b> уметь осуществлять выбор фундаментального закона, описывающего изучаемый процесс или явление <b>владеет</b> приемами формального описания изучаемого процесса или явления на основе выбранного фундаментального закона
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук	ОПК-1.2 Составляет математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление, выбирает и обосновывает граничные и начальные условия	<b>знает</b> знать основные математические модели, применяемые для описания изучаемого процесса или явления; знать принципы составления математических моделей для описания изучаемого процесса или явления. <b>умеет</b> уметь применять известные математические модели и обосновывать выбор граничных или начальных условий <b>владеет</b> владеть математическим аппаратом и компьютерными технологиями для построения математических моделей

<p>ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук</p>	<p>ОПК-1.3 Проводит оценку адекватности результатов моделирования, формулирует предложения по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p><b>знает</b> основные теоретические основы оценки адекватности результатов моделирования <b>умеет</b> проводить оценку адекватности результатов моделирования формулировать предложения по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности <b>владеет</b> математическими методами оценки адекватности результатов моделирования</p>
<p>ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук</p>	<p>ОПК-1.4 Применяет типовые задачи теории оптимизации в профессиональной деятельности</p>	<p><b>знает</b> основные математические методы оптимизации, применяемые для решения задач в строительстве <b>умеет</b> применять математические методы оптимизации для решения задач в строительстве <b>владеет</b> математическим аппаратом и компьютерными технологиями для реализации методов оптимизации для решения задач в строительстве</p>
<p>ОПК-2 Способен анализировать, критически осмысливать и представлять информацию, осуществлять поиск научно-технической информации, приобретать новые знания, в том числе с помощью информационных технологий</p>	<p>ОПК-2.3 Использует средства прикладного программного обеспечения для обоснования и представления результатов решения задач профессиональной деятельности</p>	<p><b>знает</b> математические основы методов, реализованных в средствах прикладного программного обеспечения <b>умеет</b> использовать средства прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности <b>владеет</b> владеть средствами прикладного программного обеспечения для решения задач профессиональной деятельности с помощью математических методов</p>

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

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.06 основной профессиональной образовательной программы 08.04.01 Строительство и относится к обязательной части учебного плана.

Для освоения дисциплины «Прикладная математика» необходимо:

Знать:

основные положения теории интегралов, теории функций нескольких переменных;  
базовые понятия и основные приёмы матричной алгебры;  
основные положения теории обыкновенных дифференциальных уравнений;  
основные типы уравнений математической физики;  
основные методы решения экстремальных задач;  
основные принципы обработки данных.

Уметь:

определять возможности применения теоретических положений и методов математического анализа для постановки и решения конкретных прикладных задач;  
использовать алгоритмические приемы решения стандартных задач;  
решать основные типы обыкновенных дифференциальных уравнений;  
применять математический аппарат при решении типовых задач;  
строить математические модели для решения прикладных задач в строительстве.

Владеть:

стандартными методами и моделями математического анализа и их применением к решению прикладных задач;

стандартными методами теории обыкновенных дифференциальных уравнений и их применением к решению прикладных задач.

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-1.6, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.4, ОПК-3.5, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-4.4, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5, ОПК-5.6, ОПК-5.7, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4, ОПК-6.5, ОПК-6.6, ОПК-6.7, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК-7.6, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-1.6, ПК-1.7, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК-2.7, ПК-2.8, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6, ПК-3.7, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-4.4, ПК-4.5, ПК-4.6, ПК-4.7, ПК-4.8, ПК-4.9, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-5.4, ПК-5.5, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3, ПК-8.1, ПК-8.2, ПК-8.3, ПК-8.4, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5

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

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр
			2
<b>Контактная работа</b>	32		32
Лекционные занятия (Лек)	16	0	16
Практические занятия (Пр)	16	0	16
<b>Иная контактная работа, в том числе:</b>	0,8		0,8
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	0,4		0,4
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,4		0,4
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача			
<b>Часы на контроль</b>	4		4
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	71,2		71,2
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>			
<b>часы:</b>	108		108
<b>зачетные единицы:</b>	3		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. Применение математических подходов и математического аппарата фундаментальных наук для решения прикладных задач в строительстве										
1.1.	Построение и использование математических моделей для описание взаимосвязей в сложных системах, решение нелинейных уравнений и систем линейных и нелинейных уравнений.	2	2		2			5	9	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3	

