

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан механико-математического
факультета



Захаров А.М.
2022 г.

Рабочая программа дисциплины
ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА

Направление подготовки бакалавриата
09.03.03 Прикладная информатика

Профиль подготовки бакалавриата
Прикладная информатика в экономике

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
заочная

Саратов,
2022

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Сергеева Надежда Викторовна		04.03.2022
Председатель НМК	Тышкевич Сергей Викторович		04.03.2022
Заведующий кафедрой	Сидоров Сергей Петрович		04.03.2022
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» является усвоение понятия вероятности как объективной характеристики явлений и процессов в окружающем мире, изучение вероятностных и статистических закономерностей, а также изучение методов построения вероятностных моделей; методов статистической обработки данных, а также изучение методов построения теоретико-вероятностных и статистических моделей случайных процессов.

В результате освоения данной дисциплины студенты развивают теоретико-вероятностную интуицию, формируют умение строить математические модели реальных случайных явлений и получают необходимые знания для изучения профильных дисциплин.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Данная дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана ООП по направлению подготовки 09.03.03 – Прикладная информатика, профиль «Прикладная информатика в экономике», форма обучения – заочная. Дисциплина связана с предметами «Математика», «Теория игр» и с предметом «Статистика».

Для освоения дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» необходимы знания, умения и навыки, полученные при изучении таких дисциплин ООП как «Математика», «Информационные системы и технологии».

Освоение дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» необходимо как предшествующее для таких дисциплин как теория игр, «Математические методы в экономике», «Методы финансовых и коммерческих расчётов» и др.

3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	1.1_Б.УК-1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи.	Знать: - основные положения теории вероятностей и математической статистики; - понятие случайные события и операции над ними; - понятие случайные величины, характеристики случайных величин; - основные методы математической статистики, статистические критерии. Уметь: - анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие; - осуществлять декомпозицию задачи. Владеть: - навыками анализа и декомпозиции поставленной задачи
	2.1_Б.УК-1. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.	Знать: - основные положения теории вероятностей и математической статистики; - понятие случайные события и операции над ними; - понятие случайные величины, характеристики случайных величин; - основные методы математической статистики, статистические критерии. Уметь: - находить и критически анализировать

	информацию, необходимую для решения поставленной задачи. Владеть: - навыками нахождения и анализа информации, необходимой для решения поставленной задачи.
3.1_ Б.УК-1. Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.	Знать: - основные положения теории вероятностей и математической статистики; - понятие случайные события и операции над ними; - понятие случайные величины, характеристики случайных величин; - основные методы математической статистики, статистические критерии. Уметь: - рассматривать различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки. Владеть: - навыками решения задач, различными методами.
4.1_ Б.УК-1. Грамотно, логично, аргументировано формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности.	Знать: - основные положения теории вероятностей и математической статистики; - понятие случайные события и операции над ними; - понятие случайные величины, характеристики случайных величин; - основные методы математической статистики, статистические критерии. Уметь: - грамотно, логично, аргументировано формировать собственные суждения и оценки; - отличать факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. Владеть: - навыками формирования собственных суждений и оценок.
5.1_ Б.УК-1. Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.	Знать: - основные положения теории вероятностей и математической статистики; - понятие случайные события и операции над ними; - понятие случайные величины, характеристики случайных величин; - основные методы математической статистики, статистические критерии. Уметь: - определять и оценивать практические последствия возможных решений задачи Владеть: - навыками решения задач, различными методами и оценивания практических последствий
УК-2 Способен определять круг	1.1_Б.УК-2. Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность Знать: - основные положения теории вероятностей и математической статистики;

<p>задач в рамках поставленной цели и выбрать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p>	<p>взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - понятие случайные события и операции над ними; - понятие случайные величины, характеристики случайных величин; - основные методы математической статистики, статистические критерии. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижения; - определять ожидаемые результаты решения выделенных задач. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками формулировки в рамках поставленной цели проекта совокупности взаимосвязанных задач.
	<p>2.1_Б.УК-2. Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные положения теории вероятностей и математической статистики; - понятие случайные события и операции над ними; - понятие случайные величины, характеристики случайных величин; - основные методы математической статистики, статистические критерии. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками выбора оптимального способа решения поставленной задачи.
	<p>3.1_Б.УК-2. Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные положения теории вероятностей и математической статистики; - понятие случайные события и операции над ними; - понятие случайные величины, характеристики случайных величин; - основные методы математической статистики, статистические критерии. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - решать конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками решения конкретных задач различными методами.

