



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Математики

УТВЕРЖДАЮ

Начальник учебно-методического управления

С.В. Михайлов

«29» июня 2021г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Прикладная математика

направление подготовки/специальность 08.04.01 Строительство

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Промышленное и гражданское
строительство: технологии и организация строительства

Форма обучения заочная

Санкт-Петербург, 2021

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, статистического анализа 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 Выбор фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление	знает основные математические приемы формализации основных фундаментальных законов для построения математических моделей умеет уметь осуществлять выбор фундаментального закона, описывающего изучаемый процесс или явление владеет навыками 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 Составление математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, выбор и обоснование граничных и начальных условий	знает знать основные математические модели, применяемые для описания изучаемого процесса или явления; знать принципы составления математических моделей для описания изучаемого процесса или явления. умеет уметь применять известные математические модели и обосновывать выбор граничных или начальных условий владеет навыками 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 Оценка адекватности результатов моделирования, формулирование предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>знает основные теоретические основы оценки адекватности результатов моделирования умеет проводить оценку адекватности результатов моделирования формулировать предложения по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности владеет навыками 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 Применение типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности</p>	<p>знает основные математические методы оптимизации, применяемые для решения задач в строительстве умеет применять математические методы оптимизации для решения задач в строительстве владеет навыками 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 Использование средств прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности</p>	<p>знает математические основы методов, реализованных в средствах прикладного программного обеспечения умеет использовать средства прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности владеет навыками владеть средствами прикладного программного обеспечения для решения задач профессиональной деятельности с помощью математических методов</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-2.4 Использование информационно-коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации</p>	<p>знает основные правила применения информационно-коммуникационных технологий для оформления документации и предоставления информации умеет применять информационно-коммуникационные технологии для оформления исследований и расчетов с использованием математических методов прикладной математики владеет навыками информационно-коммуникационными технологиями для оформления исследований и расчетов с использованием математических методов</p>
<p>ОПК-6 Способен осуществлять исследования объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства</p>	<p>ОПК-6.4 Составление плана исследования с помощью методов факторного анализа</p>	<p>знает знать теоретические основы планирования эксперимента умеет применять основные математические методы обработки данных и планирования эксперимента владеет навыками математическими методами обработки данных и планирования эксперимента</p>
<p>ОПК-6 Способен осуществлять исследования объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства</p>	<p>ОПК-6.6 Обработка результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей</p>	<p>знает основные положения теории вероятностей теоретические математических методов обработки данных умеет уметь применять математические методы обработки данных владеет навыками методами математической обработки данных дисперсионным анализом и регрессионно-корреляционным анализом данных</p>

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

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.01 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-1.7, 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-3.5, УК-3.6, УК-3.7, УК-3.8, УК-3.9, УК-3.10, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-4.5, УК-4.6, УК-4.7, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-5.4, УК-5.5, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5, УК-6.6, УК-6.7, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-2.4, 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-4.5, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5, ОПК-5.6, ОПК-5.7, ОПК-5.8, ОПК-5.9, ОПК-5.10, ОПК-5.11, ОПК-5.12, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4, ОПК-6.5, ОПК-6.6, ОПК-6.7, ОПК-6.8, ОПК-6.9, ОПК-6.10, ОПК-6.11, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК-7.6, ОПК-7.7, ОПК-7.8, ОПК-7.9, ПКО-1.1, ПКО-1.2, ПКО-1.3, ПКО-2.1, ПКО-2.2, ПКО-2.3, ПКО-2.4, ПКО-2.5, ПКО-2.6, ПКО-2.7, ПКО-2.8, ПКО-2.9, ПКО-2.10, ПКО-2.11, ПКО-3.1, ПКО-3.2, ПКО-3.3, ПКО-3.4, ПКО-3.5, ПКО-3.6, ПКО-3.7, ПКО-4.1, ПКО-4.2, ПКО-4.3, ПКО-4.4, ПКО-4.5, ПКО-4.6, ПКО-4.7, ПКО-4.8, ПКО-4.9, ПКО-4.10, ПКО-5.1, ПКО-5.2, ПКО-5.3, ПКО-5.4, ПКО-5.5, ПКО-5.6, ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКР-1.3, ПКР-1.4, ПКР-1.5, ПКР-1.6, ПКР-1.7, ПКР-1.8, ПКР-1.9, ПКР-1.10, ПКР-1.11, ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-1.3, ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-2.4, ПКС-2.5, ПКС-2.6, ПКС-2.7, ПКС-3.1, ПКС-3.2, ПКС-3.3, ПКС-3.4, ПКС-3.5, ПКС-3.6, ПКС-3.7, ПКС-3.8, 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	Курс
			1
Контактная работа	8		8

Лекционные занятия (Лек)	2	0	2
Лабораторные занятия (Лаб)	6	0	6
Иная контактная работа, в том числе:	0,6		0,6
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	0,5		0,5
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,6		0,6
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача			
Часы на контроль	3,9		3,9
Самостоятельная работа (СР)	95		95
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)			
часы:	108		108
зачетные единицы:	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	Курс	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 балансовых моделей для описание взаимосвязей в сложных системах, решение нелинейных уравнений и систем линейных и нелинейных уравнений.	1	2				0,1	4	6,1	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-6.4, ОПК-6.6	
1.2.	Построение моделей физических явлений с помощью обыкновенных дифференциальных уравнений и решение с их помощью прикладных задач. Аппроксимация функций.	1					0,2	6	6,2	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-6.4, ОПК-6.6	

