



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 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Теория вероятностей и математическая статистика

направление подготовки/специальность 01.03.02 Прикладная математика и информатика

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Прикладная математика и информатика

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2021

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Теория вероятностей, математическая статистика и теория случайных процессов» является - вооружить бакалавра математическими знаниями, необходимыми для изучения ряда общенаучных дисциплин и дисциплин профессионального цикла.

Задачами освоения дисциплины являются: создать фундамент математического образования, необходимый для получения профессиональных компетенций бакалавра, воспитать математическую культуру и понимание роли математики в различных сферах профессиональной деятельности.

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 применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 знает основные понятия и методы фундаментальных математических дисциплин	знает - основные принципы, методы и результаты современной теории вероятностей и математической статистики умеет - вычислять вероятностные характеристики случайных величин и случайных процессов; обрабатывать статистические данные владеет навыками методами классической теории вероятностей; методами статистического анализа
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.2 умеет применять фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использовать их в профессиональной деятельности	знает методы статистического анализа стохастических явлений умеет строить адекватные теоретико-вероятностные и статистические модели реальных процессов и явлений и проводить их математический анализ владеет навыками современными методами компьютерной реализации алгоритмов обработки статистических данных

ОПК-1 применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	Способен	ОПК-1.3 умеет осуществлять выбор методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний	знает современные методы компьютерной реализации алгоритмов статистического вывода умеет применять современные методы компьютерной реализации вероятностных и статистических моделей к решению задач профессиональной деятельности владеет навыками программным обеспечением, предназначенным для расчета статистических характеристик по данным, предоставляемым экспериментом
--	----------	---	---

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

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.22 основной профессиональной образовательной программы 01.03.02 Прикладная математика и информатика и относится к обязательной части учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Математический анализ	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
2	Линейная алгебра и аналитическая геометрия	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3

Математический анализ

Знать: основные положения теории функций, основы дифференциального и интегрального исчисления

Уметь: определять возможности применения теоретических положений и методов математического анализа для постановки и решения конкретных прикладных статистических задач

Владеть: стандартными методами и моделями математического анализа для решению прикладных задач.

Линейная алгебра и аналитическая геометрия

Знать: базовые понятия и основные технические приемы матричной алгебры,

Уметь: использовать алгоритмические приемы решения стандартных задач

Владеть: стандартными методами и моделями линейной алгебры и аналитической геометрии и их применением к решению прикладных задач

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Теория стохастических дифференциальных уравнений	ОПК-1.1, ОПК-1.2
2	Финансовый анализ ценных бумаг	ПКС-1.1
3	Компьютерное моделирование случайных процессов	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3
4	Теория случайных процессов и основы теории массового обслуживания	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
5	Вероятностное и имитационное моделирование	ПКС-4.1
6	Временные ряды финансовой математики	ПКС-4.2, ПКС-4.3

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	Из них часы	Семестр
--------------------	-------	-------------	---------

	часов	на практическую подготовку	4
Контактная работа	48		48
Лекционные занятия (Лек)	16	0	16
Практические занятия (Пр)	32	0	32
Иная контактная работа, в том числе:	0,25		0,25
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)			
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))			
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,25		0,25
Часы на контроль	26,75		26,75
Самостоятельная работа (СР)	69		69
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)			
часы:	144		144
зачетные единицы:	4		4

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Элементарная теория вероятностей.										
1.1.	Элементарная теория вероятностей.	4	2		3				14	19	ОПК-1.1
2.	2 раздел. Случайные величины.										
2.1.	Случайные величины и их характеристики.	4	2		6				16	24	ОПК-1.1
3.	3 раздел. Системы случайных величин. Условное математическое ожидание.										
3.1.	Совместное распределение случайных величин. Условное математическое ожидание. Гауссовские векторы.	4	2		5				12	19	ОПК-1.1, ОПК-1.2
4.	4 раздел. Предельные теоремы.										
4.1.	Предельные теоремы теории вероятностей.	4	2		4				8	14	ОПК-1.1