	<p>4.1_ Б.УК-2. Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные положения теории вероятностей и математической статистики; - понятие случайные события и операции над ними; - понятие случайные величины, характеристики случайных величин; - основные методы математической статистики, статистические критерии. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - публично представлять результаты решения конкретной задачи проекта. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками публичных выступлений.
<p>ПК-13. Способность формировать возможные решения на основе разработанных целевых показателей, дать анализ и обоснование выбранного решения.</p>	<p>1.1_Б.ПК-13. Грамотно использует информацию о: теории межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии; теории конфликтов; языках визуального моделирования; методах сбора, анализа, систематизации, хранения и поддержания в актуальном состоянии информации бизнес-анализа; информационных технологиях (программном обеспечении), применяемых в организации, в объеме, необходимом для целей бизнес-анализа; теории систем; предметной области и специфике деятельности организации в объеме, достаточном для решения задач бизнес-анализа.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные положения теории вероятностей и математической статистики; - понятие случайные события и операции над ними; - понятие случайные величины, характеристики случайных величин; - основные методы математической статистики, статистические критерии. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать информацию о методах сбора, анализа, систематизации, хранения и поддержания в актуальном состоянии информации бизнес-анализа; информационных технологиях (программном обеспечении), применяемых в организации, в объеме, необходимом для целей бизнес-анализа. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - различными методами сбора, анализа, систематизации, хранения и поддержания в актуальном состоянии информации бизнес-анализа.
	<p>2.1_Б.ПК-13. Выявляет, регистрирует, анализирует и классифицирует риски и разрабатывает комплекс мероприятий по их минимизации; оформляет результаты бизнес-анализа в соответствии с выбранными подходами; определяет связи и зависимости между элементами информации бизнес-анализа; применяет информационные технологии в объеме, необходимом для целей бизнес-анализа.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные положения теории вероятностей и математической статистики; - понятие случайные события и операции над ними; - понятие случайные величины, характеристики случайных величин; - основные методы математической статистики, статистические критерии. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выявлять, регистрировать, анализировать и классифицировать риски и разрабатывать комплекс мероприятий по их минимизации; - оформлять результаты бизнес-анализа в соответствии с выбранными подходами; - определять связи и зависимости между элементами информации бизнес-анализа; - применять информационные технологии в объеме, необходимом для целей бизнес-анализа.

	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками проведения бизнес-анализа с применением информационных технологий в объеме, необходимом для целей бизнес-анализа.
<p>3.1_Б.ПК-13. Анализирует внутренние (внешние) факторы и условия, влияющие на деятельность организации; анализирует требования заинтересованных сторон с точки зрения критериев качества, определяемых выбранными подходами; проводит оценку эффективности решения с точки зрения выбранных критериев; оценивает бизнес-возможность реализации решения с точки зрения выбранных целевых показателей; моделирует объем и границы работ; планирует, организывает и проводит встречи и обсуждения с заинтересованными сторонами; использует техники эффективных коммуникаций.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные положения теории вероятностей и математической статистики; - понятие случайные события и операции над ними; - понятие случайные величины, характеристики случайных величин; - основные методы математической статистики, статистические критерии. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать внутренние (внешние) факторы и условия, влияющие на деятельность организации; - анализировать требования заинтересованных сторон с точки зрения критериев качества, определяемых выбранными подходами; - проводить оценку эффективности решения с точки зрения выбранных критериев. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками оценивания эффективности решения с точки зрения выбранных критериев.
<p>4.1_Б.ПК-13. Выявляет, собирает и анализирует информацию бизнес-анализа для формирования возможных решений; описывает возможные решения; анализирует решения с точки зрения достижения целевых показателей решений; оценивает ресурсы, необходимые для реализации решений; оценивает эффективность каждого варианта решения как соотношения между ожидаемым уровнем использования ресурсов и ожидаемой ценностью; выбирает решения для реализации в составе группы экспертов.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные положения теории вероятностей и математической статистики; - понятие случайные события и операции над ними; - понятие случайные величины, характеристики случайных величин; - основные методы математической статистики, статистические критерии. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выявлять, собирать и анализировать информацию бизнес-анализа для формирования возможных решений; - оценивает ресурсы, необходимые для реализации решений. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками анализа решения с точки зрения достижения целевых показателей решений.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости и (по неделям семестра) Формы промежуточ ной аттестации (по семестрам)	
				Лекци и	Лаб.	Практические занятия		КСР	СРС	Контроль		
						Общая трудое мкость	Из них — практ ическ ая подго товка					
Летняя сессия												
1	Вероятностное пространство	2		2	-	2	-	-	32	-	Групповой опрос	
2	Случайные величины	2		1	-	1	-	-	16	-	Групповой опрос	
3	Числовые характеристики случайных величин	2		1	-	1	-	-	16	-	Групповой опрос	
	Итого: 72 часа	2		4	0	4	0	0	64	0		
	Промежуточная аттестация										Не предусмотрена	
Зимняя сессия												
4	Двумерные случайные векторы	3		2	-	2	-	-	22	-		
5	Предельные теоремы	3		2	-	2	-	-	22	-	Контрольная работа	
6	Эмпирические характеристики случайных величин	3		2	-	2	-	-	22	-	Групповой опрос	
7	Точечная теория оценивания	3		1	-	1	-	-	11	-	Групповой опрос	
8	Доверительное оценивание	3		1	-	1	-	-	11	-		
	Итого: 108 часов	3		8	0	8	0	0	88	4	Зачет, контрольная работа	

Летняя сессия											
9	Проверка статистических гипотез	4		4	-	4		-	55	-	Контрольная работа
	Итого: 72 часа	4		4	0	4		0	55	9	Экзамен, контрольная работа
	Итого общая трудоемкость: 252 часа	2, 3, 4		16	0	16		0	207	13	

Содержание дисциплины

Раздел 1. Вероятностное пространство

Тема 1.1. Вероятность событий и ее свойства

Операции над событиями. Классическое и статистическое определения вероятности. Аксиомы вероятности. Свойства вероятности. Вероятностное пространство. Геометрические вероятности.