1.3.	Приближенные методы решения задачи Коши и краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение задачи о прогибе балки.	1					0,2	4,1	4,3	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-6.4, ОПК-6.6
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.	1					0,1	4	4,1	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-6.4, ОПК-6.6
1.5.	Вывод уравнения теплопроводности на основе балансовых соотношений. Приближенное решение прикладных задач с применением уравнения теплопроводности.	1					0,1	4	4,1	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-6.4, ОПК-6.6
1.6.	Уравнения в частных производных и методы их решений. Приближенное решение прикладных задач в строительстве.	1					0,2	6	6,2	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-6.4, ОПК-6.6
2.	2 раздел. Обработка результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей									
2.1.	Математические основы формирования выборочной совокупности. Генерация случайных чисел. Метод Монте-Карло для приближенного вычисления интегралов, решения систем и уравнений.	1					0,1	6	6,1	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-6.4, ОПК-6.6

3.1.	Задачи программирования в строительстве. Графический метод решения задач линейного программирования. Анализ графического решения на чувствительность.	1					0,1		6	6,1	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3, ОПК-2.4
3.2.	Симплекс-метод решения задач линейного программирования. Использование инструментальных программных средств для решения задач линейного программирования.	1					0,1		4	4,1	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3, ОПК-2.4
3.3.	Транспортная задача и задача о назначениях в строительстве.	1					0,1		4	4,1	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3, ОПК-2.4
3.4.	Построение математических моделей для решения прикладных оптимизационных задач в строительстве. Задача об оптимальной строительной ферме(по Карпову).	1					0,1		4	4,1	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3, ОПК-2.4
3.5.	Постановка вариационных задач. Экстремум функционала	1					0,2		10	10,2	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-6.4, ОПК-6.6
3.6.	Задачи вариационного исчисления в строительстве	1					2		2,9	4,9	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-6.4, ОПК-6.6
4.	4 раздел. Иная контактная работа										
4.1.	Консультация про выполнения контрольной работы	1								0,5	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-6.6

4.2.	Сдача контрольной работы	1								0,6	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-6.6
5.	5 раздел. Контроль										
5.1.	Сдача зачета	1								3,9	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3, ОПК-6.6

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Построение и использование балансовых моделей для описание взаимосвязей в сложных системах, решение нелинейных уравнений и систем линейных и нелинейных уравнений.	Уравнения в частных производных и методы их решений. приближенное решение прикладных задач в строительстве Применение уравнений в частных производных в строительстве Типы уравнений частных производных и постановки задач Методы решений уравнений в частных производных. Сеточные методы для приближенного решения уравнений в частных производных в прикладных строительных задачах

5.2. Лабораторные работы

№ п/п	Наименование раздела и темы лабораторных работ	Наименование и содержание лабораторных работ
1	Построение и использование балансовых моделей для описание взаимосвязей в сложных системах, решение нелинейных уравнений и систем линейных и нелинейных уравнений.	Построение и использование балансовых моделей для описание взаимосвязей в сложных системах, решение нелинейных уравнений и систем линейных и нелинейных уравнений. Построение балансовой модели Проверка продуктивности балансовой модели Применение матричного анализа для решения задач планирования с использованием балансовой модели Леонтьева Приближенные методы решения нелинейных уравнений и систем линейных и нелинейных уравнений.
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 построение математических моделей физических явлений с помощью обыкновенных дифференциальных уравнений Решение с помощью построенных моделей прикладных задач. Задача о динамических смесях.
3	Приближенные методы решения	Приближенные методы решения задачи Коши и краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение задачи о

	задачи Коши и краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение задачи о прогибе балки.	прогибе балки. Приближенные методы решения задачи Коши: метод Эйлера, метод Рунге-Кутты 4-го порядка Приближенные методы решения краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений: метод конечных разностей. метод прогонки. Решение задачи о прогибе балки с помощью приближенных методов
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.	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. Построение многочленов Лагранжа и Ньютона для табличной заданной функции Аппроксимация значений функции Обратная интерполяция Вычисление приближенных значений функции и ее производной в заданных точках сплайн-интерполяция Оценка погрешности интерполяции
5	Вывод уравнения теплопроводности на основе балансовых соотношений. Приближенное решение прикладных задач с применением уравнения теплопроводности.	Вывод уравнения теплопроводности на основе балансовых соотношений. Приближенное решение прикладных задач с применением уравнения теплопроводности Вывод уравнения теплопроводности на основе применения предельных переходов для баланса тепловых потоков в малых объемах Стандартны типы постановок задач Приближенные методы решения прикладных задач с использованием уравнения теплопроводности. Проблема выбора шага при использовании безусловной расчетной схемы. Сравнительный анализ результатов вычислений, полученных разными методами
6	Уравнения в частных производных и методы их решений. Приближенное решение прикладных задач в строительстве.	Уравнения в частных производных и методы их решений. приближенное решение прикладных задач в строительстве Изучение волнового уравнения. Постановки задач для волнового уравнения. Приближенные методы решения, вычислительные схемы. Применение волнового уравнения в строительстве. Задача Дирихле для уравнения Пуассона. Приближенное решение задачи Дирихле методом Якоби. Приложения уравнений в частных производных для решения задач в строительстве.
7	Математические основы формирования выборочной совокупности. Генерация случайных чисел. Метод Монте-	Математические основы формирования выборочной совокупности. Генерация случайных чисел. Метод Монте-Карло для приближенного вычисления интегралов, решения систем и уравнений. Актуализация сведений из теории вероятностей и математической статистики Математические основы формирования выборочной совокупности.

