

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

Кафедра моделирования и системного анализа
Факультет информационных технологий и анализа больших данных

Документ подписан усиленной неквалифицированной электронной подписью.

Организация: «ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

Сертификат: 0124/8w7RJf0vLuUk4EccTP1Tj1bUbqA

Утверждено: Проректор по учебной и методической работе, Е.А. Каменева

Дата: 02.11.2025 г.

М.Ю. Михалева , К.Н. Кудрявцев
Экономико-математическое моделирование на финансовых рынках

Рабочая программа дисциплины
для студентов, обучающихся по направлению подготовки
38.03.01 - Экономика,
Образовательная программа «Финансовые инструменты и цифровые технологии
анализа»
Профиль:
«Финансовые инструменты и цифровые технологии анализа»

Рекомендовано
Факультет информационных технологий и анализа больших данных
(протокол № 08 от 19.05.2026 г.)

Одобрено
Кафедра моделирования и системного анализа
(протокол № 10 от 28.04.2026 г.)



Содержание

1. Наименование дисциплины	3
2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине	3
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы	
4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся	7
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий	8
5.1. Содержание дисциплины	8
5.2. Учебно – тематический план	11
5.3. Содержание семинаров, практических занятий	13
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	16
6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы	16
6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю	20
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	21
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	9
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	18
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	39
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)	41
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	41



1. Наименование дисциплины

Экономико-математическое моделирование на финансовых рынках

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

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции
ПКП-1	Способность анализировать состояние и конъюнктуру финансового рынка с использованием современных математических и программных методов, прогнозировать изменения ключевых индикаторов состояния финансового рынка, применять сценарный подход в целях принятия обоснованных решений на финансовом рынке	1. Демонстрирует знания структуры финансового рынка, его основных сегментов, участников, механизмов	Знать: структурно-параметрическое описание финансового рынка (сегменты, участники, механизмы) как объект математического моделирования. Уметь: формализовать структуру финансового рынка, выделяя его сегменты, участников и механизмы функционирования в качестве входных данных и ограничений для разрабатываемых математических моделей прогнозирования и сценарного анализа.
		2. Владеет методологией анализа состояния и конъюнктуры финансового рынка и его ключевых сегментов.	Знать: методологию анализа состояния и конъюнктуры финансового рынка и его ключевых сегментов как систему формальных подходов (трендовый, регрессионный, индексный, факторный анализ), применимую для построения математических моделей оценки рыночной конъюнктуры Уметь: применять методологию анализа конъюнктуры финансового рынка и его сегментов, выбирая и реализуя соответствующий математический метод (например, построение тренда, регрессионную модель, расчёт индикатора)



Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции
			торов волатильности или ликвидности) для количественной характеристики текущего состояния рынка.
		3. Прогнозирует значения ключевых индикаторов состояния финансового рынка, осуществляет моделирование факторов внешней и внутренней среды, определяющих изменение состояния финансового рынка	Знать: математические методы прогнозирования ключевых индикаторов финансового рынка (регрессионные модели, ARIMA, экспоненциальное сглаживание) и способы формализации факторов внешней и внутренней среды (макроэкономические переменные, рыночные индикаторы, регуляторные параметры) в виде входных переменных прогнозных моделей. Уметь: строить прогнозные математические модели ключевых индикаторов состояния финансового рынка, включая в них в формализованном виде факторы внешней среды (например, ключевая ставка, ВВП, инфляция) и внутренней среды (объём торгов, спреды, волатильность), и осуществлять сценарный прогноз значений индикатора.
		4. Применяет обоснованные решения на финансовом рынке, опираясь на результаты проведенного анализа	Знать: математические основы принятия обоснованных решений на финансовом рынке, включая модели оптимизации портфеля, модели ценообразования опционов и критерии выбора оптимальной стратегии (максимизация ожидаемой полезности, минимизация риска при заданной доходности). Уметь: применять результаты анализа состояния и прогноза финансового рынка для обоснованного выбора решений.



Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции
ПКП-4	Способность применять математический аппарат при разработке вычислительных алгоритмов	1. Владеет математическим аппаратом, необходимым для разработки вычислительных алгоритмов.	Знать: математический аппарат, необходимый для разработки вычислительных алгоритмов: основы линейной алгебры (матричные операции, решение систем уравнений), математического анализа (производные, градиент, оптимизация), теории вероятностей и математической статистики (распределения, оценки параметров, проверка гипотез), эконометрики (МНК, ОМНК), а также численные методы (решение уравнений, оптимизация, метод Монте-Карло). Уметь: применять математический аппарат при разработке вычислительных алгоритмов для финансовых задач: формализовать задачу в виде системы уравнений или оптимизационной проблемы, выбирать и реализовывать численный метод, обосновывать корректность алгоритма решения задач.
		2. Разрабатывает вычислительные алгоритмы для решения прикладных задач.	Знать: принципы разработки вычислительных алгоритмов для решения прикладных финансовых задач: этапы алгоритмизации (постановка, формализация, выбор метода, реализация, тестирование), основные алгоритмические конструкции (ветвления, циклы, рекурсия), способы оценки сложности алгоритмов и критерии их корректности. Уметь: разрабатывать вычислительные алгоритмы для прикладных задач финансового рынка: формализовать исходную задачу в виде последовательности вычислитель-



Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции
			ных шагов, выбирать подходящий математический метод решения, реализовывать алгоритм в программном коде, проводить тестирование на контрольных примерах.
ПКП-5	Способность применять математическое моделирование для решения прикладных задач	1. Демонстрирует знания в области теории и методологии математического моделирования и системного анализа процессов.	Знать: теорию и методологию математического моделирования и системного анализа: классификацию моделей, этапы моделирования, принципы декомпозиции и агрегирования, критерии адекватности моделей. Уметь: применять методологию системного анализа для формализации финансовых процессов, выбирать тип математической модели в зависимости от прикладной задачи и обосновывать её адекватность.
		2. Строит математические модели, анализирует и интерпретирует результаты моделирования для решения задач прикладного характера, в том числе в части проектирования программного обеспечения.	Знать: принципы построения математических моделей для прикладных задач финансового рынка, методы анализа и интерпретации результатов моделирования, а также способы формализации требований к программному обеспечению на основе разработанных моделей. Уметь: строить математические модели прикладных задач на финансовом рынке, анализировать и интерпретировать полученные результаты с точки зрения их практической применимости, а также формулировать требования к программной реализации для разработчиков.



3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Экономико-математическое моделирование на финансовых рынках» относится к «Циклу профиля».

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

Очная форма обучения

Вид учебной работы по дисциплине	Всего (в з/е и часах)	Семестр 6 (в часах)
Общая трудоемкость дисциплины	5/180	180
Контактная работа – Аудиторные занятия	84	84
<i>Лекции</i>	32	32
<i>Семинары, практические занятия</i>	52	52
<i>Самостоятельная работа</i>	96	96
Вид текущего контроля	Контрольная работа	Контрольная работа
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет



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

5.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Методологические вопросы экономико-математического моделирования.

Понятие математической модели. Классификация экономико-математических моделей финансового рынка. Финансовый рынок как объект моделирования. Общая методология анализа и прогнозирования конъюнктуры финансового рынка. Факторы внешней и внутренней среды в моделях финансового рынка. Сценарный подход и принятие решений в математических моделях. Гипотеза эффективного рынка: теоретические формы эффективности и их значение для моделирования. Общая схема экономико-математического моделирования на финансовом рынке.

Тема 2. Математические методы анализа финансовых временных рядов.

Свойства финансовых временных рядов. Стационарность и тестирование характера нестационарности. Моделирование тренд-стационарных и разностно-стационарных рядов. Одномерные модели стационарных временных рядов. Многомерные модели временных рядов. Модели Самуэльсена и Башелье. Случайные блуждания. Законы арксинуса.