Тема 1.2. Независимость событий

Условная вероятность и ее свойства. Теорема умножения. Независимость событий. Независимость в совокупности и попарная независимость. Формула полной вероятности. Формула Байеса.

Тема 1.3. Последовательность независимых испытаний. Испытания Бернулли. Формула Пуассона. Локальная и интегральная теоремы Муавра-Лапласа. Применение приближенных формул.

Раздел 2. Случайные величины

Тема 2.1. Функция распределения случайной величины

Определение случайной величины. Примеры случайных величин. Распределение случайной величины. Функция распределения, ее свойства.

Тема 2.2. Дискретные случайные величины

Дискретные распределения. Таблицы распределения. Примеры дискретных распределений. Распределения Бернулли и Пуассона.

Тема 2.3. Абсолютно-непрерывные случайные величины

Абсолютно-непрерывные распределения. Плотность распределения, ее свойства. Примеры абсолютно-непрерывных распределений. Равномерное распределение. Показательное распределение. Нормальное распределение и его особая роль в теории вероятностей.

Тема 2.4. Функция от случайных величин

Закон распределения вероятностей для функций от известных случайных величин. Функции от дискретных случайных величин. Функция распределения и плотность функции от абсолютно-непрерывной случайной величины.

Раздел 3. Числовые характеристики случайных величин

Тема 3.1. Математическое ожидание

Определение математического ожидания. Свойства математического ожидания. Вычисление математического ожидания для дискретных и абсолютно-непрерывных случайных величин. Математическое ожидание основных распределений.

Тема 3.2. Дисперсия и моменты

Определение дисперсии, ее свойства. Вычисление дисперсии для дискретных и абсолютно-непрерывных случайных величин. Дисперсия основных распределений. Моменты высших порядков.

Раздел 4. Двумерные случайные векторы

Тема 4.1. Дискретный и абсолютно-непрерывный случайные векторы

Определение двумерного случайного вектора. Функция распределения двумерного случайного вектора и ее свойства. Определение дискретного двумерного случайного вектора. Определение абсолютно-непрерывного двумерного случайного вектора. Двумерная плотность распределения и ее свойства. Двумерное равномерное и нормальное распределения.

Тема 4.2. Зависимость и независимость двух случайных величин

Определение независимости случайных величин. Критерии независимости двух случайных величин. Дополнительные свойства математического ожидания.

Тема 4.3. Ковариация и коэффициент корреляции

Определение ковариации случайных величин и ее свойства. Определение коэффициента корреляции и его свойства. Ковариационная матрица. Дополнительные свойства дисперсии.

Раздел 5. Предельные теоремы

Тема 5.1. Закон больших чисел

Основные типы сходимости случайных величин. Неравенство Чебышева. Закон больших чисел и его следствия.

Тема 5.2. Характеристические функции

Определение характеристической функции. Свойства характеристической функции. Характеристической функции основных распределений.

Тема 5.3. Центральная предельная теорема

Распределение суммы независимых случайных величин. Центральная предельная теорема. Теорема Муавра-Лапласа.

Раздел 6. Эмпирические характеристики случайных величин

Тема 6.1. Выборка, ее графическое представление

Выборка и вариационный ряд. Группировка данных. Графическое представление выборки с помощью гистограммы и полигона частот.

Тема 6.2. Числовые выборочные характеристики

Эмпирическое среднее и его свойства. Эмпирическое среднее и его свойства. Эмпирическая дисперсия и ее свойства. Эмпирическая функция распределения и ее свойства.

Тема 6.3. Основные распределения математической статистики

Многомерное нормальное распределение. Распределение χ^2 . Распределение Стьюдента. Распределение Колмогорова. Теорема о распределении выборочных характеристик из нормальной совокупности.

Раздел 7. Точечная теория оценивания

Тема 7.1. Оценки и их свойства

Оценки. Несмещенные и состоятельные оценки. Неравенство Рао-Крамера. Эффективные оценки. Критерий эффективности оценки.

Тема 7.2. Методы построения оценок

Метод моментов. Метод максимального правдоподобия. Уравнение правдоподобия. Метод наименьших квадратов.

Раздел 8. Интервальное оценивание

Тема 8.1. Доверительные интервалы

Точность и достоверность оценивания. Общий метод построения доверительных интервалов.

Тема 8.2. Примеры доверительных интервалов

Доверительные интервалы для параметров нормального закона, для вероятностей в биномиальном законе, для разности средних двух нормальных совокупностей.

Раздел 9. Проверка статистических гипотез

Тема 9.1. Статистические гипотезы

Простые и сложные гипотезы. Основная и альтернативные гипотезы. Статистические критерии. Ошибки 1-го и 2-го рода. Мощность критерия.

Тема 9.2. Критерии согласия

Теорема Пирсона. Критерий χ^2 . Критерий Колмогорова. Критерий Смирнова. Критерий знаков.

Темы практических занятий

Раздел 1.

- 1) Классическое определение вероятности.
- 2) Геометрические вероятности.
- 3) Формулы умножения и сложения вероятностей.
- 4) Формула полной вероятности. Формула Байеса.
- 5) Биномиальное распределение, применение асимптотических формул.

Раздел 2.