	Карло для приближенного вычисления интегралов, решения систем и уравнений.	Способы генерации случайных чисел. Метод Монте-Карло для приближенного вычисления интегралов, решения систем и уравнений.
8	Числовые характеристики выборочной совокупности. Требования к оценкам в математической статистике. Проверка статистических гипотез о виде распределения случайной величины в генеральной совокупности. Использование инструментальных программных средств для решения задач.	Числовые характеристики выборочной совокупности. Требования к оценкам в математической статистике. Проверка статистических гипотез о виде распределения случайной величины в генеральной совокупности. Использование инструментальных программных средств для решения задач. Вычисление числовых характеристик выборочной совокупности. Проверка статистических гипотез о виде распределения случайной величины в генеральной совокупности. Использование инструментальных программных средств для решения задач обработки данных
9	Выявление статистических зависимостей между признаком и факторами. Построение модели регрессии. Оценка качества уравнения, проверка значимости уравнения.	Основы дисперсионного анализа. Общие принципы построения модели регрессии. Оценка параметров регрессии с помощью метода наименьших квадратов. Применение дисперсионного анализа в строительстве Вывод системы нормальных уравнений для получения оценок параметров линейной парной регрессии. Оценка качества уравнения линейной парной регрессии. Проверка значимости уравнения линейной парной регрессии и ее параметров.
10	Проверка предпосылок МНК для модели парной линейной регрессии для определения адекватности модели.	Проверка предпосылок МНК для модели парной линейной регрессии для определения адекватности модели Требования к статистическим оценкам Теорема Гаусса-Маркова Проверка предпосылок метода наименьших квадратов
11	Применение нелинейной однофакторной регрессии для приближенного описания эмпирических зависимостей в строительстве	Применение нелинейной однофакторной регрессии для приближенного описания эмпирических зависимостей в строительстве Примеры нелинейных зависимостей в строительных задачах. Процедура линеаризации. Применение нелинейной однофакторной регрессии для приближенного описания эмпирических зависимостей в строительстве
12	Построение модели многофакторной регрессии для анализа и прогнозирования поведения признака в зависимости от изменения факторов. Решение задачи о влиянии состава	Построение модели многофакторной регрессии для анализа и прогнозирования поведения признака в зависимости от изменения факторов. Решение задачи о влиянии состава пенобетона на его прочность. Использование инструментальных программных средств для решения задач Проблема отбора факторов для построения множественной регрессии Построение модели многофакторной регрессии для анализа и

	<p>пенобетона на его прочность. Использование инструментальных программных средств для решения задач</p>	<p>прогнозирования поведения признака в зависимости от изменения факторов. Частная и множественная корреляция частные уравнения регрессии Решение задачи о влиянии состава пенобетона на его прочность. Использование инструментальных программных средств для решения задач</p>
13	<p>Задачи линейного программирования в строительстве. Графический метод решения задач линейного программирования. Анализ графического решения на чувствительность.</p>	<p>Задачи линейного программирования в строительстве. Графический метод решения задач линейного программирования. Анализ графического решения на чувствительность Задачи линейного программирования в строительстве. Основные типы задач линейного программирования Графический метод решения задач линейного программирования. Анализ графического решения на чувствительность</p>
14	<p>Симплекс-метод решения задач линейного программирования. Использование инструментальных программных средств для решения задач линейного программирования.</p>	<p>Симплекс-метод решения задач линейного программирования. Использование инструментальных программных средств для решения задач линейного программирования Канонический вид задачи линейного программирования Основная идея симплекс-метода Симплекс-метод решения задач линейного программирования. Использование инструментальных программных средств для решения задач линейного программирования</p>
15	<p>Транспортная задача и задача о назначениях в строительстве.</p>	<p>Транспортная задача и задача о назначениях в строительстве. Постановка транспортной задачи Открытая и закрытая модели Методы выделения начального плана перевозок Метод потенциалов для определения оптимального плана перевозок Решение транспортных задач с применением ИТ Задача о назначениях и ее применение в строительстве.</p>
16	<p>Построение математических моделей для решения прикладных оптимизационных задач в строительстве. Задача об оптимальной строительной ферме (по Карпову).</p>	<p>Построение математических моделей для решения прикладных оптимизационных задач в строительстве. Задача об оптимальной строительной ферме(по Карпову). Применение основных типов задач в линейном программировании для решения прикладных проблем. Построение математических моделей для решения прикладных оптимизационных задач в строительстве. Задача об оптимальной строительной ферме(по Карпову).</p>
17	<p>Постановка вариационных задач. Экстремум функционала</p>	<p>Постановка вариационных задач. Экстремум функционала Постановка вариационных задач. Примеры практических задач Экстремум функционала</p>
18	<p>Задачи вариационного исчисления в строительстве</p>	<p>Задачи вариационного исчисления в строительстве Приближенные методы решения задач вариационного исчисления Приложение вариационного исчисления для решения задач в строительстве Примеры применения вариационного исчисления для решения строительных задач</p>