5.	5 раздел. Математическая статистика. Оценка параметров.										
5.1.	Математическая статистика. Оценка параметров.	4	4		6				5	15	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
6.	6 раздел. Проверка статистических гипотез.										
6.1.	Проверка статистических гипотез.	4	2		4				6	12	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
7.	7 раздел. Регрессионный анализ. Дисперсионный анализ										
7.1.	Регрессионный анализ. Дисперсионный анализ	4	2		4				8	14	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
8.	8 раздел. Контроль.										
8.1.	Экзамен	4								27	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Элементарная теория вероятностей.	Элементарная теория вероятностей. События, действия над событиями. Алгебра и σ - алгебра событий. Вероятность как функция на алгебре событий. Аксиоматика Колмогорова. Теория вероятностей как часть теории меры. Классическое определение вероятности. Элементы комбинаторики. Условная вероятность и независимые события. Свойства условной вероятности. Полная система событий. Формула полной вероятности. Формула Байеса. Схема независимых повторных испытаний Бернулли. Формула Бернулли. Наиболее вероятное число успехов в схеме Бернулли. Теорема Пуассона.
2	Случайные величины и их характеристики.	Случайная величина. Типы распределений случайных величин. Математическое ожидание и дисперсия. Моменты распределения. Случайные величины и их характеристики. Определение случайной величины. Распределение случайной величины. Функция распределения случайной величины и ее свойства. Дискретные и непрерывные типы распределений. Квантили. Медиана и мода распределения. Математическое ожидание и дисперсия. Моменты распределения. Дискретные и непрерывные распределения (основные типы). Неравенства Маркова, Чебышева и Йенсена.
3	Совместное распределение случайных величин. Условное математическое ожидание. Гауссовские векторы.	Совместное распределение случайных величин. Ковариация и корреляция. Условное математическое ожидание. Гауссовские векторы. Совместное распределение случайных величин. Ковариация и корреляция их свойства. Неравенства Условное математическое ожидание и его свойства. Гауссовские векторы. Условное математическое ожидание для гауссовских случайных векторов.
4	Предельные теоремы теории вероятностей.	Предельные теоремы. Различные виды сходимости случайных величин.

		Характеристические и производящие функции. Закон больших чисел. Центральная предельная теорема. Различные варианты центральной предельной теоремы. Скорость сходимости в центральной предельной теореме.
5	Математическая статистика. Оценка параметров.	Выборка. Выборочные характеристики. Оценивание параметров. Выборочные характеристики. Выборка. Эмпирическое распределение. Эмпирическая функция распределения. Вариационный ряд. Порядковые статистики. Выборочные моменты. Выборка из гауссовского распределения. Точечное и интервальное оценивание. Методы построения оценок. Состоятельность, несмещенность и асимптотическая нормальность оценок. Оценки максимального правдоподобия. Метод моментов построения оценок. Интервальное оценивание. Интервальные оценки для среднего и дисперсии. Информация по Фишеру. Неравенство Крамера-Рао.
6	Проверка статистических гипотез.	Проверка статистических гипотез. Лемма Неймана-Пирсона. Критерии Пирсона, Колмогорова и Колмогорова-Смирнова. Проверка статистических гипотез. Критерии для проверки гипотез. Ошибки первого и второго рода. Уровень значимости и мощность критерия. Лемма Неймана – Пирсона. Проверка гипотез о принадлежности распределения к заданному классу. Проверка гипотез однородности и независимости ряда наблюдений.
7	Регрессионный анализ. Дисперсионный анализ	Регрессионный анализ. Дисперсионный анализ. Регрессионный анализ. Дисперсионный анализ. Линейная и нелинейная регрессия. Оценка параметров линейно входящих в уравнение регрессионной зависимости. Метод наименьших квадратов. Критерии проверки гипотез о значимости регрессионных параметров Коэффициент детерминации. Классификация моделей дисперсионного анализа. Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ.

5.2. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Элементарная теория вероятностей.	Элементарная теория вероятностей События, действия над событиями. Классическое определение вероятности. Элементы комбинаторики. Непосредственное вычисление вероятностей. Независимые события. Условная вероятность. Формула полной вероятности. Формула Байеса. Свойства условной вероятности. Полная система событий. Схема Бернулли. Закон Пуассона.
2	Случайные величины и их характеристики.	Случайные величины. Функции распределения. Математическое ожидание. Дисперсия. Моменты. Функция распределения случайной величины и ее свойства. Дискретные случайные величины. Ряд распределения. Основные законы распределений дискретных случайных величин. Дискретные распределения. Ряд распределения. Бернуллиевское и биномиальное распределения. Распределение Пуассона. Геометрическое распределение. Непрерывные случайные величины. Плотность распределения. Основные законы распределения непрерывных случайных величин. Гауссовское (нормальное) распределение. Непрерывные распределения. Плотность распределения. Равномерное и показательное распределения. Гауссовское (нормальное)