- 1) Функция распределения случайной величины.
- 2) Дискретные случайные величины.
- 3) Абсолютно-непрерывные случайные величины.
- 4) Функции от случайных величин

Раздел 3.

- 1) Математическое ожидание дискретных случайных величин.
- 2) Математическое ожидание абсолютно-непрерывных случайных величин.
- 3) Дисперсия и моменты высших порядков дискретных случайных величин.

4) Дисперсия и моменты высших порядков абсолютно-непрерывных случайных величин

Раздел 4.

1) Дискретный и абсолютно-непрерывный двумерные случайные векторы. Функция распределения двумерного вектора.

2) Зависимость и независимость случайных величин.

3) Ковариация и коэффициент корреляции.

Раздел 5.

1) Закон больших чисел.

2) Характеристические функции.

3) Применения центральной предельной теоремы.

4) Применения теоремы Муавра-Лапласа.

Раздел 6.

1) Выборка и вариационный ряд. Группировка данных.

2) Построение гистограммы и полигона частот.

3) Вычисление эмпирического среднего и эмпирической дисперсии.

4) Эмпирическая функция распределения.

5) Основные распределения математической статистики.

Раздел 7.

1) Точечные оценки и их свойства.

2) Построение оценок методами моментов и максимального правдоподобия.

3) Метод наименьших квадратов.

Раздел 8.

1) Доверительное оценивание.

2) Построение доверительных интервалов для параметров нормальной совокупности.

3) Построение доверительных интервалов для вероятности в биномиальном законе.

Раздел 9.

1) Статистические критерии.



2) Проверка гипотез с помощью критерия χ^2 .

3) Проверка гипотез с помощью критериев Колмогорова и знаков.

Примеры задач для практических занятий

№ раздела	Название раздела	Примеры задач
1	Вероятностное	1. Буквенный замок содержит на общей оси 5 дисков, каждый из которых разделен на 6 секторов с различными

	<p>пространство.</p>	<p>нанесенными на них буквами. Замок открывается только в том случае, если каждый диск занимает одно определенное положение относительно корпуса замка. Определить вероятность открытия замка, если установлена произвольная комбинация букв.</p> <p>2. Из полной колоды карт (52 листа) вынимаются сразу четыре карты. Найти вероятность того, что все эти четыре карты будут разных мастей.</p> <p>3. Завод изготавливает изделия, каждое из которых с вероятностью P имеет дефект. В цехе изделие с равной вероятностью осматривается одним из двух контролеров. Первый контролер обнаруживает имеющийся дефект с вероятностью P_1, второй – с вероятностью P_2. Если в цехе изделие не забраковано, оно поступает в ОТК завода, где дефект, если он имеется, обнаруживается в вероятностью P_0. Определить вероятности следующих событий: $A = \{\text{изделие будет забраковано}\}$; $B = \{\text{изделие будет забраковано в цехе}\}$; $C = \{\text{изделие будет забраковано в ОТК завода}\}$.</p> <p>4. Вероятность выигрыша по одной облигации трехпроцентного займа равна 0.25. Найти вероятность того, что из восьми купленных облигаций выигрышными окажутся три.</p>
2	<p>Случайные величины</p>	<p>1. Автомобиль должен проехать по улице, на которой установлено четыре независимо работающих светофора. Каждый светофор с интервалом в 2 мин. Подает красный и зеленый сигналы; случайная величина ξ - число остановок автомобиля на этой улице. Найти закон распределения указанной случайной величины ξ и ее функцию распределения $F(x)$.</p> <p>2. Дана функция распределения вероятностей $F(x)$ случайной величины ξ, содержащей один или два неизвестных параметров (a и b):</p> <p>a) $F(x) = \begin{cases} 0 & x < 0 \\ \frac{1}{\beta} e^{-\alpha x} & 0 \leq x < a \\ 1 & x \geq a \end{cases}$</p> <p>$\alpha = 0, \beta = 1.$</p> <p>б) $F(x) = \begin{cases} 0 & x < 0 \\ \sin \frac{\pi x}{2a} & 0 \leq x < a \\ 1 & x \geq a \end{cases}$</p> <p>$\alpha = 0, \beta = \frac{1}{4}.$</p>