Тема 3. Формализация и отбор факторов внешней и внутренней среды финансового рынка.

Классификация факторов внешней и внутренней среды финансового рынка. Способы формального включения факторов в математические модели: регрессоры, лаговые переменные, фиктивные переменные. Проблема мультиколлинеарности факторов и методы её диагностики. Методы отбора значимых факторов: пошаговая регрессия, критерии информации AIC и BIC.

Тема 4. Регрессионный анализ финансового рынка и моделирование структуры остатков.

Модель ценообразования финансовых активов CAPM и её эмпирическая проверка. Многофакторные модели: модель Фамы–Френча трёх и пяти факторов, модель Кархарта с учётом импульса. Проблема гетероскедастичности и автокорреляции остатков в финансовых регрессиях. Диагностика качества



регрессионных моделей и содержательная интерпретация коэффициентов. Использование неклассических распределений: устойчивые распределения и обобщенные гиперболические распределения для описания "тяжелых хвостов" доходностей.

Тема 5. Модели оптимизации портфеля и управления рисками

Модель Марковица: ожидаемая доходность, риск, ковариация и корреляция доходностей активов. Эффективная граница и выбор оптимального портфеля. Касательный портфель и включение безрискового актива. Модель CAPM как связь между риском актива и ожидаемой доходностью. Коэффициенты бета как мера систематического риска. Меры риска: VaR и CVaR, их расчёт и применение в портфельном управлении. Методология копул: моделирование структуры совместных зависимостей активов и анализ "хвостовой зависимости". Тест Купика и анализ частоты пробоев.

Тема 6. Математические модели ценообразования производных финансовых инструментов

Базовые понятия: опционы колл и пут европейского и американского типов. Соотношение между ценами опционов колл и пут. Биномиальная модель ценообразования опционов Кокса–Росса–Рубинштейна: рекомбинирующее дерево, риск-нейтральные вероятности, обратная индукция. Модель Блэка–Шоулза для европейских опционов. Параметры модели Блэка–Шоулза. Модели ценообразования для опционов американского типа.

Тема 7. Сценарное моделирование и стресс-тестирование на финансовом рынке

Понятие сценария как набора значений экзогенных переменных модели: базовый, оптимистичный, пессимистичный сценарии. Методы построения сценариев: экспертные оценки, статистическое моделирование. Стресс-тестирование как анализ экстремальных сценариев. Построение сценарных распределений доходностей активов с использованием методов Монте-Карло. Связь сценарного подхода с мерами риска VaR и CVaR. Применение сценарного моделирования для оптимизации портфеля и принятия решений.

Тема 8. Комплексное применение экономико-математических моделей для принятия решений на финансовом рынке

Построение сквозной экономико-математической модели: от спецификации до интерпретации. Интеграция моделей разных классов: временные ряды для прогноза,



регрессионные модели для оценки влияния факторов, оптимизационные модели для распределения активов, модели ценообразования опционов для хеджирования. Согласование входных и выходных параметров между моделями: прогнозные доходности и ковариации как входные данные для портфельной оптимизации, прогноз волатильности как параметр для модели Блэка–Шоулза. Реализация сценарного подхода на уровне комплекса моделей. Интерпретация результатов моделирования как основа для обоснованного решения на финансовом рынке.



