

**Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение
высшего образования
«ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРИ
ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»
(Финансовый университет)**

**Кафедра математики и анализа данных
Факультета информационных технологий и анализа больших данных**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и
методической работе
_____ Е.А. Каменева
«28» декабря 2024 г.

Зайчикова И.В.

Теория вероятностей и математическая статистика

Рабочая программа дисциплины

для студентов, обучающихся по направлению подготовки:
09.03.03 - Прикладная информатика,
ОП «Прикладные информационные системы в экономике и
финансах»

*Рекомендовано Ученым советом
Факультета информационных технологий и анализа больших данных
(протокол №50 от 17 декабря 2024 г.)*

*Одобрено Советом Кафедры математики и анализа данных
Факультета информационных технологий и анализа больших данных
(протокол №4 от 18 ноября 2024 г.)*

Москва 2024

СОДЕРЖАНИЕ

1. Наименование дисциплины	2
2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине	2
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы	3
4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся	3
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий.....	4
5.1. Содержание дисциплины	4
5.2. Учебно-тематический план.....	11
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	19
6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы	19
6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю.	20
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине	25
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	39
9. Перечень ресурсов информационно телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	40
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	41
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем.....	45
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	45

1. Наименование дисциплины

«Теория вероятностей и математическая статистика».

2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине

Дисциплина «Теория вероятностей и математическая статистика» обеспечивает формирование компетенций: ПКН-1 профиля «Прикладные информационные системы в экономике и финансах»

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции
ПКН-1	Способность применять общенаучные, общеинженерные знания, математические методы в сфере ИТ	1. Демонстрирует знания о современных естественнонаучных концепциях, общеинженерных подходах, методах математического анализа и моделирования.	Знать основы теории вероятностей и математической статистики, основы математического анализа и моделирования; современные естественнонаучные концепции и общеинженерные подходы. Уметь применять инструменты математического анализа и моделирования для исследования и разработки профессиональных задач, при моделировании прикладных и информационных процессов.
		2. Применяет знания для теоретического и экспериментального исследования в сфере разработки программного обеспечения.	Знать основные понятия теории вероятностей и математической статистики; методики расчетов, используемые при анализе данных; вероятностные и статистические методы, которые можно применять для разработки программного обеспечения. Уметь использовать основные понятия теории вероятностей и математической статистики; методики расчетов, вероятностные и статистические методы, которые можно применять для разработки программного обеспечения.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория вероятностей и математическая статистика» является дисциплиной Цикла математики и информатики Б.1.1.2 по направлению подготовки 09.03.03 - Прикладная информатика, ОП «Прикладные информационные системы в экономике и финансах», профиль «Прикладные информационные системы в экономике и финансах».

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся

очная форма обучения

Таблица 1.1.

Вид учебной работы по дисциплине	Всего (в з/е и часах)	Семестр 2 (в часах)	Семестр 3 (в часах)
Общая трудоёмкость дисциплины	9/324	144	180
Контактная работа - Аудиторные занятия	136	68	68
<i>Лекции</i>	32	16	16
<i>Семинары, практические занятия</i>	104	52	52
Самостоятельная работа	188	76	112
Вид текущего контроля		Контрольная работа	Контрольная работа
Вид промежуточной аттестации		Зачет	Экзамен

очно-заочная-форма обучения

Таблица 1.2

Вид учебной работы по дисциплине	Всего (в з/е и часах)	Семестр 2 (в часах)	Семестр 3 (в часах)
Общая трудоёмкость дисциплины	9/324	144	180
Контактная работа - Аудиторные занятия	68	34	34
<i>Лекции</i>	32	16	16
<i>Семинары, практические занятия</i>	36	18	18
Самостоятельная работа	256	110	146
Вид текущего контроля		Контрольная работа	Контрольная работа

Вид промежуточной аттестации	Зачет	Экзамен
------------------------------	-------	---------

заочная форма обучения (ИОО)

Таблица 1.3

Вид учебной работы по дисциплине	Всего (в з/е и часах)	Семестр 3 (в часах)	Семестр 4 (в часах)
Общая трудоёмкость дисциплины	9/324	144	180
<i>Контактная работа - Аудиторные занятия</i>	32	16	16
<i>Лекции</i>	8	4	4
<i>Семинары, практические занятия</i>	24	12	12
<i>Самостоятельная работа</i>	292	128	164
Вид текущего контроля		Контрольная работа	Контрольная работа
Вид промежуточной аттестации		Зачет	Экзамен

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий

5.1. Содержание дисциплины

Часть 1 – Теория вероятностей

Раздел 1 – Элементарная теория вероятностей

Тема 1. Основы комбинаторики. Случайные события. Различные подходы к определению вероятностей событий.

История возникновения и развития теории вероятностей. Комбинаторика с возвращением и без. Основные конфигурации комбинаторики: сочетания, размещения, перестановки. Биномиальные коэффициенты и их свойства. Правила сложения и умножения. Пространство элементарных исходов. Классификация событий. Операции над случайными событиями, связанные с опытом. Свойства операций над событиями. Сигма-алгебра событий.

Вероятностное пространство как модель случайного эксперимента. Конечное вероятностное пространство и классический способ подсчета вероятностей. Вычисление вероятностей с помощью формул комбинаторики. Геометрическое

определение вероятности. Статистическое определение вероятности. Аксиоматическое определение вероятности А.Н.Колмогорова.

Тема 2. Условные вероятности и независимость событий

Теорема сложения вероятностей событий.

Условные вероятности. Независимые и зависимые события. Теорема умножения вероятностей. Попарная независимость и независимость в совокупности.

Полная группа событий. Формула полной вероятности и формулы Байеса.

Схема повторных независимых испытаний (схема Бернулли). Формула Бернулли. Наиболее вероятное число успехов в схеме Бернулли. Приближенные формулы Лапласа и Пуассона.

Раздел 2 – Случайные величины и векторы

Тема 3. Случайные величины и функции распределения.

Случайная величина как функция на пространстве элементарных событий. Функция распределения случайной величины. Свойства функции распределения. Независимость случайных величин. Функции от одной или нескольких случайных величин. Арифметические операции над случайными величинами.

Тема 4. Дискретные случайные величины и специальные законы их распределения.

Дискретная случайная величина. Способы задания дискретной случайной величины: ряд распределения, функция распределения, полигон (многоугольник) распределения дискретной случайной величины. Числовые характеристики дискретной случайной величины: математическое ожидание, дисперсия и среднее квадратическое отклонение, ковариация и коэффициент корреляции. Свойства математического ожидания и дисперсии, ковариации и коэффициента корреляции. Вычисление основных числовых характеристик распределений методами библиотек *numpy* и *scipy* в Python.

Биномиальный закон распределения. Геометрический закон распределения. Закон распределения Пуассона. Простейший поток событий. Гипергеометрический

закон распределения. Полиномиальное распределение. Биномиальная модель ценообразования финансовых инструментов. Объекты *binom*, *poisson*, *geom* и *multinomial* библиотеки *scipy* в Python. Сравнение случайных величин: отношение предпочтения, ожидаемая полезность, оптимальность по Парето.

Тема 5. Абсолютно непрерывные случайные величины и специальные законы их распределения.

Абсолютно непрерывная случайная величина. Функция распределения и функция плотности распределения абсолютно непрерывной случайной величины. Свойства функции плотности распределения. Числовые характеристики абсолютно непрерывной случайной величины: математическое ожидание, дисперсия и среднее квадратическое отклонение.

Равномерный закон распределения. Показательный (экспоненциальный) закон распределения. Нормальный закон распределения. Правило трех сигм. Законы распределения, используемые в финансовой и экономической сфере: распределение Парето, логнормальное распределение, распределение Вейбулла. Законы распределения, важные в математической статистике: распределения Стьюдента, χ^2 , Фишера — Снедекора. Объекты *uniform*, *triang*, *expon*, *cauchy*, *norm*, *lognorm* библиотеки *scipy* в Python. Смеси распределений.

Начальные и центральные моменты случайной величины. Асимметрия и эксцесс случайной величины. Квантили и процентные точки случайной величины. Медиана и мода случайной величины.

Тема 6. Случайные векторы

Случайные векторы и условные законы распределения. Зависимые и независимые случайные векторы. Функция распределения случайного вектора и ее свойства. Одинаково распределенные случайные векторы. Условный ряд распределения (для дискретных случайных величин), условная плотность распределения (для непрерывных случайных величин). Условное математическое ожидание и его свойства. Формула полного математического ожидания. Условная дисперсия. Формула полной дисперсии. Условная ковариация случайных величин

X и Y относительно случайной величины Z . Формула полной ковариации. Реализация моделей случайных векторов в Python.