1.2.	Построение моделей физических явлений с помощью обыкновенных дифференциальных уравнений и решение с их помощью прикладных задач. Аппроксимация функций.	2	2		2					4	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3
1.3.	Приближенные методы решения задачи Коши и краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение задачи о прогибе балки.	2	2							2	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3
1.4.	Аппроксимация функциональных зависимостей с помощью интерполяционных многочленов. Обратная интерполяция. Сплайн - интерполяция. Приближенное вычисление значений функции и производной от функции с помощью интерполяционных многочленов. Оценка погрешности интерполяционного многочлена.	2	2		2				10	14	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3
1.5.	Вывод уравнения теплопроводности на основе балансовых соотношений. Приближенное решение прикладных задач с применением уравнения теплопроводности.	2	1		1					2	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3
1.6.	Уравнения в частных производных. Постановки задач	2							3,3	3,3	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3
2.	2 раздел. Уравнения в частных производных и методы их решений										
2.1.	Уравнения в частных производных первого порядка.	2	1		1					2	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3
2.2.	Вывод волнового уравнения и постановки задач. Вывод эллиптического уравнения и примеры постановок задач	2	1							1	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3

2.3.	Методы решений уравнений в частных производных второго порядка	2	2					15	17	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3
3.	3 раздел. Основы вариационного исчисления									
3.1.	Функционал. Примеры функционалов	2	2						2	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3
3.2.	Простейшая задача вариационного исчисления. Уравнение Эйлера	2			2				2	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3
3.3.	Уравнение Эйлера.	2			2				2	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3
3.4.	Метод Ритца	2	1		1				2	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3
3.5.	Вариационное исчисление в строительстве	2			1			15	16	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3
3.6.	Построение математических моделей для решения прикладных оптимизационных задач в строительстве. Задача об оптимальной строительной ферме(по Карпову).	2			2			22,9	24,9	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3
4.	4 раздел. Иная контактная работа									
4.1.	иная контактная работа	2							0,8	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3
5.	5 раздел. Контроль									
5.1.	Зачет	2							4	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3

### 5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	<p>Построение и использование математических моделей для описания взаимосвязей в сложных системах, решение нелинейных уравнений и систем линейных и нелинейных уравнений.</p>	<p>Построение и использование математических моделей для описания взаимосвязей в сложных системах, решение нелинейных уравнений и систем линейных и нелинейных уравнений. Изучение теоретического материала на портале дистанционного обучения СПбГАСУ Выполнение домашней работы</p>
2	<p>Построение моделей физических явлений с помощью обыкновенных дифференциальных уравнений и решение с их помощью прикладных задач. Аппроксимация функций.</p>	<p>Построение моделей физических явлений с помощью обыкновенных дифференциальных уравнений и решение с их помощью прикладных задач. Аппроксимация функций. Изучение теоретического материала по теме (портал дистанционного обучения) Выполнение домашнего задания</p>
3	<p>Приближенные методы решения задачи Коши и краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение задачи о прогибе балки.</p>	<p>Приближенные методы решения задачи Коши и краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение задачи о прогибе балки. Изучение теоретических материалов, размещенных на портале дистанционного обучения СПбГАСУ Выполнение домашней работы</p>
4	<p>Аппроксимация функциональных зависимостей с помощью интерполяционных многочленов. Обратная интерполяция. Сплайн-интерполяция. Приближенное вычисление значений функции и производной от функции с помощью интерполяционных многочленов. Оценка погрешности интерполяционного многочлена.</p>	<p>Аппроксимация функциональных зависимостей с помощью интерполяционных многочленов. Обратная интерполяция. Сплайн-интерполяция. Приближенное вычисление значений функции и производной от функции с помощью интерполяционных многочленов. Оценка погрешности интерполяционного многочлена. Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения СПбГАСУ Выполнение домашнего задания</p>
5	<p>Вывод уравнения теплопроводности на основе балансовых</p>	<p>Вывод уравнения теплопроводности на основе балансовых соотношений.</p>