		<p>Найти 1) параметры a и b; 2) плотность распределения вероятностей; 3) вероятность того, что при трех независимых наблюдениях случайная величина примет значения в промежутке $[\alpha, \beta]$ ровно один раз; не менее одного раза; 4) построить графики функций $F(x)$ и $f(x)$.</p>																				
3	<p>Числовые характеристики случайных величин.</p>	<p>1. Вероятность поражения цели при одном выстреле равна 0.6; случайная величина ξ - число поражений цели при четырех выстрелах.</p> <p>Найти закон распределения указанной сл. вел. ξ и ее функцию распределения $F(x)$. Вычислить математическое ожидание $M\xi$, дисперсию $D\xi$ и среднее квадратическое отклонение σ. Построить график функции распределения $F(x)$.</p> <p>2. Дана функция распределения $F(x)$ случайной величины ξ. Найти плотность распределения $f(x)$, математическое ожидание $M\xi$, дисперсию $D\xi$, вероятность попадания сл. вел. на отрезок $[a; b]$. Построить графики функций $F(x)$ и $f(x)$.</p> <div style="text-align: center;">  </div>																				
4	<p>Двумерные случайные векторы</p>	<p>1. Дискретный двумерный случайный вектор (ξ, η) задан таблицей</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>$\eta \backslash \xi$</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>P_j</td> </tr> <tr> <td>02</td> <td>1/12</td> <td>1/6</td> <td>1/3</td> <td>7/12</td> </tr> <tr> <td>03</td> <td>1/6</td> <td>1/6</td> <td>1/2</td> <td>5/6</td> </tr> <tr> <td>P_i</td> <td>1/4</td> <td>1/3</td> <td>5/12</td> <td>1</td> </tr> </table> <p>Требуется найти законы распределения компонент.</p> <p>2. Плотность распределения вероятностей случайного вектора (ξ, η) задана выражением</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Найти a. Определить функцию распределения случайного вектора (ξ, η). Найти вероятность того, что (ξ, η) примет значение в прямоугольнике D с вершинами $O(0,0)$,</p>	$\eta \backslash \xi$	1	2	3	P_j	02	1/12	1/6	1/3	7/12	03	1/6	1/6	1/2	5/6	P_i	1/4	1/3	5/12	1
$\eta \backslash \xi$	1	2	3	P_j																		
02	1/12	1/6	1/3	7/12																		
03	1/6	1/6	1/2	5/6																		
P_i	1/4	1/3	5/12	1																		

		$A(0,1)$, $B(\sqrt{3},1)$, $C(\sqrt{3},0)$. Определить плотности вероятностей случайных величин ξ и η в отдельности. Будут ли зависимы координаты случайного вектора?																																										
5	Предельные теоремы.	<p>1. Среди коконов некоторых партии 20% цветных. Какова вероятность того, что среди 100 случайно отобранных из партии коконов 15 цветных? Не более 30 и не менее 15 цветных?</p> <p>2. Учебник набран тиражом 100000 экземпляров. Вероятность того, что учебник сброшюрован неправильно, равна 0.0001. Найти вероятность того, что тираж содержит: 1) ровно 5 бракованных книг; 2) менее 3-х бракованных книг; 3) хотя бы одну бракованную книгу; 4) более 2-х бракованных книг.</p>																																										
6	Эмпирические характеристики случайных величин	<p>1. Найти эмпирическую функцию по данному распределению выборки:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>x_i</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>n_i</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>25</td> </tr> </table> <p>2. Построить полигон частот по данному распределению выборки:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>x_i</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>n_i</td> <td>20</td> <td>10</td> <td>14</td> <td>6</td> </tr> </table> <p>3. Построить гистограмму частот по данному распределению выборки объема $n = 100$:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Номер интервала i</th> <th>Частичный интервал (x_i, x_{i+1})</th> <th>Сумма частот вариант интервала n_i</th> <th>Плотность частоты $\frac{n_i}{h}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1-5</td> <td>10</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>5-9</td> <td>20</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>9-13</td> <td>50</td> <td>12.5</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>13-17</td> <td>12</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>17-21</td> <td>8</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	x_i	1	4	6	n_i	10	15	25	x_i	1	4	5	7	n_i	20	10	14	6	Номер интервала i	Частичный интервал (x_i, x_{i+1})	Сумма частот вариант интервала n_i	Плотность частоты $\frac{n_i}{h}$	1	1-5	10	2.5	2	5-9	20	5	3	9-13	50	12.5	4	13-17	12	3	5	17-21	8	2
x_i	1	4	6																																									
n_i	10	15	25																																									
x_i	1	4	5	7																																								
n_i	20	10	14	6																																								
Номер интервала i	Частичный интервал (x_i, x_{i+1})	Сумма частот вариант интервала n_i	Плотность частоты $\frac{n_i}{h}$																																									
1	1-5	10	2.5																																									
2	5-9	20	5																																									
3	9-13	50	12.5																																									
4	13-17	12	3																																									
5	17-21	8	2																																									
7	Точечная теория оценивания	<p>1. Из генеральной совокупности извлечена выборка объема $n = 50$:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>x_i</td> <td>2</td> <td>5</td> <td>7</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>n_i</td> <td>16</td> <td>12</td> <td>8</td> <td>14</td> </tr> </table> <p>Найти несмещенную оценку генеральной средней.</p>	x_i	2	5	7	10	n_i	16	12	8	14																																
x_i	2	5	7	10																																								
n_i	16	12	8	14																																								