5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	<p>Построение и использование балансовых моделей для описание взаимосвязей в сложных системах, решение нелинейных уравнений и систем линейных и нелинейных уравнений.</p>	<p>Построение и использование балансовых моделей для описание взаимосвязей в сложных системах, решение нелинейных уравнений и систем линейных и нелинейных уравнений. Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучение Выполнение домашнего задания(портал)</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</p>	<p>Вывод уравнения теплопроводности на основе балансовых соотношений. Приближенное решение прикладных задач с</p>

	<p>основе балансовых соотношений. Приближенное решение прикладных задач с применением уравнения теплопроводности.</p>	<p>применением уравнения теплопроводности. Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашней работы</p>
6	<p>Уравнения в частных производных и методы их решений. Приближенное решение прикладных задач в строительстве.</p>	<p>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</p>
7	<p>Математические основы формирования выборочной совокупности. Генерация случайных чисел. Метод Монте-Карло для приближенного вычисления интегралов, решения систем и уравнений.</p>	<p>Математические основы формирования выборочной совокупности. Генерация случайных чисел. Метод Монте-Карло для приближенного вычисления интегралов, решения систем и уравнений. Изучение теоретического материала на портале дистанционного обучения СПбГАСУ Выполнение домашнего задания</p>
8	<p>Числовые характеристики выборочной совокупности. Требования к оценкам в математической статистике. Проверка статистических гипотез о виде распределения случайной величины в генеральной совокупности. Использование инструментальных программных средств для решения задач.</p>	<p>Числовые характеристики выборочной совокупности. Требования к оценкам в математической статистике. Проверка статистических гипотез о виде распределения случайной величины в генеральной совокупности. Использование инструментальных программных средств для решения задач. Изучение теоретического материала на портале дистанционного обучения СПбГАСУ Выполнение домашнего задания</p>
9	<p>Выявление статистических зависимостей между признаком и факторами. Построение модели регрессии. Оценка качества уравнения, проверка значимости уравнения.</p>	<p>Основы дисперсионного анализа. Построение модели регрессии. Метод наименьших квадратов для оценки параметров регрессии. Изучение теоретического материала на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания</p>
10	<p>Проверка предпосылок МНК для модели парной линейной регрессии для определения</p>	<p>Проверка предпосылок МНК для модели парной линейной регрессии для определения адекватности модели Изучение теоретического материала на портале дистанционного обучения СПбГАСУ</p>

	адекватности модели.	Выполнение домашнего задания
11	Применение нелинейной однофакторной регрессии для приближенного описания эмпирических зависимостей в строительстве	Применение нелинейной однофакторной регрессии для приближенного описания эмпирических зависимостей в строительстве Изучение теоретического материала на портале дистанционного обучения СПБГАСУ Выполнение домашней работы
12	Построение модели многофакторной регрессии для анализа и прогнозирования поведения признака в зависимости от изменения факторов. Решение задачи о влиянии состава пенобетона на его прочность. Использование инструментальных программных средств для решения задач	Построение модели многофакторной регрессии для анализа и прогнозирования поведения признака в зависимости от изменения факторов. Решение задачи о влиянии состава пенобетона на его прочность. Использование инструментальных программных средств для решения задач Изучение теоретического материала на портале дистанционного обучения СПБГАСУ Выполнение домашней работы
13	Задачи линейного программирования в строительстве. Графический метод решения задач линейного программирования. Анализ графического решения на чувствительность.	Задачи линейного программирования в строительстве. Графический метод решения задач линейного программирования. Анализ графического решения на чувствительность Изучение теоретического материала на портале дистанционного обучения СПБГАСУ Выполнение домашней работы
14	Симплекс-метод решения задач линейного программирования. Использование инструментальных программных средств для решения задач линейного программирования.	Симплекс-метод решения задач линейного программирования. Использование инструментальных программных средств для решения задач линейного программирования Изучение теоретического материала на портале дистанционного обучения СПБГАСУ Выполнение домашней работы
15	Транспортная задача и задача о назначениях в строительстве.	Транспортная задача и задача о назначениях в строительстве. Изучение теоретического материала на портале дистанционного обучения СПБГАСУ Выполнение домашней работы
16	Построение математических моделей для решения прикладных оптимизационных задач в строительстве.	Построение математических моделей для решения прикладных оптимизационных задач в строительстве. Задача об оптимальной строительной ферме(по Карпову). Изучение теоретического материала на портале дистанционного обучения СПБГАСУ Выполнение домашней работы

	Задача об оптимальной строительной ферме (по Карпову).	
17	Постановка вариационных задач. Экстремум функционала	Постановка вариационных задач. Экстремум функционала Изучение теоретического материала на портале дистанционного обучения СПбГАСУ Выполнение домашней работы
18	Задачи вариационного исчисления в строительстве	Задачи вариационного исчисления в строительстве Изучение теоретического материала на портале дистанционного обучения СПбГАСУ Выполнение домашней работы