	соотношений. Приближенное решение прикладных задач с применением уравнения теплопроводности.	Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашней работы
7	Уравнения в частных производных первого порядка.	Уравнение переноса и его вывод Изучение теоретического материала на портале дистанционного обучения СПбГАСУ Выполнение домашнего задания
8	Вывод волнового уравнения и постановки задач. Вывод эллиптического уравнения и примеры постановок задач	Вывод волнового уравнения и постановки задач Изучение теоретического материала на портале дистанционного обучения СПбГАСУ Выполнение домашнего задания
9	Методы решений уравнений в частных производных второго порядка	Методы решения уравнений в частных производных Изучение теоретического материала на портале дистанционного обучения СПбГАСУ Выполнение домашней работы
10	Функционал. Примеры функционалов	Функционал и его свойства Изучение теоретического материала на портале дистанционного обучения СПбГАСУ Выполнение домашней работы
10	Функционал. Примеры функционалов	Примеры функционалов Изучение примеров функционалов
13	Метод Рунге	Метод Рунге. Примеры решения с использованием метода Рунге Задание на аналитическое решение с использованием метода Рунге

## 5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Построение и использование математических моделей для описания взаимосвязей в сложных системах, решение нелинейных уравнений и систем линейных и нелинейных уравнений.	Построение и использование математических моделей для описания взаимосвязей в сложных системах, решение нелинейных уравнений и систем линейных и нелинейных уравнений. Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
2	Построение моделей физических явлений с помощью обыкновенных дифференциальных уравнений и решение с их помощью прикладных задач. Аппроксимация функций.	Построение моделей физических явлений с помощью обыкновенных дифференциальных уравнений и решение с их помощью прикладных задач. Изучение принципов построения математических моделей физических явлений с помощью обыкновенных дифференциальных уравнений Решение с помощью построенных моделей прикладных задач. Задача о динамических смесях.

4	<p>Аппроксимация функциональных зависимостей с помощью интерполяционных многочленов.</p> <p>Обратная интерполяция. Сплайн-интерполяция.</p> <p>Приближенное вычисление значений функции и производной от функции с помощью интерполяционных многочленов. Оценка погрешности интерполяционного многочлена.</p>	<p>Аппроксимация функциональных зависимостей с помощью интерполяционных многочленов. Обратная интерполяция. Сплайн-интерполяция. Приближенное вычисление значений функции и производной от функции с помощью интерполяционных многочленов. Оценка погрешности интерполяционного многочлена.</p> <p>Построение многочленов Лагранжа и Ньютона для табличной заданной функции</p> <p>Аппроксимация значений функции</p> <p>Обратная интерполяция</p> <p>Вычисление приближенных значений функции и ее производной в заданных точках</p> <p>сплайн-интерполяция</p> <p>Оценка погрешности интерполяции</p>
5	<p>Вывод уравнения теплопроводности на основе балансовых соотношений.</p> <p>Приближенное решение прикладных задач с применением уравнения теплопроводности.</p>	<p>Уравнение теплопроводности.</p> <p>Постановки задач.</p> <p>Изучение теоретического материала на портале дистанционного обучения СПбГАСУ</p> <p>Выполнение домашней работы</p>
7	<p>Уравнения в частных производных первого порядка.</p>	<p>Приближенное решение уравнения переноса</p> <p>Изучение теоретического материала на портале дистанционного обучения СПбГАСУ</p> <p>Выполнение домашней работы</p>
11	<p>Простейшая задача вариационного исчисления. Уравнение Эйлера</p>	<p>Простейшая задача вариационного исчисления.</p> <p>Изучение теоретического материала на портале дистанционного обучения СПбГАСУ</p> <p>Выполнение домашней работы</p>
11	<p>Простейшая задача вариационного исчисления. Уравнение Эйлера</p>	<p>Решение простейших задач вариационного исчисления.</p> <p>Использование инструментальных программных средств для решения задач</p> <p>Решение простейших задач вариационного исчисления</p> <p>Использование инструментальных программных средств для решения задач</p>
12	<p>Уравнение Эйлера.</p>	<p>Составление уравнения Эйлера</p> <p>Изучение теоретического материала на портале дистанционного обучения СПбГАСУ</p> <p>Выполнение домашней работы</p>
12	<p>Уравнение Эйлера.</p>	<p>Решение уравнения Эйлера</p> <p>Задание на решение уравнения Эйлера. Изучение теоретического материала на портале дистанционного обучения СПбГАСУ</p> <p>Выполнение домашней работы</p>
13	<p>Метод Рунге</p>	<p>Метод Рунге</p> <p>Компьютерная реализация метода Рунге</p>
14	<p>Вариационное исчисление в</p>	<p>Применение вариационного исчисления для решения строительных задач</p>