		распределение и его свойства. Распределения и Стьюдента. Распределение Парето. Математическое ожидание и дисперсия. Моменты распределения. Неравенства Чебышева и Иенсена. Совместное распределение случайных величин. Условное математическое ожидание. Определение математического ожидания для дискретных и непрерывных случайных величин. Его свойства. Дисперсия распределения. Математическое ожидание и дисперсия биномиального, пуассоновского и гауссовского распределений. Моменты.
3	Совместное распределение случайных величин. Условное математическое ожидание. Гауссовские векторы.	Совместное распределение случайных величин. Ковариация и корреляция, их свойства. Неравенства Условное математическое ожидание и его свойства Совместное распределение случайных величин. Вычисление ковариации и корреляции. Условное математическое ожидание для случайных величин с дискретным и непрерывным распределением.
4	Предельные теоремы теории вероятностей.	Предельные теоремы. Сходимость почти наверное, сходимость по вероятности и сходимость по распределению. Характеристические функции и их свойства. Свертка распределений. Закон больших чисел. Центральная предельная теорема. Центральная предельная теорема. Различные варианты центральной предельной теоремы. Локальная и интегральная теоремы Муавра-Лапласа.
5	Математическая статистика. Оценка параметров.	Выборочные характеристики. Эмпирическая функция распределения. Вариационный ряд. Порядковые статистики. Выборочные моменты. Точечные оценки. Оценки максимального правдоподобия. Метод моментов построения оценок. Интервальное оценивание. Интервальные оценки для среднего и дисперсии. Эмпирическая функция распределения. Гистограмма. Вариационный ряд. Порядковые статистики. Выборочные моменты. Асимметрия и эксцесс. Выборка из гауссовского распределения Оценки максимального правдоподобия. Метод моментов построения оценок. Информация по Фишеру. Неравенство Крамера-Рао. Оценки эффективные по Фишеру. Интервальное оценивание. Интервальные оценки для среднего и дисперсии для выборки из гауссовского распределения..
6	Проверка статистических гипотез.	Проверка статистических гипотез. Критерии для проверки гипотез. Критерии Пирсона Колмогорова и Колмогорова-Смирнова. Проверка гипотез однородности и независимости ряда наблюдений. Проверка гипотез о принадлежности распределения к заданному классу. Критерий Пирсона для проверки гипотез о виде распределения. Проверка гипотез об однородности и независимости. Проверка гипотез о принадлежности распределения к заданному классу. Проверка гипотезы о нормальном характере распределения.
7	Регрессионный анализ. Дисперсионный анализ	Регрессионный анализ. Дисперсионный анализ. Линейная линейная по параметрам регрессионные модели. Оценка параметров регрессионной модели методом наименьших квадратов. Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ. Критерий Фишера.

5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Элементарная теория вероятностей.	Элементарная теория вероятностей. Изучение материала. Решение задач.
2	Случайные величины и их характеристики.	Случайные величины Изучение материала. Решение задач.
3	Совместное распределение случайных величин. Условное математическое ожидание. Гауссовские векторы.	Совместные распределения случайных величин. Изучение материала. Решение задач.
4	Предельные теоремы теории вероятностей.	Предельные теоремы. Изучение материала. Решение задач.
5	Математическая статистика. Оценка параметров.	Выборочные характеристики. Изучение материала. Подготовка к тестированию.
6	Проверка статистических гипотез.	Проверка статистических гипотез. Изучение материала. Подготовка к тестированию.
7	Регрессионный анализ. Дисперсионный анализ	Регрессионный анализ. Дисперсионный анализ Изучение материала. Решение задач.

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

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, и практических занятий, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов;
- подготовка к экзамену.

Залогом успешного освоения математики является обязательное посещение лекционных и практических занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На практических занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется выполнением практических заданий и посредством консультаций по выполнению индивидуальных заданий.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием рабочей программы по математике для студентов очной формы обучения, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим занятиям.

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

повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;

при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в рабочей программе источники;

выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;

ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС, либо групповые индивидуальные задания, подготовленные преподавателем;

подготовиться к проверочной работе, предусмотренной в контрольных точках;

подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины является экзамен. Экзамен проводится по расписанию сессии. Форма проведения экзамена – устная. 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	Элементарная теория вероятностей.	ОПК-1.1	Решение задач.
2	Случайные величины и их характеристики.	ОПК-1.1	Решение задач. Тесты.
3	Совместное распределение случайных величин. Условное математическое ожидание. Гауссовские векторы.	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Решение задач.
4	Предельные теоремы теории вероятностей.	ОПК-1.1	Решение задач.
5	Математическая статистика. Оценка параметров.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3	Решение задач. Тесты.