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 балансовых моделей для описание 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, ОПК -2.4, ОПК-6.4, ОПК-6.6	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, ОПК -2.4, ОПК-6.4, ОПК-6.6	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, ОПК -2.4, ОПК-6.4, ОПК-6.6	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, ОПК -2.4, ОПК-6.4, ОПК-6.6	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, ОПК-2.4, ОПК-6.4, ОПК-6.6	Тест Опрос
6	Уравнения в частных производных и методы их решений. Приближенное решение прикладных задач в строительстве.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-6.4, ОПК-6.6	Расчетное задание Тест Опрос
7	Математические основы формирования выборочной совокупности. Генерация случайных чисел. Метод Монте-Карло для приближенного вычисления интегралов, решения систем и уравнений.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-6.4, ОПК-6.6	Расчетное задание Тест Опрос
8	Числовые характеристики выборочной совокупности. Требования к оценкам в математической статистике. Проверка статистических гипотез о виде распределения случайной величины в генеральной совокупности. Использование инструментальных программных средств для решения задач.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-6.4, ОПК-6.6	Расчетное задание Тест Опрос
9	Выявление статистических зависимостей между признаком и факторами. Построение модели регрессии. Оценка качества уравнения, проверка значимости уравнения.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-6.4, ОПК-6.6	Расчетное задание Тест Опрос
10	Проверка предпосылок МНК для модели парной линейной регрессии для определения адекватности модели.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-6.4, ОПК-6.6	Расчетное задание Тест Опрос
11	Применение нелинейной однофакторной регрессии для приближенного описания эмпирических зависимостей в строительстве	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-6.4, ОПК-6.6	Расчетное задание Тест Опрос
12	Построение модели многофакторной регрессии для анализа и прогнозирования поведения признака в зависимости от изменения факторов. Решение задачи о влиянии состава пенобетона на его прочность. Использование инструментальных программных средств для решения задач	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-6.4, ОПК-6.6	Расчетное задание Тест Опрос
13	Задачи линейного программирования в строительстве. Графический метод решения задач линейного программирования. Анализ графического решения на чувствительность.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3, ОПК-2.4	Расчетное задание Тест Опрос
14	Симплекс-метод решения задач линейного программирования. Использование инструментальных программных средств для решения задач линейного программирования.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3, ОПК-2.4	Расчетное задание Тест Опрос
15	Транспортная задача и задача о назначениях в строительстве.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3,	Расчетное задание Тест

		ОПК-2.4	Опрос
16	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, ОПК -2.4	Расчетное задание Тест Опрос
17	Постановка вариационных задач. Экстремум функционала	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК- 1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3, ОПК -2.4, ОПК-6.4, ОПК-6.6	Расчетное задание Тест Опрос
18	Задачи вариационного исчисления в строительстве	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК- 1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3, ОПК -2.4, ОПК-6.4, ОПК-6.6	Сообщения
19	Консультация про выполнения контрольной работы	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК- 2.3, ОПК-2.4, ОПК-6.6	опрос
20	Сдача контрольной работы	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК- 1.4, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК -6.6	Контрольная работа
21	Сдача зачета	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК- 1.4, ОПК-2.3, ОПК-6.6	зачетный опрос. Решени проверочного задания.

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

Составить балансовую модель на основе матрицы межотраслевого баланса

Задача (задание) 3

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

Задачи реконструктивного уровня

Задача (задание) 1

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

Задача (задание) 3

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

Задача (задание) 2

Решить транспортную задачу

Задача (задание) 4

Решить задачу об оптимальной производственной программе симплекс-методом

Задачи творческого уровня

Задача (задание) 1

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.

Задача (задание) 2

Составить балансовую модель на основе матрицы межотраслевого баланса с неполными данными, восстановить необходимые данные. Использовать свойства матрицы межотраслевого баланса

Задача (задание) 3

Решить транспортную задачу для случая неоднородных грузов по заданному условию

Разноуровневые задачи (задания)

(комплект разноуровневых задач/заданий)

(для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ОПК-6.4-ОПК-6.6)

Задачи репродуктивного уровня

Задача (задание) 1

Найти числовые характеристики выборочной совокупности по заданной таблице данных

Задача (задание) 2

Построить модель линейной парной регрессии по заданной таблице данных

Задача (задание) 3

Проверить гипотезу о нормальном распределении случайной величины на основе выборочных наблюдений

Задачи реконструктивного уровня

Задача (задание) 1

Проверить гипотезу о значимости уравнения линейной парной регрессии

Задача (задание) 2

Проверить гипотезу о значимости параметров уравнения линейной парной регрессии

Задача (задание) 3

Построить модель степенной (нелинейной) парной регрессии и оценить качество модели

Задачи творческого уровня дополнительно проверяется сформированность ОПК-2.3 и ОПК- 2.4

Задача (задание) 1

Осуществить поиск данных о производстве строительных материалов, оформить отчет с описанием выявленных закономерностей в наблюдаемом массиве данных

Задача (задание) 2

Осуществить поиск данных о качестве пенобетона и его компонентов, оформить отчет с описанием выявленных закономерностей, определяющих прочность пенобетона

Задача (задание) 3

Осуществить поиск данных о влиянии климатических условий на бетонной стяжки, оформить отчет с описанием выявленных закономерностей, определяющих прочность стяжки

Контрольная работа

(комплект заданий для контрольной работы)

(для проверки сформированности индикаторов достижения компетенции ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-6.6)

Вариант 1

Задание 1

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 2

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

Решить задачу линейного программирования об оптимальной строительной смеси с заданными параметрами и минимальной стоимостью.