	строительстве	Изучение теоретического материала и решение задач на применение вариационного исчисления для решения строительных задач
15	Построение математических моделей для решения прикладных оптимизационных задач в строительстве. Задача об оптимальной строительной ферме (по Карпову).	Программная реализация решения задачи об оптимальной строительной ферме Программная реализация решения задачи об оптимальной строительной ферме

### 5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Построение и использование математических моделей для описания взаимосвязей в сложных системах, решение нелинейных уравнений и систем линейных и нелинейных уравнений.	Построение и использование математических моделей, приводящих у решению уравнений и систем Изучение теоретического материала на портале дистанционного обучения СПбГАСУ Выполнение домашней работы
4	Аппроксимация функциональных зависимостей с помощью интерполяционных многочленов. Обратная интерполяция. Сплайн-интерполяция. Приближенное вычисление значений функции и производной от функции с помощью интерполяционных многочленов. Оценка погрешности интерполяционного многочлена.	Способы аппроксимации функций Изучение теоретического материала на портале дистанционного обучения СПбГАСУ Выполнение домашней работы
6	Уравнения в частных производных. Постановки задач	Уравнения в частных производных и методы их решений. приближенное решение прикладных задач в строительстве Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания
9	Методы решений уравнений в частных производных второго	Использование уравнений в частных производных для решения задач строительства

	<p>порядка</p>	<p>Изучение теоретического материала на портале дистанционного обучения СПбГАСУ Выполнение домашней работы</p>
14	<p>Вариационное исчисление в строительстве</p>	<p>Примеры применения вариационных задач в строительстве Изучение теоретического материала на портале дистанционного обучения СПбГАСУ Выполнение домашней работы</p>
15	<p>Построение математических моделей для решения прикладных оптимизационных задач в строительстве. Задача об оптимальной строительной ферме (по Карпову).</p>	<p>Задача об оптимальной строительной ферме Изучение теоретического материала на портале дистанционного обучения СПбГАСУ Выполнение домашней работы</p>
15	<p>Построение математических моделей для решения прикладных оптимизационных задач в строительстве. Задача об оптимальной строительной ферме (по Карпову).</p>	<p>Методы оптимизации для решения строительных задач Изучение теоретического материала и решение задач на применение методов оптимизации для решения строительных задач</p>

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

При подготовке к практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- 1 изучить конспект практического задания, выложенный в МУДЛ
- 2 повторить материал по теме с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- 3 выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;
- 4 ответить на контрольные вопросы по теме;
- 5 подготовить отчет по результатам выполненного задания;
- 6 подготовить доклад или сообщение, по теме занятия;
- 7 готовиться к проверочному тесту по теме;
- 8 решить задачи домашней контрольной работы, защитить результаты контрольной работы;
- 9 подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины является зачет.

Зачет выставляется по итогам текущей успеваемости, при наличии защищенной контрольной работы

и успешного прохождения зачетного теста.

Зачет проводится по расписанию. Форма проведения зачета – письменная.

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	Построение и использование математических моделей для описания взаимосвязей в сложных системах, решение нелинейных уравнений и систем линейных и нелинейных уравнений.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3	Расчетное задание Опрос Тест
2	Построение моделей физических явлений с помощью обыкновенных дифференциальных уравнений и решение с их помощью прикладных задач. Аппроксимация функций.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3	Расчетное задание Тест Опрос
3	Приближенные методы решения задачи Коши и краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение задачи о прогибе балки.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3	Расчетное задание Тест Опрос
4	Аппроксимация функциональных зависимостей с помощью интерполяционных многочленов. Обратная интерполяция. Сплайн - интерполяция. Приближенное вычисление значений функции и производной от функции с помощью интерполяционных многочленов. Оценка погрешности интерполяционного многочлена.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3	Расчетное задание Тест Опрос
5	Вывод уравнения теплопроводности на	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-	Расчетное задание