		<p>2. Найти выборочную дисперсию по данному распределению выборки объема $n = 10$:</p> <table border="1"> <tr> <td>x_i</td> <td>186</td> <td>192</td> <td>194</td> </tr> <tr> <td>n_i</td> <td>2</td> <td>5</td> <td>3</td> </tr> </table>	x_i	186	192	194	n_i	2	5	3												
x_i	186	192	194																			
n_i	2	5	3																			
8	Интервальное оценивание	<p>1. Найти доверительный интервал для оценки с надежностью 0.95 неизвестного математического ожидания a нормально распределенного признака X генеральной совокупности, если генеральное среднее квадратическое отклонение $\sigma = 5$, выборочная средняя $\bar{x}_B = 14$ и объем выборки $n = 25$.</p> <p>2. Из генеральной совокупности извлечена выборка объема $n = 10$:</p> <table border="1"> <tr> <td>x_i</td> <td>-2</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>n_i</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> </table> <p>Оценить с надежностью 0.95 математическое ожидание a нормально распределенного признака генеральной совокупности по выборочной средней при помощи доверительного интервала.</p>	x_i	-2	1	2	3	4	5	n_i	2	1	2	2	2	1						
x_i	-2	1	2	3	4	5																
n_i	2	1	2	2	2	1																
9	Проверка статистических гипотез	<p>1. Используя критерий Пирсона при уровне значимости 0.005 проверить, согласуется ли гипотеза о нормальном распределении генеральной совокупности X с эмпирическим распределением выборки объема $n = 200$:</p> <table border="1"> <tr> <td>x_i</td> <td>5</td> <td>7</td> <td>9</td> <td>11</td> <td>13</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>19</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>n_i</td> <td>15</td> <td>26</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>26</td> <td>21</td> <td>24</td> <td>20</td> <td>13</td> </tr> </table>	x_i	5	7	9	11	13	15	17	19	21	n_i	15	26	25	30	26	21	24	20	13
x_i	5	7	9	11	13	15	17	19	21													
n_i	15	26	25	30	26	21	24	20	13													

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

Лекции, разбор конкретных ситуаций, обсуждение возможностей практического применения получаемых знаний и навыков, мозговой штурм, мастер-класс.

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, работа над проектами) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Эффективность применения интерактивных форм обучения обеспечивается реализацией следующих условий:

- создание диалогического пространства в организации учебного процесса;
- использование принципов социально – психологического обучения в учебной и внеучебной деятельности;
- мониторинг личностных особенностей и профессиональной направленности студентов;

- формирование психологической готовности преподавателей к использованию интерактивных форм обучения, направленных на развитие внутренней активности студентов.

Использование интерактивных форм и методов обучения направлено на достижение ряда важнейших образовательных целей:

- стимулирование мотивации и интереса в области анализа сложных систем и обработки данных и в общеобразовательном, общекультурном и профессиональном плане;

- повышение уровня активности и самостоятельности обучаемых;

- развитие навыков анализа, критичности мышления, взаимодействия, коммуникации;

- саморазвитие и развитие обучаемых благодаря активизации мыслительной деятельности и диалогическому взаимодействию с преподавателем и другими участниками образовательного процесса.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 30% аудиторных занятий.

В рамках учебного курса предусмотрены встречи с представителями научных организаций и представителями различных научных школ.

Особенности проведения занятий для граждан с ОВЗ и инвалидностью

При обучении лиц с ограниченными возможностями используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуализации обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения.

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации учебного процесса и контроля знаний:

- для *слабовидящих*:

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

- задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для *глухих и слабослышащих*:

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости студентам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для *лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих* все контрольные задания по желанию студентов могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации учебного процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все студенты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

В рамках учебного курса предусмотрены встречи с представителями научных организаций и представителями различных научных школ.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная работа студентов заключается в изучении указанной по теме литературы и решении заданных задач.

С целью контроля знаний предусмотрены контрольная и самостоятельная работы по разделам: 1, 2; 3, 4; 5, 6; 7; 9.

Промежуточная аттестация состоит в контроле посещаемости, оценивании активности работы на занятиях, оценивании контрольной и самостоятельной работ.

Контрольные вопросы

1. Предмет теории вероятностей. Случайные события, соотношения между случайными событиями.
2. Статистическое обоснование понятия вероятности.
3. Классическое определение вероятности.
4. Геометрическое определение вероятности.
5. Аксиоматическое определение вероятности.
6. Свойства вероятности.
7. Условная вероятность. Независимость случайных событий.
8. Формула полной вероятности. Формула Байеса.
9. Последовательность независимых испытаний, схема Бернулли.
10. Формула Бернулли. Теорема Бернулли.
11. Случайная величина, функция распределения случайной величины.
12. Дискретная случайная величина, закон распределения дискретной случайной величины, многоугольник распределения.
13. Непрерывная случайная величина, плотность распределения непрерывной случайной величины и ее свойства.
14. Математическое ожидание случайных величин.
15. Свойства математического ожидания.
16. Дисперсия случайных величин и ее свойства.
17. Начальный и центральный моменты случайных величин.
18. Примеры дискретных и непрерывных распределений. Математические ожидания и дисперсии этих распределений.
19. Дискретный двумерный случайный вектор. Закон распределения дискретного двумерного случайного вектора.
20. Непрерывный двумерный случайный вектор. Плотность распределения непрерывного двумерного случайного вектора и ее свойства.
21. Зависимость и независимость двух случайных величин.
22. Корреляционный момент и коэффициент корреляции, и их свойства.
23. Неравенства Чебышева.
24. Закон больших чисел в форме Чебышева.
25. Теорема Бернулли.
26. Центральная предельная теорема.
27. Интегральная теорема Муавра-Лапласа.
28. Предмет математической статистики.
29. Генеральное и выборочное распределение.
30. Простой случайный выбор.
31. Вариационный и статистический ряд.
32. Эмпирическая функция распределения.
33. Свойства эмпирической функции распределения.
34. Полигон частот.
35. Группированный статистический ряд. Гистограмма.
36. Выборочные числовые характеристики.
37. Свойства эмпирических характеристик.
38. Точечные оценки числовых характеристик и параметров распределения.
39. Состоятельность, несмещенность, эффективность оценок.
40. Неравенства Рао-Крамера.
41. Метод моментов.