Раздел 3. Предельные теоремы

Тема 7. Виды сходимости и предельные теоремы

Массовые случайные явления в экономике. Неравенства Маркова и Чебышёва. Сходимость по вероятности. Законы больших чисел Чебышева и Бернулли. Усиленный ЗБЧ Колмогорова. Реализация модели закона больших чисел в Python.

Центральная предельная теорема для независимых одинаково распределенных слагаемых. Теорема Леви. Интегральная теорема Муавра — Лапласа. Метод Монте-Карло. Место центральной предельной теоремы в изучении статистических закономерностей в экономике, финансах и управлении. Реализация модели ЦПТ в Python.

Метод Монте-Карло.

Определение и способы задания цепей Маркова. Вероятности и матрица переходов. Многошаговые вероятности переходов и теорема о матрице многошаговых переходов. Предельные вероятности*. Теорема Маркова о предельных вероятностях *. Использование класса *matrix* библиотеки *numpy* для моделирования цепей Маркова в Python.

Часть 2 – Математическая статистика

Раздел 1 – Оценки параметров распределений

Тема 8. Выборочный метод

Основные задачи математической статистики. Выборка, эмпирическое распределение и эмпирическая функция распределения, выборочные характеристики, вариационный ряд. Гистограмма. Сходимость выборочных характеристик к теоретическим. Моделирование выборок и сравнение выборочных характеристик с теоретическими.

Использование электронных таблиц и библиотек *numpy*, *scipy.stats*,

matplotlib, *statsmodels* для моделирования выборок, вычисления выборочных и теоретических характеристик и построения эмпирической функции распределения и гистограммы.

Предварительная обработка данных. Выбросы, пропущенные значения и их обработка с помощью электронных таблиц и средствами Python. Синтетические признаки. Коробчатые диаграммы.

Тема 9. Точечные оценки параметров распределения

Понятие точечной оценки параметра генеральной совокупности. Свойства точечных оценок: состоятельность, несмещенность, эффективность. Выборочное среднее как состоятельная, несмещенная и эффективная оценка математического ожидания генеральной случайной величины. Смещенность выборочной дисперсии как оценки дисперсии генеральной случайной величины. Исправленная выборочная дисперсия как несмещенная и состоятельная оценка дисперсии генеральной случайной величины. Методы построения точечных оценок: метод моментов, метод максимального правдоподобия. Построение оценок параметров распределений случайных величин. Реализация нахождения точечных оценок в пакете Microsoft Excel и Python.

Тема 10. Интервальные оценки параметров нормального распределения

Понятие интервальной оценки параметра генеральной совокупности. Интервальные оценки параметров распределения, доверительная вероятность и точность оценки. Доверительный интервал для математического ожидания при известной дисперсии. Доверительные интервалы для математического ожидания и вероятности события в случае выборки большого объема. Доверительный интервал для математического ожидания при неизвестной дисперсии. Доверительный интервал (симметричный по вероятности) для дисперсии при известном математическом ожидании. Доверительный интервал (симметричный по вероятности) для дисперсии при неизвестном математическом ожидании. Интервал предсказания. Поправка на конечный объем генеральной совокупности. Асимптотический подход к интервальному оцениванию. Реализация построения

интервальных оценок в пакете Microsoft Excel и Python.

Раздел 2. Проверка статистических гипотез

Тема 11. Статистические гипотезы. Проверка параметрических гипотез

Понятие статистической гипотезы. Виды статистических гипотез: параметрические и непараметрические, простые и сложные. Критерий проверки гипотезы, критическое множество. Проверка гипотез с помощью интервальных оценок. Ошибки первого и второго родов. Мощность критерия. Наиболее мощный критерий. Достижимый уровень значимости (P-Value)

Проверка гипотезы о равенстве математического ожидания теоретическому значению. Проверка гипотезы о равенстве двух математических ожиданий. Проверка гипотезы о равенстве дисперсии теоретическому значению. Проверка гипотезы о равенстве двух дисперсий. Проверка гипотезы о равенстве вероятности события теоретическому значению. Проверка гипотезы о равенстве двух вероятностей. Проверка гипотез о значимости коэффициента корреляции Пирсона. Использование электронных таблиц и библиотеки *scipy.stats* для проверки гипотез.

Тема 12. Критерии согласия

Критерии однородности χ^2 и Смирнова. Критерий согласия χ^2 Пирсона. Критерий χ^2 Пирсона при неизвестных параметрах распределения. Критерий Колмогорова-Смирнова. Критерии проверки нормальности распределения данных (Лиллиефорса, Шапиро-Уилка и другие) Реализация критериев в пакете Microsoft Excel. Использование электронных таблиц и библиотеки *scipy.stats* для проверки гипотез согласия.

Раздел 3. Статистический анализ зависимостей

Тема 13. Дисперсионный анализ Фишера (ANOVA)

Понятие о дисперсионном анализе. Задача дисперсионного анализа и классификация его моделей. Однофакторная детерминированная модель дисперсионного анализа: проверяемые гипотезы, выборочное дисперсионное тождество, дисперсионная таблица и проверка гипотез, выборочные коэффициенты детерминации, оценка параметров модели и проверка гипотез.

Однофакторная случайная модель дисперсионного анализа: проверяемые гипотезы, выборочное дисперсионное тождество, дисперсионная таблица и проверка гипотез, выборочные коэффициенты детерминации, оценка параметров модели и проверка гипотез. Использование электронных таблиц и библиотек *scipy.stats* и *statsmodels* для проведения дисперсионного анализа.

Тема 14. Непараметрические критерии

Разделение изученных методов на параметрические и непараметрические. Проверка гипотез на малых выборках. Критерий знаков. Распределение Вилкоксона и его критические границы. Критерий Вилкоксона — Манна — Уитни (непараметрический критерий сравнения математических ожиданий для независимых выборок). Примеры применения непараметрических критериев в экономике. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Коэффициент ранговой корреляции Кендалла. Коэффициент конкордации. Проверка гипотез о значимости ранговых коэффициентов корреляции. Примеры использования ранговой корреляции в экономике.

Тема 15. Модель линейной регрессии

Постановка задачи регрессионного анализа. Выбор формы регрессионной модели. Парная линейная регрессия. Множественная линейная регрессия. Понятие мультиколлинеарности. Оценка параметров регрессионной модели с помощью метода наименьших квадратов. Теорема Гаусса-Маркова. Оценка значимости регрессионной модели. Понятие о гетероскедастичности и автокорреляции. Точечный и интервальный прогноз по модели регрессии. Примеры реализации задач на построение регрессионных моделей в MS Excel и Python.

5.2. Учебно-тематический план

очная форма обучения

Таблица 2.1

№ п/ п	Наименование тем (разделов) дисциплины	Трудоёмкость в часах					Формы текущего контроля успеваемости
		Всего	Контактная работа - Аудиторная работа*			Самостоя тельная работа	
			Общая, в т.ч.:	Лекции	Семинары, практическ ие занятия		
Теория вероятностей							
1.	Элементарная теория вероятностей	52	22	6	16	30	Выступления у доски и за компьютером преподавателя, выполнение домашних и аудиторных самостоятельны х работ, обсуждение результатов
2.	Случайные величины и векторы	66	38	8	30	28	Выступления у доски и за компьютером преподавателя, выполнение домашних и аудиторных самостоятельны х работ, обсуждение результатов
3.	Предельные теоремы	26	8	2	6	18	Выступления у доски и за компьютером преподавателя, выполнение домашних и аудиторных самостоятельны х работ, обсуждение результатов
Математическая статистика							
1.	Оценки параметров распреде	72	28	6	22	44	Выступления у доски и за компьютером преподавателя,

	ний						выполнение домашних и аудиторных самостоятельных работ, обсуждение результатов
2.	Проверка статистических гипотез	58	20	4	16	38	Выступления у доски и за компьютером преподавателя, выполнение домашних и аудиторных самостоятельных работ, обсуждение результатов
3.	Статистический анализ зависимостей	50	20	6	14	30	Выступления у доски и за компьютером преподавателя, выполнение домашних и аудиторных самостоятельных работ, обсуждение результатов
	В целом по дисциплине	324	136	32	104	188	Согласно учебному плану: контрольные работы
	Итого в %		42	24	76	58	

очно-заочная-форма обучения

Таблица 2.2.