6	Проверка статистических гипотез.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3	Решение задач. Тесты.
7	Регрессионный анализ. Дисперсионный анализ	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3	Решение задач.
8	Экзамен	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3	

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

Типовые материалы текущего контроля успеваемости размещены в приложении

(для проверки сформированности индикаторов достижения компетенции ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3)

Рекомендуемые контрольные работы на тему:

1. Элементарная теория вероятностей

2. Случайные величины

Рекомендуемые расчетно-графические работы:

1. Проверка статистических гипотез

2. Регрессионный и дисперсионный анализ

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"> - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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

1. Аксиоматика Колмогорова.
2. Условная вероятность. Независимые события.
3. Формула полной вероятности. Формула Байеса.
4. Схема Бернулли. Закон Пуассона.
5. Случайные величины. Функция распределения.
6. Типы распределений случайных величин.
7. Случайные величины с дискретным распределением.
8. Случайные величины с непрерывным распределением.
9. Математическое ожидание и его свойства.
10. Дисперсия и ее свойства.
11. Неравенства Маркова и Чебышева.
12. Неравенство Йенсена. Неравенство Ляпунова.
13. Случайные векторы.
14. Ковариация и корреляция.
15. Гауссовские векторы.
16. Условное математическое ожидание и его свойства.
17. Различные виды сходимости случайных величин.
18. Слабая сходимость распределений.
19. Характеристические и производящие функции.
20. Закон больших чисел.
21. Центральная предельная теорема.
22. Скорость сходимости в центральной предельной теореме.
23. Оценивание параметров. Точечное оценивание. Свойства оценок.
24. Выборочные моменты и их свойства.
25. Выборки из гауссовского распределения.
26. Вариационный ряд. Порядковые статистики.
27. Оценки максимального правдоподобия. Метод моментов.
28. Интервальное оценивание.
29. Информация по Фишеру.
30. Неравенство Крамера-Рао.
31. Состоятельность оценок максимального правдоподобия.
32. Асимптотическая нормальность оценок максимального правдоподобия.
33. Интервальное оценивание. Интервальные оценки среднего и дисперсии.
34. Проверка гипотез. Критерии. Ошибки первого и второго рода.
35. Лемма Неймана-Пирсона.
36. Проблема Беренса-Фишера.
37. Критерии основанные на монотонном отношении правдоподобия.
38. Критерий χ^2 .
39. Критерий χ^2 для проверки независимости и однородности.
40. Критерии Колмогорова и Колмогорова-Смирнова.
41. Однофакторный дисперсионный анализ.
42. Двухфакторный дисперсионный анализ.
43. Регрессионный анализ. Регрессионные модели. Оценка параметров регрессионной модели

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Примеры практических заданий приведены в приложении и LMS moodle <https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=1720>

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

Курсовые проекты (работы) учебным планом не предусмотрены.

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.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

В экзаменационный билет включено два теоретических вопроса и практическое задание, соответствующие содержанию формируемых компетенций. Экзамен проводится в устной форме. Для подготовки по экзаменационному билету отводится 60 минут.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка

знания	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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.
умения	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>

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

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
<u>Основная литература</u>		
1	Кремер Н. Ш., Теория вероятностей и математическая статистика, М.: ЮНИТИ, 2007	ЭБС
<u>Дополнительная литература</u>		
1	Бородин А. Н., Элементарный курс теории вероятностей и математической статистики, СПб.: Лань, 2008	ЭБС
2	Гмурман В. Е., Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике, М.: Высш. шк., 1975	ЭБС
3	Ламперти Д., Левина Н. Б., Молчанов С. А., Ширяев А. Н., Вероятность, М.: Наука, 1973	ЭБС
4	Гмурман В. Е., Теория вероятностей и математическая статистика, М.: Высш. шк., 1999	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
moodle	https://moodle.spbgasu.ru/
www.spbgasu.ru	www.spbgasu.ru

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	https://moodle.spbgasu.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	https://www.biblio-online.ru/
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	www.spbgasu.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 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.
MathCad версия 15	Mathcad сублицензионное соглашение на использование продуктов "РТС" с ООО "Софт Лоджистик" договор №20716/SPB9 2010 г.
Matlab версия R2019a	MATLAB договор №Д31908369487 от 01.11.2019 с ООО "Софтлайн Проекты"

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащении учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения

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, Microsoft Office 2016
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, аудио-система), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
07. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет

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