	основе балансовых соотношений. Приближенное решение прикладных задач с применением уравнения теплопроводности.	1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3	Тест Опрос
6	Уравнения в частных производных. Постановки задач	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3	Расчетное задание Тест Опрос
7	Уравнения в частных производных первого порядка.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3	Расчетное задание Тест Опрос
8	Вывод волнового уравнения и постановки задач. Вывод эллиптического уравнения и примеры постановок задач	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3	Расчетное задание Тест Опрос
9	Методы решений уравнений в частных производных второго порядка	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3	Расчетное задание Тест Опрос
10	Функционал. Примеры функционалов	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3	Расчетное задание Тест Опрос
11	Простейшая задача вариационного исчисления. Уравнение Эйлера	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3	Расчетное задание Тест Опрос
12	Уравнение Эйлера.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3	Расчетное задание Тест Опрос
13	Метод Ритца	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3	Расчетное задание Тест Опрос
14	Вариационное исчисление в строительстве	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3	Расчетное задание Тест Опрос
15	Построение математических моделей для решения прикладных оптимизационных задач в строительстве. Задача об оптимальной строительной ферме(по Карпову).	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3	Сообщения
16	иная контактная работа	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3	
17	Зачет	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3	Тесты Решение задач Опрос

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

Разноуровневые задачи (задания)

(комплект разноуровневых задач/заданий)

(для проверки сформированности индикаторов достижения компетенции ОПК 1.1. -ОПК 1.4)

Задачи репродуктивного уровня

Задача (задание) 1

Составить дифференциальное уравнение, описывающее прогиб балки при заданных условиях

Задача (задание) 2

Записать математическую постановку задачи с применением дифференциального уравнения в частных производных при заданных условиях

Задачи реконструктивного уровня

### Задача (задание) 3

Решить составленное уравнение, описывающее прогиб балки при заданных условиях, с помощью приближенного метода, без использования готовых встроенных функций математического пакета

### Задача (задание) 4

Решить задачу о нагревании стержня с помощью уравнения теплопроводности, используя сеточный метод

### Задача (задание) 5

Решить составленное уравнение, описывающее прогиб балки при неполном наборе исходных условиях, с помощью приближенного метода, без использования готовых встроенных функций математического пакета

Рассмотреть различные случаи.

### Разноуровневые задачи (задания)

(комплект разноуровневых задач/заданий)

(для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ОПК 1.1.-ОПК 1.4)

### Задачи репродуктивного уровня

#### Задание 1

Решить краевую задачу с применением метода Рунге

#### Задание 2

Решить краевую задачу с применением метода коллокаций

#### Задание 3

Решить краевую задачу с применением метода конечных разностей

### Контрольная работа

(комплект заданий для контрольной работы)

(для проверки сформированности индикаторов достижения компетенции ОПК 1.3, ОПК 1.4, ОПК 2.3)

### Типовой Вариант

#### Задание 1

Решить задачу, оформить отчет с описанием математического метода и используемых компьютерных технологий. Привести интерпретацию полученного результата

Решить краевую задачу с применением метода конечных разностей

#### Задание 2

Решить задачу, оформить отчет с описанием математического метода и используемых компьютерных технологий. Привести интерпретацию полученного результата

Составить математическую модель для описания остывания прямоугольной пластины.

Решить задачу сеточным методом.

#### Задание 3

Решить задачу, оформить отчет с описанием математического метода и используемых компьютерных технологий. Привести интерпретацию полученного результата

Решить краевую задачу с применением метода Рунге

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

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



<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

О применении математических методов для решения прикладных задач в строительстве

Построение и использование балансовых моделей для описания взаимосвязей в сложных системах

Приближенные методы решения нелинейных уравнений и систем линейных и нелинейных уравнений

Построение моделей физических явлений с помощью обыкновенных дифференциальных уравнений

и решение с их помощью прикладных задач

Приближенные методы решения задачи Коши для дифференциальных уравнений.

Решение задачи о прогибе балки.