№ п/ п	Наименование тем (разделов) дисциплины	Трудоёмкость в часах					Формы текущего контроля успеваемости
		Всего	Контактная работа - Аудиторная работа*			Самостоя тельная работа	
			Общая, в т.ч.:	Лекции	Семинары, практическ ие занятия		
Теория вероятностей							

1.	Элементарная теория вероятностей	59	14	6	8	45	Решение задач на практических занятиях. Выполнение домашних и аудиторных самостоятельных работ. Собеседования по материалу.
2.	Случайные величины и векторы	56	16	8	8	40	Решение задач на практических занятиях. Выполнение домашних и аудиторных самостоятельных работ. Собеседования по материалу.
3.	Предельные теоремы	29	4	2	2	25	Решение задач на практических занятиях. Выполнение домашних и аудиторных самостоятельных работ. Собеседования по материалу.
Математическая статистика							
1.	Оценки параметров	62	12	6	6	50	Решение задач на практических занятиях. Выполнение домашних и аудиторных самостоятельных работ. Собеседования по материалу.
2.	Проверка статистических гипотез	60	10	4	6	50	Решение задач на практических занятиях. Выполнение домашних и аудиторных самостоятельных работ. Собеседования по материалу.

3.	Статистический анализ зависимостей	58	12	6	6	46	Решение задач на практических занятиях. Выполнение домашних и аудиторных самостоятельных работ. Собеседования по материалу.
	В целом по дисциплине	324	68	32	36	256	Согласно учебному плану: контрольные работы
	Итого в %		21	47	53	79	

заочная форма обучения

№ п/ п	Наименование тем (разделов) дисциплины	Трудоёмкость в часах					Формы текущего контроля успеваемости
		Всего	Контактная работа - Аудиторная работа*			Самостоя тельная работа	
			Общая, в т.ч.:	Лекции	Семинары, практическ ие занятия		
Теория вероятностей							
1.	Элементарная теория вероятностей	55	5	1	4	50	Решение задач на практических занятиях. Выполнение домашних и аудиторных самостоятельны х работ. Собеседования по материалу.
2.	Случайные величины и векторы	58	8	2	6	50	Решение задач на практических занятиях. Выполнение домашних и аудиторных самостоятельны х работ. Собеседования по материалу.

3.	Предельные теоремы	31	3	1	2	28	Решение задач на практических занятиях. Выполнение домашних и аудиторных самостоятельных работ. Собеседования по материалу.
Математическая статистика							
1.	Оценки параметров	61	6	2	4	55	Решение задач на практических занятиях. Выполнение домашних и аудиторных самостоятельных работ. Собеседования по материалу.
2.	Проверка статистических гипотез	60	5	1	4	55	Решение задач на практических занятиях. Выполнение домашних и аудиторных самостоятельных работ. Собеседования по материалу.
3.	Статистический анализ зависимостей	59	5	1	4	54	Решение задач на практических занятиях. Выполнение домашних и аудиторных самостоятельных работ. Собеседования по материалу.
	В целом по дисциплине	324	32	8	24	292	Согласно учебному плану: контрольные работы
	Итого в %		10	25	75	90	

*объем контактной работы в очно-заочной/заочной формах обучения и индивидуальных учебных планах определяется соответствующими учебными планами. Темы, реализуемые в виде контактной работы, определяются преподавателем самостоятельно, исходя из уровня их сложности.

5.3. Содержание семинаров, практических занятий

Таблица 3

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов для обсуждения на семинарских, практических занятиях, рекомендуемые источники из разделов 8,9 (указывается раздел и порядковый номер источника)	Формы проведения занятий
Теория вероятностей		
Элементарная теория вероятностей	Основы комбинаторики. Функции подсчета количества комбинаций в табличных процессорах и Python. Классическая вероятностная схема. Схема геометрических вероятностей. Моделирование статистической вероятности. Вероятность суммы. Условные вероятности. Вероятность произведения. Полная вероятность. Формула Байеса. Последовательности испытаний. Схема Бернулли <i>Рекомендуемые источники: (8.1, 8.2, 9.1, 9.3, 9.14)</i>	Обсуждение теоретического материала занятия, Решение задач в аудитории, ответы «у доски», проверка самостоятельной работы
Случайные величины и векторы	Дискретные случайные величины и их важнейшие числовые характеристики. Дискретные случайные величины, встречающиеся в экономической практике и финансах. Абсолютно непрерывные случайные величины и их важнейшие числовые характеристики. Абсолютно непрерывные величины, встречающиеся в экономической практике и финансах. Равномерный, показательный, нормальный законы распределения. Моменты случайных величин. Квантили и 100 α -процентные точки. Условный ряд распределения. Формулы полного математического ожидания и полной дисперсии. Формулы корреляции и ковариации. <i>Рекомендуемые источники: (8.1, 8.2, 9.1, 9.3, 9.14)</i>	Обсуждение теоретического материала занятия, Решение задач в аудитории, ответы «у доски», проверка самостоятельной работы

Предельные теоремы	Виды сходимости. Неравенства Маркова и Чебышёва. Сходимость случайных последовательностей по вероятности, почти, наверное, в среднем и среднем квадратичном, по распределению. Законы больших чисел Чебышева и Бернулли. Усиленный ЗБЧ Колмогорова. Центральная предельная теорема для независимых одинаково распределенных слагаемых. Роль нормального закона в приложениях теории вероятностей. Теорема Муавра-Лапласа и Теорема Пуассона для схемы Бернулли. <i>Рекомендуемые источники: (8.1, 8.2, 8.4, 9.1, 9.3, 9.14)</i>	Обсуждение теоретического материала занятия, Решение задач в аудитории, ответы «у доски», проверка самостоятельной работы
Математическая статистика		
Оценки параметров	Моделирование выборок и сравнение выборочных характеристик с теоретическими. Использование электронных таблиц и библиотек <i>numpy</i>, <i>scipy.stats</i>, <i>matplotlib</i>, <i>statsmodels</i> для моделирования выборок, вычисления выборочных и теоретических характеристик, построения эмпирической функции распределения и гистограммы. Методы построения точечных оценок. Метод моментов. Метод максимального правдоподобия. Построение одно- и двухсторонних доверительных интервалов для параметров нормального распределения и распределения Бернулли. <i>Рекомендуемые источники: (8.1, 8.3, 9.1, 9.3, 9.15)</i>	Коллективное обсуждение вопросов по теме практического занятия, выступления у доски, решение практических заданий за компьютером преподавателя, работа за персональным и компьютерами Выполнение аудиторных самостоятельных работ на campus.fa.ru

Проверка статистических гипотез	Формулировка статистически гипотез. Критерии проверки статистических гипотез. Параметрические гипотезы. Одно-и двухвыборочные тесты. Проверка гипотезы о значимости выборочного коэффициента корреляции Пирсона. Использование электронных таблиц и библиотеки <i>scipy.stats</i> для проверки гипотез. Критерий согласия хи-квадрат Пирсона. Критерий Колмогорова-Смирнова. Критерии проверки нормальности распределения данных (Лиллиефорса, Шапиро-Уилка и другие) Использование электронных таблиц и библиотеки <i>scipy.stats</i> для проверки гипотез согласия. <i>Рекомендуемые источники: (8.1. 8.3, 9.1, 9.3, 9.15)</i>	Коллективное обсуждение вопросов по теме практического занятия, выступления у доски, решение практических заданий за компьютером преподавателя, работа за персональным и компьютерами Выполнение аудиторных самостоятельных работ на campus.fa.ru
Статистический анализ зависимостей	Модель однофакторного дисперсионного анализа. Процедура проведения дисперсионного анализа, требования к проведению, анализ парных сравнений. Непараметрическая точечная оценка математического ожидания. Непараметрическая интервальная оценка математического ожидания. Критерий Вилкоксона (парный критерий знаковых рангов). Критерий Вилкоксона — Манна — Уитни (непараметрический критерий сравнения математических ожиданий для независимых выборок). Коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Проверка гипотез о значимости ранговых коэффициентов корреляции. Оценка параметров уравнения линейной регрессии в MS Excel и Python. Оценка качества регрессионной модели. Проверка предпосылок метода наименьших квадратов. Множественная регрессия. Интерпретация полученных результатов. Прогнозирование с помощью регрессионной модели. <i>Рекомендуемые источники: (8.1. 8.3, 9.1, 9.3, 9.15)</i>	Коллективное обсуждение вопросов по теме практического занятия, выступления у доски, решение практических заданий за компьютером преподавателя, работа за персональными компьютерами Выполнение аудиторных самостоятельных работ на campus.fa.ru

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы

Таблица 4

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение	Формы внеаудиторной самостоятельной работы
Теория вероятностей		
Элементарная теория вероятности	Модель схемы Бернулли с бесконечным числом испытаний	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников, подготовка и выполнение контрольной работы
Случайные величины и векторы	Условные распределения. Полное матожидание и полная дисперсия. Смеси распределений.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников, подготовка и выполнение контрольной работы
Предельные теоремы	Метод Монте-Карло. Цепи Маркова	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников, подготовка и выполнение контрольной работы
Математическая статистика		
Оценки параметров	Метод максимального правдоподобия Решение практических задач оценки параметров генеральной совокупности. Подготовка данных для анализа с использованием библиотек numpy, pandas. Построение ящика с усами с использованием электронных таблиц и библиотек scipy.stats и seaborn	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников, подготовка и выполнение контрольной работы