5.2. Учебно – тематический план

Очная форма обучения

п/ п	Наименование тем (разделов) дисциплины	Трудоемкость в часах				
		Всего	Контактная работа - Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Общая, в т.ч.:	Лекции	Семинары, практические занятия	
1	Методологические вопросы экономико-математического моделирования.	20	8	2	6	12
2	Математические методы анализа финансовых временных рядов.	22	10	4	6	12
3	Формализация и отбор факторов внешней и внутренней среды финансового рынка.	22	10	4	6	12
4	Регрессионный анализ финансового рынка и моделирование структуры остатков.	24	12	4	8	12
5	Модели оптимизации портфеля и управления рисками	26	14	6	8	12
6	Математические модели ценообразования производных финансовых инструментов	22	10	4	6	12



п/ п	Наименование тем (разделов) дисциплины	Трудоемкость в часах				
		Всего	Контактная работа - Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Общая, в т.ч.:	Лекции	Семинары, практические занятия	
7	Сценарное моделирование и стресс-тестирование на финансовом рынке	22	10	4	6	12
8	Комплексное применение экономико-математических моделей для принятия решений на финансовом рынке	22	10	4	6	12
В целом по дисциплине		180	84	32	52	96



5.3. Содержание семинаров, практических занятий

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов для обсуждения на семинарах, практических занятиях	Формы проведения занятий
Методологические вопросы экономико-математического моделирования.	Методология системного анализа финансового рынка. Классификация эндогенных и экзогенных факторов. Построение структурно-параметрического описания сегмента рынка. Определение границ модели и критериев её адекватности.	Групповое занятие в аудитории.
Математические методы анализа финансовых временных рядов.	Сравнительный анализ моделей Башелье и Самуэльсена: нормальное и логнормальное распределение цен. Генерация траекторий случайных блужданий. Практическая проверка первого и второго законов арксинуса для финансовых рядов: расчет времени пребывания в «положительной» полуплоскости.	Групповое занятие в компьютерном классе с использованием MS Excel или среды Python
Формализация и отбор факторов внешней и внутренней среды финансового рынка.	Построение матриц факторов. Спецификация лаговых переменных для учета инерционности рынка. Диагностика мультиколлинеарности. Процедура отбора признаков на основе информационных критериев Акаике (AIC) и Шварца (BIC).	Групповое занятие в компьютерном классе с использованием MS Excel или среды Python
Регрессионный анализ финансового рынка и моделирование структуры остатков.	Эмпирическая проверка модели САРМ и трехфакторной модели Фамы–Френча. Анализ свойств остатков регрессии: проверка на «тяжелые хвосты». Оценка параметров устойчивых распределений и обобщенных	Групповое занятие в компьютерном классе с использованием MS Excel или среды Python



Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов для обсуждения на семинарах, практических занятиях	Формы проведения занятий
	гиперболических законов для описания рыночных аномалий.	
Модели оптимизации портфеля и управления рисками	Построение эффективной границы Марковица. Расчет параметров VaR и CVaR. Проверка точности моделей риска: реализация теста Купика. Моделирование структуры зависимостей с помощью функций копул (Гауссова, Стьюдента, Архимедовы копулы). Оценка хвостовой зависимости.	Групповое занятие в компьютерном классе с использованием MS Excel или среды Python
Математические модели ценообразования производных финансовых инструментов	Построение рекомбинирующих биномиальных деревьев (модель CRR). Расчет цены европейских и американских опционов. Реализация формулы Блэка–Шоулза. Численное нахождение подразумеваемой волатильности методом Ньютона-Рафсона.	Групповое занятие в компьютерном классе с использованием MS Excel или среды Python
Сценарное моделирование и стресс-тестирование на финансовом рынке	Алгоритмы метода Монте-Карло для генерации сценариев. Учет волатильности и корреляций при моделировании будущих состояний рынка. Проведение стресс-тестирования портфеля при экстремальных сдвигах факторов (анализ «черных лебедей»).	Групповое занятие в компьютерном классе с использованием MS Excel или среды Python
Комплексное применение экономико-математических моделей для принятия	Сквозной кейс: от прогнозирования волатильности и доходности через регрессии до оптимизации весов портфеля и его хеджирования опционами. Обоснование	Групповое занятие аудитории. Защита мини-проектов.



Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов для обсуждения на семинарах, практических занятиях	Формы проведения занятий
решений на финансовом рынке	инвестиционных решений на основе синтеза полученных результатов.	