42. Метод максимального правдоподобия.
43. Свойства оценок максимального правдоподобия.
44. Распределение χ^2 .
45. Распределение Стьюдента.
46. Распределение Фишера.
47. Понятие доверительного интервала. Общий метод построения доверительных интервалов.
48. Доверительный интервал для математического ожидания для нормального закона при известном σ .
49. Доверительный интервал для дисперсии для нормального закона при известном математическом ожидании.
50. Построение доверительного интервала для вероятности в биномиальном законе.
51. Понятие статистической гипотезы. Критерий значимости. Ошибки I-го и II-го рода.
52. Общая схема проверки статистических гипотез.
53. Односторонний и двусторонний критерий. Мощность критерия
54. Проверка гипотезы о законе распределения генеральной совокупности. Метод χ^2 .
55. Критерии Колмогорова, Смирнова, Стьюдента, знаков.

Задачи для контрольных работ

Контрольная работа № 1.

1. На сельскохозяйственные работы из трех бригад выделяют по одному человеку. Известно, что в первой бригаде 15 человек, во второй - 12, в третьей - 10. Определить число возможных групп по 3 человека, если известно, что на сельскохозяйственные работы может быть отправлен каждый рабочий.

2. Из пяти букв разрезанной азбуки составлено слово "песня". Ребенок, не умеющий читать, рассыпал буквы и затем собрал их в произвольном порядке. Найти вероятность того, что у него снова получилось слово "песня".

3. В телестудии три телевизионные камеры. Вероятности того, что в данный момент камера включена, равны соответственно 0.9, 0.8, 0.7. Найти вероятность того, что в данный момент включены а) две камеры; б) не более одной камеры; в) три камеры.

4. 20% приборов монтируется с применением микромодулей, остальные - с применением интегральных схем. Надежность прибора с применением микромодулей - 0.9, интегральных схем - 0.8. Найти: а) вероятность надежной работы наугад взятого прибора; б) вероятность того, что прибор - с микромодулем, если он был исправен.

5. Всхожесть семян некоторого сорта растения составляет 80%. Найти вероятность того, что из 6 посеянных семян взойдут: а) три; б) не менее трех; в) четыре.

6. Вероятность появления событий в каждом из независимых испытаний равна 0.25. Найти вероятность того, что событие наступит 50 раз в 243 испытаниях.

7. Автомобиль должен проехать по улице, на которой установлено четыре независимо работающих светофора. Каждый светофор с интервалом в 2 мин. Подает красный и зеленый сигналы; случайная величина ξ - число остановок автомобиля на этой улице.

Найти закон распределения указанной сл. вел. ξ и ее функцию распределения $F(x)$. Вычислить математическое ожидание $M\xi$, дисперсию $D\xi$ и среднее квадратическое отклонение σ . Построить график функции распределения $F(x)$.

8. Дана функция распределения $F(x)$ случайной величины ξ . Найти плотность распределения $f(x)$, математическое ожидание $M\xi$, дисперсию $D\xi$, вероятность попадания сл. вел. на отрезок $[a;b]$. Построить графики функций $F(x)$ и $f(x)$.

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 0 \\ \frac{1}{8}x^3 & \text{при } 0 \leq x \leq 2 \\ 1 & \text{при } x > 2 \end{cases} \quad a=0, b=1.$$

9. Валик, изготовленный автоматом, считается стандартным, если отклонение его диаметра от проектного размера не превышает 2 мм. Случайные отклонения диаметров валиков подчиняются нормальному закону со средним квадратическим отклонением 1.6 мм и математическим ожиданием, равным 0. Сколько стандартных валиков (в %) изготавливает автомат.

10. Для определения качества производимой заводом продукции отобрано наугад 2500 изделий. Среди них оказалось 50 с дефектом. Частота изготовления бракованных изделий принята за приближенное значение вероятности изготовления бракованного изделия. Определить, с какой вероятностью можно гарантировать, что допущенная при этом абсолютная погрешность не будет превышать 0.02.

Контрольная работа № 2.

1. Дана выборка объема $n = 100$:

17.1	21.4	15.9	22.4	20.7	17.9	18.6	21.8	19.1	16.1
19.1	20.5	14.2	16.9	17.8	18.1	19.1	15.8	18.8	17.2
16.2	17.3	22.5	19.9	21.1	15.1	17.7	19.8	14.9	20.5
17.5	19.2	18.5	15.7	14.0	18.6	21.2	16.8	19.3	17.8
18.8	14.3	17.1	19.5	16.3	20.3	17.9	23.0	17.2	15.2
15.6	17.4	21.3	22.1	20.1	14.5	19.3	18.4	16.7	18.2
16.4	18.7	14.3	18.2	19.1	15.3	21.5	17.2	22.6	20.4
22.8	17.5	20.2	15.5	21.6	18.1	20.5	14.0	18.9	16.5
20.8	16.6	18.3	21.7	17.4	23.0	21.1	19.8	15.4	18.1
18.9	14.7	19.5	20.9	15.8	20.2	21.8	18.2	21.2	20.1

- определить размах выборки, построить интервальный статистический ряд;
- построить полигон частот, гистограмму;
- найти выборочное среднее, выборочную дисперсию, выборочное среднее квадратическое отклонение;
- найти эмпирическую функцию распределения и построить график;

д) проверить с помощью критерия χ^2 гипотезу о соответствии выборочного распределения нормальному закону распределения при уровне значимости $\alpha = 0.05$;

е) найти интервальные оценки для математического ожидания μ и среднего квадратического отклонения σ генеральной совокупности с надежностью $\gamma = 0.95$.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
3	0	0	20	0	0	40	40	100
4	0	0	20	0	0	40	40	100

Программа оценивания учебной деятельности студента 3-ий семестр

Лекции

Оценивание лекций не предусмотрено.