Проверка статистических гипотез	Критерии согласия	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников, подготовка и выполнение контрольной работы
Статистический анализ зависимостей	Коэффициент ранговой корреляции Кендалла. Коэффициент конкордации Оценка параметров линейной регрессии, вычисление коэффициента детерминации, проверка гипотез о параметрах регрессии	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников, подготовка и выполнение контрольной работы

6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Примерный вариант контрольной работы (2-ой семестр)

1. Из 15 предприятий города банк кредитовал 8 предприятий. Четыре предприятия объявили о своем банкротстве. Какова вероятность того, что все они брали кредиты в этом банке?
2. В круг радиуса 10 см вписан квадрат. В этот квадрат вписан ещё один круг. Какова вероятность того, что брошенная наугад в большой круг точка попадет и в малый?
3. События A , B и C независимы; $P(A)=0.1$, $P(B)=0.4$ и $P(C)=0.2$. Найдите вероятность P события $A \cup B$ при условии, что наступило событие $B \cup C$.
4. Компания по страхованию автомобилей разделяет водителей на три класса (группы): класс A (мало рискует, спокойный), класс B (рискует средне, переменчивый), класс C (рискует сильно, дерзкий). На основе опыта компания предполагает, что из всех водителей, застрахованных у нее, 30 % относятся к классу A , 50 % — к классу B и 20 % — к классу C . Вероятность того, что в течение года водитель класса A попадет хотя бы в одну автомобильную аварию, равна 0,01, для водителя класса B эта вероятность равна 0,03, а для водителя класса C — 0,10. Петр

Иванович страхует свою машину у этой компании. а)Какова вероятность того, что в течение года он попал в автомобильную катастрофу. б)Какова вероятность того, что он является водителем класса В?

5. Игральную кость бросают 10 раз. Какова вероятность того, что при этом выпадет более трех шестерок?

Примерный вариант контрольной работы (3-й семестр)

1. Независимые наблюдения нормально распределенной случайной величины X , описывающей приращение стоимости типового контракта страховой фирмы, представлены в виде выборки: {-187.0299; -161.2845; -161.4014; -159.9954; -208.9422; -162.721; -198.8802; NA; -168.5145; NA; NA; -152.9152; -168.6714; -146.8971; -174.7966; -164.0284; -180.9125; -201.5801; -142.1199; -190.1672; -140.9456; -182.8243; -193.4697; -195.3735; -161.1935; -176.9586; -196.215; -160.339; -170.8689; -156.9761; -159.3123; NA; -119.4211; -184.8353; -140.9463; -157.8449; -182.2917; -161.4346; -150.1962; -158.5312; -134.9976; -137.4868; -160.6779; NA; -152.271; -134.5088; -163.6468; -163.4555; -117.6719; -192.6201; NA; -213.6247; NA; -203.1659; -128.669; -194.1463; -128.7672; NA; NA; -168.3899; -209.5327; -160.9631; -109.5902; -129.1931; -155.6094; -190.8758; -157.9534; -142.6177; -198.8081; -190.4545; NA; -165.3611; -205.846; -117.6373; -182.9478; -155.803; -125.0813; -186.3189; -145.8259; -198.2107; NA; -148.0353; -167.9091; -161.1786; -272.65055; -160.0423; -205.5062; -123.8976; -123.0403; -117.7142; -161.2491; -176.1919; -171.8998; NA; -145.4739; -159.0241; -149.1932; -159.2217; -143.0454; -189.9967; -170.5179; -126.8991; -139.0724; NA; -180.4481; NA; -156.8562; NA; NA; -131.8547; -149.0687; -184.7403; -169.2381; NA; -217.5654; -196.9778; -164.6326; -150.4871; -191.3586; -136.944; -170.6811; NA; -198.5395; -186.2195; -172.0036; -166.8591; -214.8433; NA; -199.0094; -204.5341; -122.7491; -151.8201; -211.5142; NA; -110.7922; -226.6656; -156.2927; -162.7957; -28.9602; -204.6344; -164.9144; -155.86; -154.4896; -143.1573; -155.1405; -150.1157; -124.9636; -119.9346; -162.4888; -146.3194; -132.7998; -130.2202; -165.2622; -154.2073; -184.473; -97.2455;

-130.4751; -162.8968; -175.1367; -163.6068; -134.4916; -204.5695; -160.6586; -150.6161; -154.5993; -165.1207; -158.934; -136.1092; -165.8338; -156.5455; -180.6216; -177.2416; -189.1139; -119.6079; -96.811; -128.132; -182.9265; -189.62; -131.7109; NA; -173.3794; -149.1805; NA; -160.9563; -201.6392; -148.2273; -139.6495; -131.4056; -151.4934; -160.946; NA; -168.4562; NA; -211.0339; -161.474; -155.8721; -208.3678; -128.1367; -141.4449; -167.7583; -162.6248; -159.4972; -177.3435; -215.5876; -82.9095; -164.8381; NA; -209.7842; -128.0622; -182.9313; -169.6137; -151.1654; -124.0265; -146.1231; -170.0849; -200.4128; NA; -162.7994; -189.5325; -148.3281; -170.0783; -160.6835; NA; -142.0028; -151.8737; -220.0781; -154.1261; -120.9559; -163.9736; -121.1124; -187.5747; NA; -154.8031; -171.6608; -125.6202; -116.2871; -156.6942; -159.2231; -188.0871; -158.4186; -210.4016; -210.8097; -169.3286; -144.145; -114.4392; NA; -173.0349; -148.4984; -211.6396; -180.4351; -203.4282; -177.4685; -155.1818; -184.7275; -147.5524; NA; -170.1728; -106.7989; -180.3128; -180.6107; -162.3676; -194.33; -235.8898; -127.2701; -141.4456; -160.3559; -173.0569; NA; -138.7747; -148.0619; -159.9959; -180.2741; NA; -169.8106; -199.339; -119.4152; -144.5187; -133.8678; -148.9419; -148.3229; -117.8754; -168.9172; -191.3987; -197.2272; -170.7852; -169.2624; -162.8733; -128.4049; -.1164; -194.7938; -195.6451; -172.7966; NA; -208.6763; -190.0686; -187.8417; -170.681; -136.27; -233.6955; -135.8197}.

Скопируйте и преобразуйте данные выборки в столбец "А" на лист "Лист1" Excel- файла и, используя Excel или Python, вычислите требуемые ниже величины.

1. Введите объем исходной выборки
 2. Очистите исходную выборку от пропусков, обозначенных как "NA", преобразуйте её в вариационный ряд и работайте далее с полученным рядом.
- Введите объем очищенной от пропусков выборки

3. Введите значение ошибки выборки
4. Введите минимальное значение в вариационном ряду
5. Введите максимальное значение в вариационном ряду
6. Введите первую квартиль

7. Введите медиану
8. Введите третью квартиль
9. Введите среднее значение
10. Введите исправленную дисперсию
11. Введите стандартное отклонение
12. Введите размах выборки
13. Введите эксцесс
14. Введите коэффициент асимметрии
15. Введите левую границу 0.9-доверительного интервала для $E(X)$
16. Введите правую границу 0.9-доверительного интервала для $E(X)$
17. Введите левую границу 0.9-доверительного интервала для $Var(X)$
18. Введите правую границу 0.9-доверительного интервала для $Var(X)$
19. Введите нижнюю границу нормы
20. Введите верхнюю границу нормы

21. Постройте на листе "Лист1" гистограмму и диаграмму "ящик с усами" для исходной выборки, очищенной от "NA" и выбросов. Если построения произведены в Python, то скопируйте полученные диаграммы из Python на "Лист1".

2. По результатам социологического исследования ответы респондентов на определенный вопрос анкеты представлены в виде выборки: {NA; Econometrics; NA; Accountancy; Modern_languages; Modern_languages; History; Accountancy; Modern_languages; Econometrics; Modern_languages; History; Data_Analisys; History; Modern_languages; Modern_languages; NA; Modern_languages; Econometrics; PE; PE; History; NA; Modern_languages; Econometrics; Modern_languages; History; Modern_languages; Accountancy; Accountancy; NA; Econometrics; NA; Econometrics; Data_Analisys; Philosophy; History; PE; Pshychology; NA; Modern_languages; Data_Analisys; Data_Analisys; Accountancy; PE; NA; Accountancy; History; Modern_languages; Econometrics; Modern_languages; NA; History; Philosophy; Pshychology; PE; Econometrics; Econometrics; Accountancy; Data_Analisys;

Philosophy; Econometrics; PE; NA; Pshychology; Data_Analisys; Data_Analisys; Philosophy; NA; Philosophy; Philosophy; Philosophy; NA; NA; Pshychology; Accountancy; Econometrics; Econometrics; Econometrics; NA; History; Accountancy; Accountancy; Philosophy; NA; History; PE; Philosophy; Modern_languages; Modern_languages; Econometrics; PE; NA; NA; NA; Modern_languages; Philosophy; NA; Accountancy; Accountancy; Modern_languages; History; Econometrics; Econometrics; Data_Analisys}.