Аппроксимация функциональных зависимостей с помощью интерполяционных многочленов.

Обратная интерполяция.

Слайн -интерполяция.

Приближенное вычисление значений функции и производной от функции с помощью интерполяционных многочленов.

Оценка погрешности интерполяционного

многочлена.

Вывод уравнения теплопроводности на основе балансовых соотношений.

Приближенное решение прикладных задач с помощью уравнения теплопроводности.

Уравнения в частных производных и методы их решений. приближенное решение прикладных задач в строительстве.

Использование инструментальных программных средств для решения прикладных задач

Построение математических моделей для решения прикладных оптимизационных задач в строительстве.

Задача об оптимальной строительной ферме(по Карпову).

Постановка вариационных задач.

Экстремум функционала

Задачи вариационного исчисления в строительстве

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

Тестовые задания

(для проверки сформированности индикаторов достижения компетенции (ОПК-1.1-ОПК 1.4, ОПК 2.3)

Тестовые задания размещены по адресу: ЭИОС Moodle (<https://moodle.spbgasu.ru/> кафедра математики/дисциплина Прикладная математика

Комплект задач

(для проверки сформированности индикаторов достижения компетенции (ОПК-1.1-ОПК 1.4, ОПК 2.3)

Комплект задач размещен по адресу: ЭИОС Moodle (<http://moodle.spbgasu.ru/> кафедра математики/дисциплина Прикладная математика

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

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом

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

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

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.2.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.3.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оценка «зачтено»

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;

безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;

выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;

полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине;

умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку,

используя научные достижения других дисциплин;

творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «не зачтено»

фрагментарные знания по дисциплине;

отказ от ответа (выполнения письменной работы);

знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;

неумение использовать научную терминологию;

наличие грубых ошибок;

низкий уровень культуры исполнения заданий;

низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Шкала оценивания

Количество правильных ответов, % Оценка

до 55 «не зачтено»

от 55 до 100 «зачтено»

#### 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 «продвинутый». 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>

<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>
<p>владение навыками</p>	<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><u>Основная литература</u></b>		
1	Лобанов А. И., Петров И. Б., Математическое моделирование нелинейных процессов, Москва: Юрайт, 2022	<a href="https://urait.ru/bcode/491085">https://urait.ru/bcode/491085</a>
2	Русина Л. Г., Вычислительная математика. Численные методы интегрирования и решения дифференциальных уравнений и систем, Санкт-Петербург: Лань, 2021	<a href="https://e.lanbook.com/book/156403">https://e.lanbook.com/book/156403</a>
3	Байков В. А., Жибер А. В., Уравнения математической физики, Москва: Юрайт, 2020	<a href="https://urait.ru/bcode/452734">https://urait.ru/bcode/452734</a>
4	Слабнов В. Д., Численные методы, Санкт-Петербург: Лань, 2020	<a href="https://e.lanbook.com/book/133925">https://e.lanbook.com/book/133925</a>
5	Копченова Н. В., Марон И. А., Вычислительная математика в примерах и задачах, Санкт-Петербург: Лань, 2021	<a href="https://e.lanbook.com/book/167466">https://e.lanbook.com/book/167466</a>
6	Зализняк В. Е., Численные методы. Основы научных вычислений, Москва: Юрайт, 2020	<a href="https://urait.ru/bcode/449891">https://urait.ru/bcode/449891</a>
<b><u>Дополнительная литература</u></b>		
1	Горлач Б. А., Шахов В. Г., Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация, Санкт-Петербург: Лань, 2021	<a href="https://e.lanbook.com/book/176673">https://e.lanbook.com/book/176673</a>
2	Жибер А. В., Муртазина Р. Д., Хабибуллин И. Т., Шабат А. Б., Уравнения математической физики. Нелинейные интегрируемые уравнения, Москва: Юрайт, 2020	<a href="https://urait.ru/bcode/452775">https://urait.ru/bcode/452775</a>
3	Магомедов К. М., Холодов А. С., Сеточно-характеристические численные методы, Москва: Юрайт, 2020	<a href="https://urait.ru/bcode/452202">https://urait.ru/bcode/452202</a>
4	Рябикова Т. В., Семенов А. А., Вариационные методы в задачах статики и динамики строительных конструкций, Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/74323.html">http://www.iprbookshop.ru/74323.html</a>
5	Толпегин О. А., Математическое программирование. Вариационное исчисление, Москва: Юрайт, 2020	<a href="https://urait.ru/bcode/446093">https://urait.ru/bcode/446093</a>
6	Рейзлин В. И., Математическое моделирование, Москва: Юрайт, 2022	<a href="https://urait.ru/bcode/490343">https://urait.ru/bcode/490343</a>
7	Богун В. В., Численные методы. Исследование функций вещественного переменного с применением программ для ЭВМ, Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2020	<a href="http://www.iprbookshop.ru/92642.html">http://www.iprbookshop.ru/92642.html</a>
8	Горлач Б. А., Шахов В. Г., Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация, Санкт-Петербург: Лань, 2022	<a href="https://e.lanbook.com/book/200447">https://e.lanbook.com/book/200447</a>
9	Кудинов И. В., Кудинов В. А., Еремин А. В., Колесников С. В., Математическое моделирование гидродинамики и теплообмена в движущихся жидкостях, Санкт-Петербург: Лань, 2021	<a href="https://e.lanbook.com/book/168737">https://e.lanbook.com/book/168737</a>
10	Гробер Т. А., Гробер О. В., Нестерова А. В., Задачи оптимизации и численные методы, Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2020	<a href="https://www.iprbookshop.ru/118036.html">https://www.iprbookshop.ru/118036.html</a>
11	Гарифуллин М. Ф., Численные методы интегрирования дифференциальных уравнений, Москва: Техносфера, 2020	<a href="http://www.iprbookshop.ru/99103.html">http://www.iprbookshop.ru/99103.html</a>