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

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

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение	Формы внеаудиторной самостоятельной работы
Методологические вопросы экономико-математического моделирования.	История развития финансового моделирования: от «теории спекуляции» Луи Башелье до современных высокочастотных алгоритмов. Сравнительный анализ фундаментальных и технических факторов.	Работа с учебной литературой. Подготовка краткого эссе.
Математические методы анализа финансовых временных рядов.	Геометрическое броуновское движение как частный случай марковского процесса. Визуализация траекторий случайных блужданий (построение графиков на основе датчика случайных чисел).	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий.
Формализация и отбор факторов внешней и внутренней среды финансового рынка.	Понятие фиктивных переменных для моделирования «календарных аномалий» (эффект понедельника, эффект января). Особенности интерпретации критериев Акаике и Шварца.	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач по отбору факторов. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий.
Регрессионный анализ финансового рынка и моделирование структуры остатков.	Экономический смысл коэффициентов «альфа» и «бета». Понятие куртозиса (экссесса) и его роль в формировании «тяжелых хвостов» распределения доходностей.	Работа с учебной литературой. Разбор вопросов по теме занятия.
Модели оптимизации портфеля и управления рисками	Сравнение мер риска VaR и CVaR: концепция «ожидаемого недобора». Интуитивное понимание копул как инструмента связи маргинальных распределений.	Работа с учебной литературой. Разбор вопросов по теме занятия.



Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение	Формы внеаудиторной самостоятельной работы
Математические модели ценообразования производных финансовых инструментов	Параметры «Греки»: дельта-хеджирование и его роль в управлении опционным портфелем. Паритет цен опционов пут и колл.	Работа с учебной литературой. Решение задач на проверку паритета опционов. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий.
Сценарное моделирование и стресс-тестирование на финансовом рынке	Историческое моделирование как альтернатива методу Монте-Карло. Примеры реальных рыночных кризисов («черных лебедей») для построения стресс-сценариев.	Работа с учебной литературой. Сбор и анализ данных о рыночных крахах (реферативно).
Комплексное применение экономико-математических моделей для принятия решений на финансовом рынке	Этические и практические ограничения применения математических моделей на финансовых рынках. Риск модели: причины расхождения прогноза и реальности.	Работа с учебной литературой.



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

Примерные вопросы к контрольной работе

1. Сравнительный анализ свойств траекторий в моделях Башелье (арифметическое броуновское движение) и Самуэльсона (геометрическое броуновское движение).
2. Математическая формулировка гипотезы эффективного рынка и статистические методы проверки её форм.
3. Первый и второй законы арксинуса для случайных блужданий: экономическая интерпретация времени пребывания в «положительной» полуплоскости.
4. Спецификация многофакторных моделей доходности: включение лаговых и фиктивных переменных.
5. Диагностика мультиколлинеарности факторов финансового рынка и методы её устранения.
6. Сравнительный анализ информационных критериев Акаике и Шварца при отборе регрессоров.
7. Свойства остатков финансовых регрессий: проверка на наличие эффектов «тяжелых хвостов» и асимметрии.
8. Оценивание параметров устойчивых распределений доходностей активов методом максимального правдоподобия.
9. Эмпирическая проверка модели ценообразования активов CAPM и анализ значимости коэффициента «альфа».
10. Спецификация и интерпретация параметров в многофакторных моделях Фамы–Френча и Кархарта.
11. Математические методы расчета мер риска VaR и CVaR для ненормальных распределений.
12. Алгоритм реализации теста Купика для проверки адекватности моделей рыночного риска.
13. Свойства функций копул и их применение для моделирования нелинейных зависимостей между активами.
14. Оценка коэффициентов хвостовой зависимости в условиях системных рыночных шоков.
15. Биномиальная модель ценообразования опционов: построение рекомбинирующего дерева и риск-нейтральное оценивание.
16. Параметры чувствительности («греки») в модели Блэка–Шоулза и их роль в хеджировании портфеля.
17. Алгоритм имитационного моделирования Монте-Карло для генерации сценарных распределений доходности.