Очистите выборку от пропусков, обозначенных как "NA", и ответьте на следующие ниже вопросы.

1. Введите объем исходной выборки
2. Введите количество пропущенных данных "NA" в исходной выборке
3. Введите объем очищенной от "NA" выборки
4. Введите количество различных вариантов ответов респондентов, встречающиеся в очищенной выборке
5. Введите количество респондентов, которые дали ответ "Modern_languages"
6. Введите долю респондентов, которые дали ответ "Modern_languages"
7. Введите левую границу 0.980.98-доверительного интервала для истинной доли ответов «Modern_languages"
8. Введите правую границу 0,98-доверительного интервала для истинной доли ответов «Modern_languages"
9. Постройте гистограмму с группировкой по очищенным данным.

Критерии балльной оценки различных форм текущего контроля успеваемости содержатся в соответствующих методических рекомендациях Кафедры математики и анализа данных Факультета информационных технологий и анализа больших данных.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине

Перечень компетенций с указанием индикаторов их достижения в процессе освоения образовательной программы содержится в разделе 2. *«Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине».*

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки индикаторов достижения компетенций, знаний и умений

Таблица 5

Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
ПКН-1 Способность применять общенаучные, общетехнические знания, математические методы в сфере ИТ	1. Демонстрирует знания о современных естественнонаучных концепциях, общетехнических подходах, методах математического анализа и моделирования	Знать основы теории вероятностей и математической статистики, основы математического анализа и моделирования; современные естественнонаучные концепции и общетехнические подходы. Уметь применять инструменты математического анализа и моделирования для исследования и разработки профессиональных задач, при моделировании прикладных и информационных процессов.	1. Даны три вектора с характеристиками торгов финансового актива. В первом векторе - номера дат, во втором – соответствующие этим датам цены и в третьем - соответствующие этим датам объёмы. 1) Расположите эти векторы в трёх столбцах на листе табличного процессора, начиная с ячеек B2, C2, D2 и озаглавьте столбцы словами «Дата», «Цена», «Объём». 2) Удалите строки, соответствующие датам, когда не было торгов. Признаком отсутствия торгов являются нулевые значения объёма. 3) Для оставшейся части временного ряда удалите строки, в которых присутствуют значения NA и/или нулевые значения цен. 4) Отсортируйте полученный

		временной ряд в порядке возрастания номеров дат. 5) Введите в столбец А номера по порядку (в ячейке А2 - 1, А3 - 2 и т.д.) 6) Введите в форму длину временного ряда N 7) Введите в форму номер даты, цену и объём, соответствующие строке нового ряда. 8) Вычислите среднее значение цены 9) Вычислите среднее значение объёма 10) Вычислите стандартное отклонение цены 11) Вычислите стандартное отклонение объёма 12) Вычислите стандартную ошибку выборки для цены 13). Вычислите минимальное и максимальное значения цен и объёма 14) Вычислите значение коэффициента эксцесса цены 2. На основании ряда совместных наблюдений цен акций трех компаний определите, какие из инвестиционных операций по покупке акций указанных компаний будут оптимальными по Парето. Указание: меры прибыльности и риска оценить по значениям логдоходностей акций соответствующих компаний. 3. Для трех групп финансовых показателей 1) X_{11}, X_{12}, X_{13}; 2) X_{21}, X_{22}, X_{23}; 3) X_{31}, X_{32}, X_{33} найдены их значения: 1) 5, 6, 7; 2) 7, 8, 9; 3) 9, 10, 11. По данным значениям вычислите межгрупповую и среднюю групповую дисперсии. Предполагается, что: 1) все показатели независимы и нормальны с одинаковой неизвестной
--	--	---

			дисперсией $\text{Var}(X_{ij}) = \sigma^2$; 2) в каждой группе $E(X_{ij}) = \mu_i, i = 1, 2, 3$. Проверьте при уровне значимости $\alpha = 0,05$ гипотезу о совпадении ожидаемых значений показателей, $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$.
	2. Применяет знания для теоретического и экспериментального исследования в сфере разработки программного обеспечения.	Знать основные понятия теории вероятностей и математической статистики; методики расчетов, используемые при анализе данных; вероятностные и статистические методы, которые можно применять для разработки программного обеспечения. Уметь использовать основные понятия теории вероятностей и математической статистики; методики расчетов, вероятностные и статистические методы, которые можно применять для разработки программного обеспечения.	1. Опишите линейную модель дисперсионного анализа. Какого рода гипотезы формулируются и проверяются в этой модели? 2. Инвестор наблюдает за колебаниями котировок акций компаний <i>A</i> и <i>B</i> в течение 100 торговых дней (по закрытию торгов). В результате наблюдений получена следующая статистика: количество дней, когда обе котировки падали – 30; обе котировки росли – 27; котировки <i>A</i> падали, а котировки <i>B</i> при этом росли – 23; наоборот, котировки <i>A</i> росли, а котировки <i>B</i> падали – 20. При 1%-м уровне значимости проверьте гипотезу о равновероятности указанных четырех комбинаций падения и роста. 3. По выборочным данным реализовать проверку гипотезы об однородности нескольких выборок по критериям Пирсона и Колмогорова –Смирнова с использованием инструментария Microsoft Excel, Python.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков

Приказ от 01.10.2024 №2187/о «Об утверждении Положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов,

обучающихся по образовательным программам высшего образования в Финансовом университете

Примерные вопросы для подготовки к зачету

1. Основные понятия комбинаторики
2. Свойства биномиальных коэффициентов.
3. Классический способ подсчета вероятностей.
4. Геометрические вероятности.
5. Конечное вероятностное пространство.
6. Условные вероятности.
7. Формула умножения.
8. Формула полной вероятности и формула Байеса.
9. Независимые события. Попарная независимость и независимость в совокупности.
10. Схема повторных независимых испытаний (схема Бернулли).
Формула Бернулли.
11. Алгебры и сигма-алгебры событий, измеримое пространство.
12. Конечно- и счетно-аддитивные меры на алгебре.
13. Вероятностное пространство (общий случай).
15. Случайные величины.
16. Функция распределения случайной величины. Свойства функции распределения.
17. Случайный вектор. Независимость случайных величин. Функции от одной или нескольких случайных величин.
18. Арифметические операции над случайными величинами.
19. Дискретная случайная величина (ДСВ) и ее закон распределения.
20. Функция от дискретной случайной величины и арифметические операции над дискретными случайными величинами.
21. Основные числовые характеристики дискретных случайных величин и

векторов: математическое ожидание, дисперсия, стандартное отклонение, ковариация и коэффициент корреляции.

22. Математическое ожидание функции от дискретной случайной величины.

23. Свойства математического ожидания, дисперсии, ковариации и коэффициента корреляции.

24. Некоторые дискретные распределения (равновероятное, биномиальное, пуассоновское, геометрическое), вычисление числовых характеристик.

25. Непрерывные и абсолютно непрерывные случайные величины. Свойства функции плотности.

26. Математическое ожидание и дисперсия абсолютно непрерывной случайной величины.

27. Математическое ожидание функции от абсолютно непрерывной случайной величины.

28. Равномерное распределение случайной величины на отрезке.

29. Показательное (экспоненциальное) распределение случайной величины

30. Нормальный закон распределения случайной величины.

31. Логнормальное распределение случайной величины

32. Условные распределения и условные математические ожидания для дискретных распределений. Формула полного математического ожидания.

33. Условная дисперсия и формула полной дисперсии.

34. Дополнительные характеристики случайных величин: асимметрия, эксцесс, квантили, медиана, мода.

35. Неравенства Маркова и Чебышева.

36. Сходимость случайной последовательности почти наверное.

Связь со сходимостью по вероятности.

37. Закон больших чисел. Теорема Чебышева. ЗБЧ в форме Бернулли.

38. Центральная предельная теорема для одинаково распределенных слагаемых. Теорема Муавра-Лапласа.

39. Теорема Пуассона.