1	Голубева Н. Д., Смирнова Л. Н., Уравнения математической физики, Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020	<a href="https://www.iprbookshop.ru/105081.html">https://www.iprbookshop.ru/105081.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
Обучающий курс	<a href="https://intuit.ru/studies/courses/2260/156/lecture/27239?page=2">https://intuit.ru/studies/courses/2260/156/lecture/27239?page=2</a>
Прикладная математика	<a href="https://urait.ru/book/prikladnaya-matematika-tehnologii-primeneniya-453111">https://urait.ru/book/prikladnaya-matematika-tehnologii-primeneniya-453111</a>
Курсы Интуит Теория вероятностей и математическая статистика	<a href="https://intuit.ru/studies/courses/637/493/info">https://intuit.ru/studies/courses/637/493/info</a>
Методы оптимизации	<a href="https://urait.ru/search?words=%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D1%8B+%D0%BE%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8">https://urait.ru/search?words=%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D1%8B+%D0%BE%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8</a>
Единое окно образовательных ресурсов	<a href="http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.6">http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.6</a>
Учебные материалы по курсу "Прикладная математика" в Moodle Портал дистанционного обучения СПбГАСУ	<a href="http://www.moodle.spbgasu.ruspbgasu.ru">www.moodle.spbgasu.ruspbgasu.ru</a>

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

Наименование	Электронный адрес ресурса
Тех.Лит.Ру - техническая литература	<a href="http://www.tehlit.ru/">http://www.tehlit.ru/</a>
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	<a href="http://www.spbgasu.ru">www.spbgasu.ru</a>
Федеральный образовательный портал "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
Электронно-библиотечная система издательства "Консультант студента"	<a href="https://www.studentlibrary.ru/">https://www.studentlibrary.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"	<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>
Информационно-правовая система Консультант	\\law.lan.spbgasu.ru\Consultant Plus ADM

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
AnyLogic версия 7.1.2	Договор №21/10-14-1 от 21.10.2014 г. с ООО "Компания ЭниЛоджик". Лицензия бессрочная
Deductor Academic версия 5.3	Свободно распространяемое
Gretl версия 2019с	Свободно распространяемое
Matlab версия R2019a	Договор №Д31908369487 от 01.11.2019 с ООО "Софтлайн Проекты". Лицензия до 31.12.2025
R версия 3.4.4	Свободно распространяемое
SciLab версия 6.0.1	Свободно распространяемое

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
07. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
07. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
07. 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