Задание 3

Решить задачу, оформить отчет с описанием математического метода и используемых

компьютерных технологий. Привести интерпретацию полученного результата

Построить модель регрессии, описывающей влияние внешних факторов на прочность бетонной стяжки

Вариант 2

Задание 1 Решить задачу, оформить отчет с описанием математического метода и используемых компьютерных технологий. Привести интерпретацию полученного результата

Составить математическую модель для описания распределения тепла на круговой пластине и приближенно решить задачу.

Задание 2

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

Решить транспортную задачу при условии недопустимости перевозок в некоторые пункты по заданному условию

Задание 3

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

Построить модель регрессии, описывающей влияние внешних факторов на скорость затвердевания строительной смеси

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

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

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

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

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.

Сплайн -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.

Обработка результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и

теории вероятностей

Математические основы формирования выборочной совокупности.

Генерация случайных чисел.

Метод Монте-Карло для приближенного вычисления интегралов, решения систем и уравнений.

Числовые характеристики выборочной совокупности.

Требования к оценкам в математической статистике.

Проверка статистических гипотез о виде распределения случайной величины в генеральной совокупности.

Использование инструментальных программных средств для решения задач математической статистики.

Выявление статистических зависимостей между признаком и факторами.

Построение модели регрессии.

Оценка качества уравнения регрессии, проверка значимости уравнения.

Проверка предпосылок МНК для модели парной линейной регрессии для определения адекватности

модели.

Применение нелинейной однофакторной регрессии для приближенного писания эмпирических зависимостей в строительстве

Построение модели многофакторной регрессии для анализа и прогнозирования поведения признака в зависимости от изменения факторов.

Решение задачи о влиянии состава пенобетона на его прочность с помощью регрессионное модели.

Использование инструментальных программных средств для решения задач

Применение типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности

Построение математических моделей для решения прикладных оптимизационных задач в строительстве.

Задача об оптимальной строительной ферме(по Карпову).

Задачи линейного программирования в строительстве.

Графический метод решения задач линейного программирования.

Анализ графического решения на чувствительность.

Симплекс-метод решения задач линейного программирования.

Использование инструментальных программных средств для решения задач линейного программирования.

Транспортная задача и задача о назначениях в строительстве.

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-ОПК 2.4, ОПК 6.4)

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-ОПК 2.4, ОПК 6.4)

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
Основная литература		
1	Письменный Д. Т., Конспект лекций по теории вероятностей, математической статистике и случайным процессам, М.: Айрис-пресс, 2010	ЭБС
2	Самарский А. А., Вабищевич П. Н., Численные методы решения обратных задач математической физики, М.: ЛКИ, 2015	ЭБС
3	Гмурман В. Е., Теория вероятностей и математическая статистика, М.: Высш. шк., 1997	ЭБС
4	Гмурман В. Е., Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике, М.: Высш. шк., 1975	ЭБС
5	Красс М. С., Моделирование эколого-экономических систем, М.: ИНФРА-М, 2015	ЭБС
6	Сердюцкая Л. Ф., Системный анализ и математическое моделирование экологических процессов в водных экосистемах, М.: Urss, 2009	ЭБС
7	Самарский А. А., Николаев Е. С., Методы решения сеточных уравнений, М.: Наука, 1978	ЭБС
8	Гмурман В. Е., Теория вероятностей и математическая статистика, М.: Высш. шк., 1999	ЭБС
9	Гмурман В. Е., Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике, М.: Высш. образование, 2006	ЭБС
10	Данко П. Е., Попов А. Г., Высшая математика в упражнениях и задачах, М.: Высшая школа, 1967	ЭБС
11	Кремер Н. Ш., Теория вероятностей и математическая статистика, М.: ЮНИТИ, 2007	ЭБС
12	Турчак Л. И., Дорофеев А. К., Крупнова Е. А., Рубинштейн Л. М., Львов Г. Н., Блюгер Ф. Г., Брайнина Е. Ю., Грудзинский М. М., Кастель И. Н., Кац Ю. М., Лалаев Э. М., Остерман Н. А., Пинсон Г. Г., Рыбасов В. И., Сомов В. И., Тульчин И. К., Чиж-Демидович В. В., Шапиро В. Н., Чиж-Демидович В. В., Прочность и деформации конструкций, М.: Гос. науч. - исслед. ин-т науч. и техн. информ., 1969	ЭБС
13	Данко П. Е., Попов А. Г., Кожевникова Т. Я., Высшая математика в упражнениях и задачах, М.: Высш. шк., 1997	ЭБС
14	Вагер Б. Г., Карпов В. В., Исько А. Б., Иваницкий В. В., Гаврилов А. С., Герасименко П. В., Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, СПб., 2008	ЭБС
15	Гмурман В. Е., Введение в теорию вероятностей и математическую статистику, М.: Высшая школа, 1966	ЭБС
16	Карпов В. В., Сальников А. Ю., Рябикова Т. В., Математическое моделирование, СПб., 2009	ЭБС
17	Кремер Н. Ш., Путко Б. А., Кремер Н. Ш., Эконометрика, Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2017	http://www.iprbookshop.ru/71071.html
18	Вагер Б. Г., Карпов В. В., Исько А. Б., Иваницкий В. В., Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, СПб., 2009	ЭБС
19	Самарский А. А., Введение в численные методы, М.: Наука, 1997	ЭБС
20	Рябикова Т. В., Семенов А. А., Вариационные методы в задачах статики и динамики строительных конструкций, СПб., 2016	ЭБС