Примерные вопросы для подготовки к экзамену

1. Основные задачи математической статистики.
2. Понятие выборки.
3. Эмпирическая функция распределения гистограмма.
4. Выборочные характеристики как числовые характеристики эмпирического распределения.
5. Понятие статистик, порядковые статистики, вариационный ряд.
6. Точечные оценки параметров распределений
7. Свойства точечных оценок: состоятельность, сильная состоятельность, несмещённость, асимптотическая нормальность.
7. Методы построения точечных оценок. Метод моментов.
8. Метод максимального правдоподобия.
9. Среднеквадратический и асимптотический подходы к сравнению оценок. Оптимальные оценки.
10. Доверительный интервал.
11. Распределение хи-квадрат.
12. Распределение Стьюдента (t-распределение).
13. Распределение Фишера.
14. Доверительный интервал для математического ожидания нормального распределения при известном значении дисперсии.
15. Доверительный интервал для дисперсии нормального распределения при известном математическом ожидании.
16. Доверительный интервал для дисперсии нормального распределения
при неизвестном математическом ожидании.
17. Доверительный интервал для вероятности успеха в схеме Бернулли.
18. Доверительный интервал для математического ожидания

нормального распределения при неизвестном значении дисперсии.

19. Понятие статистической гипотезы.

20. Виды гипотез, статистический критерий, статистика критерия, критическая область.

21. Общая схема проверки гипотезы. Ошибки I и II рода, уровень значимости, мощность.

22. Выборочный коэффициент корреляции. Значимость коэффициента корреляции.

23. Проверка гипотезы о числовом значении математического ожидания нормального распределения (с известным и неизвестным значением дисперсии).

24. Проверка гипотезы о числовом значении вероятности успеха в схеме Бернулли.

25. Проверка гипотезы о числовом значении дисперсии нормального распределения (при известном и неизвестном значении математического ожидания).

26. Проверка гипотезы о равенстве математических ожиданий нормальных выборок при повторных измерениях.

27. Проверка гипотезы о равенстве дисперсий двух независимых нормальных выборок.

28. Проверка гипотезы о равенстве математических ожиданий двух независимых нормальных выборок при известных дисперсиях.

29. Проверка гипотезы о равенстве математических ожиданий двух независимых нормальных выборок при неизвестных равных дисперсиях.

30. Проверка гипотезы о равенстве математических ожиданий двух независимых нормальных выборок при неизвестных неравных (вообще говоря) дисперсиях.

31. Проверка гипотезы о равенстве вероятностей успеха двух независимых схем Бернулли.

32. Критерий согласия хи-квадрат. Теорема Пирсона.
33. Модель однофакторного дисперсионного анализа.
34. Процедура проведения дисперсионного анализа, требования к проведению, анализ парных сравнений.
35. Ранговый коэффициент корреляции Спирмена, критерий значимости.
36. Математическая модель регрессии.
37. Оценки параметров линейной регрессии.
38. Свойства МНК-оценок.
39. Теорема Гаусса-Маркова.

Пример экзаменационного билета

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение
Высшего образования
«ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»
(Финансовый университет)
Кафедра математики и анализа данных

Примерные задания для подготовки к зачету

Задание 1 (10 баллов). Вероятность события $P(A)=0$, $P(B)=0.75$. Найдите наименьшую возможную вероятность P события $A \cap B \cap A \cap B$.

Задание 2 (10 баллов). Владелец магазина звукозаписей решил при маркетинговом исследовании классифицировать по возрасту потенциальных покупателей как старшеклассников, студентов и людей более старшего возраста и выяснил, что в контингенте его покупателей эти категории представлены в пропорциях 35%, 30% и 35%. Кроме того, было обнаружено, что покупки совершают 10% пришедших в магазин старшеклассников, 35% студентов и 35% людей более старшего возраста.

Какова вероятность P_1 того, что случайно выбранный посетитель магазина не совершит покупку? Если случайно выбранный посетитель магазина не совершил покупку, какова вероятность P_2 того, что он старшеклассник?

Задание 3 (10 баллов). Закон распределения дискретной случайной величины

задан таблицей:

X	-1	0	1	4	6
P	0.1	0.1	0.05	0.05	0.7

Найдите среднее квадратическое отклонение $\sigma(X)$ и вероятность $P(|X - E(X)| > \sigma(X))$, где $E(X)$ - математическое ожидание.

Задание 4 (10 баллов). Функция плотности $f(x)$ непрерывной случайной величины X имеет вид

$$f(x) = \begin{cases} C \cdot x^2, & x \in [7; 12], \\ 0, & x \notin [7; 12]. \end{cases}$$

Найдите константу C , среднее квадратическое отклонение и $\sigma(X)$ и вероятность $P(X < 10)$.

Задание 5 (10 баллов). Время T (в часах) безотказной работы сервера компании распределено по показательному закону с параметром $\lambda = 0.06$. Найдите вероятность P того, что сервер проработает без сбоев более 39 часов. В поле ответа введите значение полученной вероятности P .

Задание 6 (10 баллов). Случайная величина X равномерно распределена на отрезке $[-16; 8]$, а Y - случайная величина, распределенная по геометрическому закону с математическим ожиданием $E(Y) = 4.6$. При этом коэффициент корреляции составляет $\rho(X, Y) = 0.4$. Найдите ковариацию $Cov(X, Y)$, математическое ожидание $E(-3XY - 10)$ и дисперсию $Var(3X + 4Y - 93)$.

Пример экзаменационного билета

Билеты генерируются в системе Moodle.

Пример билета приводится в аутентичной транскрипции данной системы постранично.

Задача 1 (20 баллов)

Независимые наблюдения нормально распределенной случайной величины X , описывающей приращение стоимости акций некоторой компании, представлены в виде выборки: $\{-187.938; -237.733; -202.196; -214.23; \text{NA}; -233.062; -232.635; -213.221; -220.828; -224.041; -217.376; -227.237; -204.173; -$

210.392; -188.528; -202.65; NA; -208.667; -217.509; -209.851; -201.324; -218.551; -
255.792; NA; -231.265; -224.439; -217.266; NA; -237.704; -229.607; -199.467; -
204.745; -245.601; NA; NA; -206.702; -197.145; -236.202; -184.888; -229.825; -
243.233; -184.724; -213.664; -185.799; -215.395; -176.847; -213.094; -255.37; NA; -
162.175; -190.526; -222.372; -251.496; NA; -236.911; NA; -220.576; -200.989; -
246.784; -259.55; -66.098; -248.005; -234.685; -237.429; -217.563; -208.778; -
218.221; -239.855; -250.377; -237.593; -96.936; NA; -246.193; -179.473; -221.524; -
226.868; NA; -221.933; -261.214; NA; -210.989; -170.838; -255.183; -202.703; -
244.438; -168.969; -241.8; -194.433; -214.75; -208.888; -247.556; -214.189; -
207.156; -251.126; -207.886; -244.537; NA; -239.283; -191.77; NA; -200.21; -
231.202; -225.99; -201.146; -222.522; -216.668; -206.07; NA; -184.395; -196.917;
NA; -237.758; -211.78; -209.364; -253.656; -221.677; NA; -244.297; -231.228; NA;
NA; -312.802; -235.988; -220.779; -236.251; NA; NA; -201.101; -219.661; -228.128;
-229.649; -239.221; -268.296; -200.754; -221.272; -231.223; NA; NA; -233.908; -
226.227; -248.952; -225.398; -219.824; -201.486; -223.624; -198.501; NA; -234.334;
NA; NA; -251.408; -200.832; NA; -258.191; -192.312; -178.248; -236.847; NA; -
208.138; -214.491; NA; -217.916; -225.998; NA; NA; -204.783; -216.415; -231.005;
-245.165; -194.537; -184; -205.727; -220.406; -214.724; -219.473; -190.812; -
193.373; -249.547; -225.931; -185.067; NA; -194.611; -243.667; -238.538; NA; -
249.27; -247.109; -236.864; -228.83; -235; -247.332; -240.97; -222.591; -187.991; -
231.667; -253.077; NA; -203.64; NA; -234.279; NA; NA; -207.29; -215.034; -
264.645; -225.18; -190.598; -230.79; -222.941; -219.598; -182.688; -208.784; -
214.423; -213.256; NA; -225.878; NA; -216.574; -235.96; -252.73; NA; NA; -
222.937; -221.668; -210.739; -221.409; -195.414; -181.709; -221.73; -208.945; -
214.897; -265.025; -262.849; -221.938; -225.028; -211.618; -190.615; -258.668; -
213.419; -213.2; -237.24; -235.454; NA; NA; -217.739; -250.534; -251.297; -174.605;
-197.145; -211.759; -227.93; -223.47; -183.473; NA; -175.998; -178.815; -226.488; -
244.562; -201.673; -245.305; -204.955; -212.644; -255.418; -212.197; -212.79; -
233.847; -203.519; -130.3475; -234.432; -215.591; -216.107; -220.726; -220.57; -

217.016; -208.267; -197.179; NA; -179.725; -243.894; -239.417; NA; -206.781; -169.749; -234.312; -236.323; NA; -211.591; -195.529; -201.616; -198.965}.