Лабораторные занятия

Не предусмотрены

Практические занятия

Посещаемость, активность на практических занятиях – от 0 до 20 баллов.

Количество выполненных домашних заданий	Количество баллов
Активное участие на практических занятиях	20

Автоматизированное тестирование не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности

Контрольная работа №1 (от 0 до 40 баллов).

№ задачи	Количество баллов
1	2
2	2
3	2
4	2
5	3
6	3
7	8
8	8
9	5
10	5
Итого	40

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в форме теоретического зачета, на который выносятся билеты, содержащие два вопроса из программы. При ответе на один вопрос билета студент получает – 20 баллов. Общее количество баллов – 40.

Критерии оценки ответа на один вопрос билета:

- 1) Дан правильный ответ на вопрос, правильно описаны все термины и значки в записанных формулах, приведены примеры. – 20 баллов.
- 2) Дан правильный ответ на вопрос, но не все термины и значки в формулах правильно описаны, примеров нет – 10 баллов.
- 3) Ответ не дан – 0 баллов.

Таблица 2.1. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика» в оценку (зачет):

60 баллов и более	«зачтено»
меньше 60 баллов	«не зачтено»

4-ый семестр

Программа оценивания учебной деятельности студента

Лекции

Оценивание лекций не предусмотрено.

Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

Практические занятия

Посещаемость, активность на практических занятиях – от 0 до 20 баллов.

Количество выполненных домашних заданий	Количество баллов
Активное участие на практических занятиях	20

Автоматизированное тестирование не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности

Самостоятельная работа №1 (от 0 до 40 баллов).

№ задачи	Количество баллов
1	5
2	5
3	5
4	5
5	15
6	5
Итого	40

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, на который выносятся билеты, содержащие два вопроса из программы. При ответе на один вопрос билета студент получает – 20 баллов. Общее количество баллов – 40.

Критерии оценки ответа на один вопрос билета:

1. Дан правильный ответ на вопрос, правильно описаны все термины и значки в записанных формулах, приведены примеры. – 20 баллов.

2. Дан правильный ответ на вопрос, но не все термины и значки в формулах правильно описаны, примеров нет – 10 баллов.

3. Ответ не дан – 0 баллов.

при проведении промежуточной аттестации

ответ на «отлично» оценивается от 39 до 40 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 20 до 38 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 10 до 19 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 9 баллов.

Таблица 2.2. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика» в оценку (экзамен):

от 85 баллов до 100	«отлично»
от 75 до 84	«хорошо»
от 60 до 74	«удовлетворительно»
меньше 60 баллов	«неудовлетворительно»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) литература:

1. Гмурман, Владимир Ефимович. Теория вероятностей и математическая статистика [Текст] : учеб. пособие / В. Е. Гмурман. - 12-е изд., перераб. - Москва : Юрайт-Издат : Высш. образование, 2009. - 478, [2] с. : табл. - (Основы наук). - ISBN 978-5-9692-0391-4 (в пер.). Рекомендовано М-вом образования РФ в качестве учеб. пособия для студентов вузов.

2. Смирнов, Анатолий Константинович. Вероятностные методы анализа. Теория вероятностей [Текст] : учебное пособие / А. К. Смирнов. - Саратов : Издательский центр "Наука", 2013. - 93 с. : табл. - Библиогр.: с. 92 (11 назв.). - ISBN 978-5-9999-1718-8.

3. Боровков, Александр Алексеевич. Математическая статистика [Текст] : учебник / А. А. Боровков. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2010. - 703, [1] с. - (Учебники для вузов. Специальная литература) (Классическая учебная литература по математике) (Лучшие классические учебники). - Библиогр.: с. 692-697 (140 назв.). - Предм. указ.: с. 701-703. - ISBN 978-5-8114-1013-2 (в пер.).

4. Гмурман, Владимир Ефимович. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов / В. Е. Гмурман. - 9-е изд., стер. - Москва : Высш. шк., 2004. - 403, [13] с. : рис., табл. - ISBN 5-06-004212-X (в пер.).

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. А.К. Смирнов, Н.В. Сергеева, О.А. Мыльцина «Сборник задач по теории вероятностей и математической статистике» Учебное пособие для студентов очного отделения факультета нелинейных процессов, 2014 г. http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/865.pdf

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Преподавание данной дисциплины не требует специальной материально-технической базы. Возможно проведение занятий в компьютерном классе. Самостоятельная работа студентов также включает применение ИКТ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика» и профилю «Прикладная информатика в экономике», форма обучения – заочная.

Автор: старший преподаватель кафедры ТФиСА Сергеева Н.В.

Программа одобрена на заседании кафедры теории функций и стохастического анализа от 04 марта 2022 года, протокол № 7.