21	Рябикова Т. В., Вагер Б. Г., Вариационное исчисление, СПб., 2018	ЭБС
22	Турчак Л. И., Щенников В. В., Основы численных методов, М.: Наука, 1987/1987	ЭБС
23	Калиткин Н. Н., Численные методы, М.: Наука, 1978	ЭБС
24	Вентцель Е. С., Исследование операций, М.: Совет. радио, 1972	ЭБС
25	Гмурман В. Е., Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике, М.: Высш. шк., 2000	ЭБС
26	Красс М. С., Моделирование эколого-экономических систем, М.: ИНФРА-М, 2010	ЭБС
<u>Дополнительная литература</u>		
1	Ито К., Маккин Г., Вентцель А. Д., Дынкин Е. Б., Диффузионные процессы и их траектории, М.: Мир, 1968	ЭБС
2	Самарский А. А., Попов Ю. П., Разностные методы решения задач газовой динамики, М.: Наука, 1992	ЭБС
3	Вентцель Е. С., Овчаров Л. А., Задачи и упражнения по теории вероятности, М.: Академия, 2005	ЭБС
4	Кичигин В. И., Моделирование процессов очистки воды, М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2003	ЭБС
5	Патанкар С., Сполдинг Д., Лыков А. В., Шульман З. П., Пустынцев Г. Н., Тепло- и массообмен в пограничных слоях, М.: Энергия, 1971	ЭБС
6	Данко П. Е., Попов А. Г., Высшая математика в упражнениях и задачах, М.: Высшая школа, 1967	ЭБС
7	Вентцель Е. С., Овчаров Л. А., Теория вероятностей и ее инженерные приложения, М.: Высш. шк., 2007	ЭБС
8	Вентцель Е. С., Теория вероятностей, М.: Академия, 2005	ЭБС
9	Самарский А. А., Введение в численные методы, М.: Наука, 1987	ЭБС
10	Ито К., Вентцель А. Д., Дынкин Е. Б., Вероятностные процессы, М.: Издательство иностранной литературы, 1963	ЭБС
11	Патанкар С., Виленский В. Д., Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости, М.: ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ, 1984	ЭБС
12	Шипачев В. С., Тихонов А. Н., Курс высшей математики, М.: Проспект, 2004	ЭБС
13	Вахрушева М. Ю., Карпов В. В., Игнатъев О. В., Вариационно-параметрический метод расчета трехслойных пологих оболочек с дискретным внутренним слоем при конечных прогибах, СПб., 1998	ЭБС
14	Вентцель Е. С., Овчаров Л. А., Теория случайных процессов и ее инженерные приложения, М.: Наука, 1991	ЭБС
15	Ильин В. А., Садовничий В. А., Сендов Б. Х., Тихонов А. Н., Математический анализ. Начальный курс, М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985	ЭБС
16	Самарский А. А., Лазаров Р. Д., Макаров В. Л., Разностные схемы для дифференциальных уравнений с обобщенными решениями, М.: Высш. шк., 1987	ЭБС
17	Самарский А. А., Гулин А. В., Устойчивость разностных схем, М.: Наука, 1973	ЭБС
18	Свешников А. Г., Тихонов А. Н., Гончарский А. В., Некорректные задачи естествознания, М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987	ЭБС
19	Письменный Д. Т., Конспект лекций по высшей математике: полный курс, М.: Айрис-пресс, 2008	ЭБС
20	Никифоров А. Ф., Самарский А. А., Специальные функции математической физики, М.: Наука, 1978	ЭБС