Скопируйте и преобразуйте данные выборки в столбец "А" на лист "Лист1" Excel-файла и, используя Excel или Python, вычислите требуемые ниже величины:

1. Введите объем исходной выборки

Очистите исходную выборку от пропусков, обозначенных как "NA", преобразуйте её в вариационный ряд и работайте далее с полученным рядом.

2. Введите объем очищенной от пропусков выборки 29

3. Введите значение ошибки выборки

4. Введите минимальное значение в вариационном ряду

5. Введите максимальное значение в вариационном ряду

6. Введите первую квартиль

7. Введите медиану

8. Введите третью квартиль

9. Введите среднее значение

10. Введите исправленную дисперсию

11. Введите стандартное отклонение (несмещенное)

12. Введите размах выборки

13. Введите эксцесс (формула по умолчанию в Excel)

14. Введите коэффициент асимметрии (формула по умолчанию в Excel)

15. Введите левую границу 0,9-доверительного интервала для $E(X)$

16. Введите правую границу 0,9-доверительного интервала для $E(X)$

17. Введите нижнюю границу нормы

18. Введите левую границу 0,9-доверительного интервала для $Var(X)$

16. Введите правую границу 0,9-доверительного интервала для $Var(X)$

Постройте на новом листе гистограмму частот и диаграмму «ящик с усами» для исходной выборки, очищенной от выбросов.

Задача 2 (20 баллов)

По результатам социологического исследования ответы респондентов на определенный вопрос анкеты представлены в виде выборки: {Unkn; Unkn; Unkn; Less; NA; Unkn; Norm; More; More; More; Unkn; NA; Unkn; Unkn; Less; Less; Less; More; Unkn; More; NA; Less; More; Less; More; Norm; Unkn; Norm; More; Unkn; NA; Unkn; More; More; Unkn; Less; Norm; More; More; Less; More; NA; NA; Norm; Less; Unkn; Norm; More; More; Norm; Norm; Less; Less; Unkn; Unkn; Unkn; Norm; NA; Less; More; More; Unkn; More; NA; Norm; Norm; More; Norm; Norm; Unkn; More; Unkn; Less; NA; Less; Less; Unkn; Norm; Norm; Unkn; More; Unkn; More; Less; Unkn; Unkn; Less; Less; Less; Norm; Less; Unkn; Norm; Unkn; Norm; Unkn; More; More; Less; Norm; NA; Less; More; More; Unkn; More; More; NA; More; Less; Norm; Less; Unkn; Unkn; More; Less; Norm; More; Unkn; Norm; More; Less; Unkn; NA; Less; Less; Norm; Less; Unkn; NA; More; Less; Norm; Unkn; Norm; More; Unkn; Less; Less; Norm; More; Unkn; Unkn; NA; Unkn; More; Unkn; Unkn; More; Less; NA; NA; Less; More; Norm; Unkn; Norm; Unkn; NA; More; Unkn; Norm; Less; More; Less; Norm; More; Norm; More; More; Less; NA; More; Unkn; More; More; More; NA; More; Less; Unkn; Norm; Norm; NA; NA; NA; Less; Unkn; Unkn; Less; Unkn; Unkn; More; NA; Unkn; More; Less; More; Less; Less; Norm; Unkn; More; Norm; Unkn; More; NA; Norm; Less; More; Less; Unkn; More; More; More; NA; More; Norm; More; More; Less; Unkn; Unkn; Unkn; NA; Unkn; Unkn; Norm; More; Less; More; More; More; NA; Norm; More; Norm; Less; Norm; Norm; More; Unkn; Unkn; Less; Less; More; NA; Less; More; More; More; Norm; More; Unkn; More; Less; More; More; Less; Less; More; Unkn; More; Less; Less; More; More; Unkn; Norm; Norm; Less; More; Less; More; NA; NA; Less; Norm; Less; More; More; Less; More; More; Norm; Unkn; Norm; Norm; More; Norm; Less; NA; Less; Norm; Unkn; More; Unkn; Unkn; Unkn; More}.

Скопируйте и преобразуйте в столбец "А" данные выборки на новый лист Excel-файла.

Используя Excel, очистите выборку от пропусков, обозначенных как "NA", и ответьте на следующие ниже вопросы.

1. Введите объем очищенной от "NA" выборки
2. Введите количество различных вариантов ответов респондентов, встречающиеся в очищенной выборке
3. Введите количество респондентов, которые дали ответ "Less"
4. Введите долю респондентов, которые дали ответ "More"
5. Введите левую границу 0.9-доверительного интервала для истинной доли ответов "More"
6. Введите правую границу 0.9-доверительного интервала для истинной доли ответов "More"

На уровне значимости 0.01 проверьте критерием согласия (Хи-квадрат критерием Пирсона) гипотезу о равновероятном распределении ответов респондентов.

7. Введите количество степеней свободы
8. Введите критическое значение статистики хи-квадрат
9. Введите наблюдаемое значение хи-квадрат
10. Введите 1, если есть основания отвергнуть гипотезу о равновероятном распределении ответов, или введите 0, если таких оснований нет.
11. Постройте на листе "Лист2" гистограмму для исходной выборки, очищенной от "NA".

Задача 3 (20 баллов)

Ряд совместных наблюдений независимых нормально распределенных случайных величин X и Y , описывающих некоторый финансовый показатель двух фирм, задан двумерной выборкой:

{(155.54, -149.93); (196.66, -158.8); (155.26, -204.25); (209.58, -178.45); (122.66, -137.91); (157.14, -164.59); (NA, -146.21); (NA, -197.83); (166.71, -158.36); (159.06, -205.02); (198.49, -222.05); (177.67, -187.5); (190.06, -219.42); (168.24, -122.43); (151.62, -194.41); (182.51, -170.81); (130.73, -206.53); (142.65, NA); (149.04, -175.63); (147.37, -168.46); (164.77, -192.87); (NA, -159.64); (172.47, -148.1);

(183.89, -191.4); (158.72, -161.6); (193.02, -144.76); (138.64, -203.05); (142.04, -194.86); (197.62, -184.21); (170.13, -181.12); (194.66, -158.08); (188.18, -200.56); (154.59, -171.28); (133.15, -162.21); (195.62, -144.32); (184.51, -195.4); (203.95, -171.72); (139.82, -168.09); (175.9, -167.87); (147.09, -148.6); (135.8, -175.94); (173.76, -172.45); (204.06, -176.69); (156.62, -99.75); (137.05, -161.12); (154.2, -185.54); (152.48, -173.33); (149.13, -210.19); (171.8, -187.49); (NA, -153.38); (187.8, -193.83); (159.12, -206.42); (NA, -194.27); (206.95, -163.64); (193.62, -167.53); (156.37, -142.55); (158.05, -188.86); (141.23, -153.14); (NA, -219.7); (156.23, -243.72); (164.88, -193.29); (169.75, -152.05); (157.02, -165.67); (152.13, NA); (135.83, -198.35); (133.79, NA); (173.4, -179.57); (184.56, -195.54); (169.04, -163.25); (137.35, -161.16); (175.71, -205.03); (129.08, -226.73); (150.28, NA); (219.34, -173.6); (184.9, -207.76); (140.99, -145.28); (88.8, -211.54); (193.34, -193.84); (NA, -174.47); (196.45, -217.04); (NA, NA); (209.12, -151.58); (177.25, -156.05); (186.34, NA); (157.86, -185.26); (175.96, -163.83); (119.63, -193.95); (160.89, -193.2); (147.45, -178.62); (208.11, -174.92); (126.95, -189.22); (71.12, -215.73); (NA, -147.82); (NA, -137.92); (NA, NA); (119.32, -196.97); (159.55, -200.38); (173.28, -148.68); (185.71, -153.4); (194.35, -175.93); (200.75, -166); (211.52, -191.66); (145.53, -207.1); (171.73, -154.43); (184.67, -195.76); (167.65, -152.72); (168.64, -115.59); (164.65, -155.09); (150.32, -201.94); (153.55, -173.49); (174.71, -192.1); (158.08, -139.02); (170.43, -163.39); (113.12, -225.81); (231.7, -183.8); (140.78, -128.88); (190.26, -156.42); (158.13, -194.09); (158.89, -204.41); (188.54, -181.6); (198.44, -156.56); (141.57, -196.12); (146.64, -178.37); (196.32, -200.75); (NA, -160.21); (129.62, NA); (NA, -163); (181.64, -162.04); (169.09, -149.64); (NA, NA); (206.64, -150.18); (213.23, -168.49); (NA, NA); (121.88, -191.12); (157.54, -156.22); (152.31, -160.37); (215.35, -139.61); (149.69, -194.9); (141, -195.64); (150.11, -179.25); (175.27, -174.51); (190.1, -124.61); (171.73, -209.88); (131.44, NA); (157.31, -198.67); (169.97, -206.84); (146.62, -181.75); (184.43, -133.3); (158.47, -235.66); (169.77, -200.11)}.