21	Серебрякова Т. Г., Спрышкова Р. А., Уфимцев М. В., Уфимцев М. В., Лозникова Н. М., Матвеева О. А., Плискин С. Ю., Шагдаров В. Б., Шагиров Э. А., Тихонов А. Н., Самарский А. А., Вычислительная математика и математическое обеспечение ЭВМ, М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985	ЭБС
22	Мацкевич И. П., Свирид Г. П., Высшая математика. Теория вероятностей и математическая статистика, Минск: Выш. шк., 1993	ЭБС
23	Матвеева, Плискин, Тихонов А. Н., Самарский, А. А., Актуальные вопросы прикладной математики, М.: Издательство Московского университета, 1989	ЭБС
24	Тихонов А. Н., Уфимцев М. В., Статистическая обработка результатов экспериментов, М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988	ЭБС
25	Васильев В. З., Ильин В. П., Крысько В. А., Карпов В. В., Агуф Е. И., Аналитические и численные решения прикладных задач математической физики, Л., 1986	ЭБС
26	Самарский А. А., Попов Ю. П., Разностные методы решения задач газовой динамики, М.: Наука, 1980	ЭБС
27	Тихонов А. Н., Арсенин В. Я., Методы решения некорректных задач, М.: Наука, 1979	ЭБС
28	Самарский А. А., Введение в теорию разностных схем, М.: Наука, 1971	ЭБС
29	Самарский А. А., Курдюмов С. П., Мажукин В. И., Математическое моделирование. Нелинейные дифференциальные уравнения математической физики, М.: Наука, 1987	ЭБС
30	Евдокимов А. Г., Тевяшев А. Д., Дубровский В. В., Моделирование и оптимизация потокораспределения в инженерных сетях, М.: Стройиздат, 1990	ЭБС
31	Филиппов Д. С., Карпов В. В., Игнатъев О. В., Математические модели пологих оболочек ступенчато-переменной толщины с учетом поперечных сдвигов при конечных прогибах, СПб., 2000	ЭБС
32	Вентцель Е. С., Теория вероятностей, М.: Наука, 1964	ЭБС
33	Зоммерфельд А., Самарский А. А., Яненко Н. Н., Тихонов А. Н., Дифференциальные уравнения в частных производных физики, М.: Издательство иностранной литературы, 1950	ЭБС
34	Вентцель Е. С., Овчаров Л. А., Теория вероятностей и ее инженерные приложения, М.: Академия, 2003	ЭБС
35	Максимов В. А., Тихонов А. Н., Плохотников К. Э., Приймак В. Г., Математическое моделирование. Современные проблемы математической физики и вычислительной математики, М.: Наука, 1989	ЭБС
36	Тихонов А. Н., Ильин В. А., Свешников А. Г., Кратные интегралы и ряды, М.: Наука, 1965	ЭБС
37	Красс М. С., Математика для экономических специальностей, М.: ИНФРА-М, 1998	ЭБС
38	Самарский А. А., Михайлов А. П., Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры, М.: Наука, 1997	ЭБС
39	Ашихмин и др. В. Н., Введение в математическое моделирование, М.: Логос, 2007	ЭБС
40	Шипачев В. С., Тихонов А. Н., Курс высшей математики: Анализ функций нескольких переменных. Ряды. Дифференциальные уравнения, М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982	ЭБС
41	Вентцель Е. С., Овчаров Л. А., Теория случайных процессов и ее инженерные приложения, М.: Академия, 2003	ЭБС

42	Семашко Н. Н., Самарский А. А., Ляхов Г. А., Руденко О. В., Хохлов А. Р., Андреев В. Б., Жилейкин Я. М., Вычислительные методы и программирование (численные методы математической физики), М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979	ЭБС
43	Володченко С. В., Ногова Е. Г., Моделирование распределения пассажирских потоков в крупных городах, СПб., 2005	ЭБС
44	Тихонов А. Н., Васильева А. Б., Свешников А. Г., Дифференциальные уравнения, М.: Наука, 1980	ЭБС
45	Тихонов А. Н., Арсенин В. Я., Методы решения некорректных задач, М.: Наука, 1974	ЭБС
46	Тихонов А. Н., Гончарский А. В., Степанов В. В., Ягола А. Г., Численные методы решения некорректных задач, М.: Наука, 1990	ЭБС
47	Самарский А. А., Андреев В. Б., Разностные методы для эллиптических уравнений, М.: Наука, 1976	ЭБС
48	Вентцель Е. С., Овчаров Л. А., Теория вероятностей, М.: Наука, 1969	ЭБС
49	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	http://www.iprbookshop.ru/74323.html
50	Вентцель Е. С., Исследование операций. Задачи, принципы, методология, М.: Высш. шк., 2001	ЭБС
51	Сирота А. А., Компьютерное моделирование и оценка эффективности сложных систем, М.: Техносфера, 2006	ЭБС

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	https://intuit.ru/studies/courses/2260/156/lecture/27239?page=2
Прикладная математика	https://urait.ru/book/prikladnaya-matematika-tehnologii-primeneniya-453111
Курсы Интуит Теория вероятностей и математическая статистика	https://intuit.ru/studies/courses/637/493/info
Методы оптимизации	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
Единое окно образовательных ресурсов	http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.6
Учебные материалы по курсу "Прикладная математика" в Moodle Портал дистанционного обучения СПбГАСУ	www.moodle.spbgasu.ruspbgasu.ru

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Информационно-правовая система Консультант	\\law.lan.spbgasu.ru\Consultant Plus ADM
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	https://moodle.spbgasu.ru/

Электронная библиотека Ирбис 64	http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	https://www.biblio-online.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "IPRbooks"	http://www.iprbookshop.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "Консультант студента"	https://www.studentlibrary.ru/
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
Федеральный образовательный портал "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	www.spbgasu.ru
Тех.Лит.Ру - техническая литература	http://www.tehлит.ru/

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.
Microsoft Visio 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.
AnyLogic версия 7.1.2	AnyLogic договор №21/10-14-1 от 21.10.2014 с ООО "Компания ЭниЛоджик" бессрочный
Gretl версия 2019c	свободно распространяемое
Matlab версия R2019a	MATLAB договор №Д31908369487 от 01.11.2019 с ООО "Софтлайн Проекты"

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием – аудиторские помещения с мультимедийным оборудованием и возможностью выхода в Internet.

Наличие лицензионного пакета Матлаб на рабочих местах студентов, MS Excel, Scilab

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