Скопируйте данную выборку на лист "Лист3" и преобразуйте ее в столбцы

"А" и "В" соответственно для первой и второй фирмы. При этом связанные значения показателей должны располагаться в одной строке.

Используя Excel или Python, очистите исходную выборку от пропущенных данных, обозначенных как "NA", и вычислите требуемые ниже величины:

1. Введите выборочный коэффициент корреляции Пирсона между X и Y и проверьте его статистическую значимость на уровне 0,01, указав наблюдаемое значение критерия и рассчитав P-value. Сделайте вывод.

2. Найти значение P-value в проверке гипотезы о равенстве средних значений показателей фирм при альтернативной гипотезе о том, что среднее значение показателя больше у второй фирмы. На уровне значимости 0,01 проверить эту гипотезу. Сделайте вывод.

3. Найти значение P-value в проверке гипотезы о равенстве дисперсий показателей фирм при альтернативной гипотезе об их неравенстве. На уровне значимости 0,05 проверить эту гипотезу. Сделайте вывод.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков

Приказ от 01.10.2024 №2187/о «Об утверждении Положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в Финансовом университете

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Соловьев, В. И. Анализ данных в экономике. Теория вероятностей, прикладная статистика, обработка и анализ данных в Microsoft Excel.: учебник / В. И. Соловьев. — Москва : КноРус, 2025. — 497 с. — ЭБС BOOK.ru. — URL: <https://book.ru/book/955517> (дата обращения : 15.11.2024). — Текст : электронный.

2. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник-практикум / А. В. Браилов, В. И. Глебов, С. Я. Криволапов, П. Е. Рябов. — Москва, Ижевск : НИЦ Регулярная и хаотическая динамика ; Институт компьютерных исследований, 2016. — 414 с. — org.fa.ru. — URL: https://org.fa.ru/app/umm/tree?login=yes&_url=%2Fumm%2Ftree&documentId=%7BAEF22B18-ACDC-4743-859D-C7FB61A343BF%7D (дата обращения : 15.11.2024). — Текст : электронный.

3. Криволапов, С. Я. Статистические вычисления на платформе Jupyter Notebook с использованием Python: учебник / С. Я. Криволапов. — Москва : КноРус, 2022. — 431 с. — URL: <https://book.ru/book/943660> (дата обращения : 15.11.2024). — Текст : электронный.

Дополнительная литература:

4. Сборник задач по теории вероятностей, математической статистике и теории случайных функций: учебное пособие / под редакцией А. А. Свешникова. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 446 с. - Текст : непосредственный. - То же. — 2022. - ЭБС Лань. - URL: <https://e.lanbook.com/book/211169> (дата обращения : 15.11.2024). - Текст : электронный.

5. Анализ данных. Часть 2. Учебное пособие / А. В. Потемкин, М. Н. Фридман, И. И. Цыганок, И. М. Эйсымонт. – Москва : Финансовый университет, 2018. - 59 с. - org.fa.ru. - URL: https://org.fa.ru/app/umm/tree?login=yes&_url=%2Fumm%2Ftree&documentId=%7BD0A63C98-BBFA-4D1A-A5F3-584A72263258%7D (дата обращения : 15.11.2024). — Текст : электронный.

9. Перечень ресурсов информационно телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Личный кабинет обучающегося <https://org.fa.ru>
2. Электронная библиотека Финансового университета (ЭБ) <http://elib.fa.ru/>

3. Электронно-библиотечная система BOOK.RU <http://www.book.ru>
4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ОНЛАЙН» <http://biblioclub.ru/>
5. Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
6. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>
7. Деловая онлайн-библиотека Alpina Digital <http://lib.alpinadigital.ru/>
8. Научная электронная библиотека eLibrary.ru <http://elibrary.ru>
9. Национальная электронная библиотека <http://нэб.рф/>
10. Образовательная платформа Stepik. Курс по Теории вероятностей: <https://stepik.org/course/3089/promo?search=5757670642>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Студентам при подготовке следует использовать нормативные документы Финансового университета, Методические рекомендации по планированию и организации внеаудиторной самостоятельной работы студентов по образовательным программам бакалавриата и магистратуры в Финансовом университете, утвержденные приказом Финуниверситета от 11.05.2021 г. № 1040 (см. сайт Финансового Университета: на главной странице раздел «Наш университет»; далее «Единая правовая база Финуниверситета»), использовать методические рекомендации департамента.

Цель методических рекомендаций – обеспечить студенту бакалавриата (далее – студенту) оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

Методические рекомендации по изучению дисциплины

Студентам необходимо ознакомиться:

- с содержанием рабочей программы дисциплины (далее – РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы,

- методическими разработками по данной дисциплине, имеющимися на образовательном портале и сайте департамента,
- с графиком консультаций преподавателей.

Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям (теоретический курс)

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Именно поэтому контроль над систематической работой студентов всегда находится в центре внимания департамента.

Студентам рекомендуется:

- перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, что позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендуемой литературы;
- на отдельные лекции приносить соответствующий материал на бумажных или электронных носителях, представленный лектором на портале. Данный материал будет охарактеризован, прокомментирован, дополнен непосредственно на лекции;
- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам, если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала.

Рекомендации по подготовке к практическим (семинарским) занятиям

Студентам следует:

- приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;

- до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;
- при подготовке к практическим занятиям следует обязательно использовать не только лекции, но и другую учебную литературу;
- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении, при решении задач, заданных для самостоятельного решения;
- в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;
- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Методические рекомендации по выполнению различных форм самостоятельных домашних заданий

Самостоятельная работа студентов включает в себя выполнение различного рода заданий, которые ориентированы на более глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины. К выполнению заданий для самостоятельной работы предъявляются следующие требования: задания должны выполняться самостоятельно и представляться в установленный срок, а также соответствовать установленным требованиям по оформлению.

Студентам следует:

- руководствоваться графиком самостоятельной работы, определенным РПД;
- выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельного выполнения, и разбирать на семинарах и консультациях неясные вопросы;
- использовать при подготовке нормативные документы Финансового университета;

- при подготовке к экзамену параллельно прорабатывать соответствующие теоретические и практические разделы дисциплины, фиксируя неясные моменты для их обсуждения на плановой консультации.

Методические рекомендации по работе с литературой

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, выполнение расчетно-аналитической работы), начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке, так и дома.

К каждой теме учебной дисциплины подобрана основная и дополнительная литература.

При работе с литературой рекомендуется делать записи. Записи в той или иной форме не только способствуют пониманию и усвоению изучаемого материала, но и помогают вырабатывать навыки явного изложения в письменной форме тех или иных теоретических вопросов.

Методические указания по проведению практических занятий

По структуре практические занятия следует разделить на учебные и контрольные.

Учебные практические занятия структурно состоят из следующих компонент:

- проверка наличия выполненного задания самостоятельной работы каждого студента;
- выборочная проверка корректности выполнения домашнего задания;
- разбор типичных ошибок, возникших в самостоятельной работе;
- рассмотрение теоретических вопросов, связанных с текущим практическим занятием;
- разбор методов выполнения практических заданий и решения задач;
- корректировка заданий для самостоятельной работы студентов.

Контрольные практические занятия структурно состоят из следующих компонент:

- проведение аудиторных самостоятельных работ;

- подведение итогов и разбор типичных ошибок, возникших при выполнении самостоятельных работ.
- Проведение коллоквиумов по теоретическому материалу

Студенты должны обратить внимание на перечень основных контрольных мероприятий, которые проводятся в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Конкретные сроки проведения этих мероприятий своевременно доводятся до сведения студентов.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем

11. 1. Комплект лицензионного программного обеспечения

1. Windows, Microsoft Office.
2. Антивирус Kaspersky

11.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Информационно-правовая система «Гарант»
2. Информационно-правовая система «Консультант Плюс»
3. Система комплексного раскрытия информации «СКРИН» -

<http://www.skrin.ru/>

11.3. Сертифицированные программные и аппаратные средства защиты информации

Не используются

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для освоения дисциплины возможно использование вычислительных

№ п/п	Наименование	Количество
1.	Мультимедийный комплекс: проектор+компьютер+экран	1
2.	Компьютерный класс с подключением к сети Интернет и возможностью доступа к ресурсам и технологиям, указанным в п.9 и 11 для проведения семинарских занятий, а также осуществления текущего и промежуточного контроля	1

средств – компьютер, смартфон или планшет, в качестве дополнительных инструментов организации и осуществления образовательного процесса.