18. Методология проведения стресс-тестирования финансового портфеля на основе экстремальных исторических сценариев.

Пример заданий контрольной работы

Вариант №1

Задание 1. Дана последовательность дневных доходностей акции за 200 торговых дней. Установлено, что цена находилась выше уровня открытия первого дня в течение 160 дней.

- Вычислите теоретическую вероятность такого события, используя первый закон арксинуса.
- Сделайте вывод о том, подтверждает ли данный результат гипотезу о симметричном случайном блуждании.

Задание 2. Инвестор выбирает между двумя факторными моделями для оценки доходности портфеля:

- Модель 1 (CAPM): $R^2 = 0.65$; AIC = 412; BIC = 425.
- Модель 2 (3-факторная модель Фамы–Френча): $R^2 = 0.72$; AIC = 405; BIC = 432.

Какую модель следует выбрать для прогнозирования на долгосрочном периоде? Обоснуйте ответ, опираясь на свойства информационных критериев.

Задание 3. Рассчитайте 95% VaR для портфеля объемом 10 млн руб., если распределение доходностей имеет «тяжелые хвосты» и описывается устойчивым распределением с параметром $\alpha = 1.7$ (вместо нормального). Как изменится значение риска по сравнению с нормальным распределением? (Опишите качественно).

Вариант №2

Задание 1. Сравните модели Башелье и Самуэльсона. Запишите стохастическое дифференциальное уравнение для каждой модели. В какой из них допускается возможность отрицательных цен актива и почему это критично для моделирования долгосрочных стратегий?

Задание 2. Проводится бэктестинг модели рыночного риска. За отчетный период (250 дней) при доверительном уровне 99% было зафиксировано 7 пробоев (случаев, когда реальный убыток превысил VaR).

- Реализуйте тест Купика (рассчитайте статистику отношения правдоподобия LR).
- При критическом значении $\chi^2(1) = 3.84$, сделайте вывод об адекватности модели.



Задание 3. Опишите структуру зависимости между доходностью акций Газпрома и ценой на нефть, если оцененная для них копула Стьюдента показала высокий коэффициент хвостовой зависимости ($\lambda_L = 0.45$). Что это означает для портфеля в условиях рыночной паники?

Вариант №3

Задание 1. Объясните смысл второго закона арксинуса для финансового рынка. Если инвестор открывает позицию в случайный момент времени, какова вероятность того, что максимальное значение цены будет достигнуто в первой или последней четверти временного интервала?

Задание 2. Используя модель Блэка–Шоулза, определите, как изменится стоимость европейского опциона колл, если на рынке наблюдается рост волатильности (параметр σ), но цена базового актива остается неизменной. Назовите соответствующий параметр («грек») и его знак.

Задание 3. В ходе моделирования остатков регрессии выявлено, что они лучше описываются обобщенным гиперболическим распределением, чем нормальным.

- Какие визуальные признаки на графике плотности вероятности (или квантиль-квантиль график) указывают на этот факт?
- Как наличие «тяжелых хвостов» влияет на расчет коэффициентов значимости в модели CAPM?

Дополнительная информация

Критерии бальной оценки различных форм текущего контроля успеваемости содержатся в соответствующих методических рекомендациях Кафедры моделирования и системного анализа.



7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по 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, умений и знаний

Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
ПКП-1. Способность анализировать состояние и конъюнктуру финансового рынка с использованием современных математических и программных методов, прогно-	1. Демонстрирует знания структуры финансового рынка, его основных сегментов, участников, механизмов	Знать: структурно-параметрическое описание финансового рынка (сегменты, участники, механизмы) как объект математического моделирования. Уметь: формализовать структуру финансового рынка, выделяя его сегменты, участников и меха-	Дан двухсегментный финансовый рынок: Денежный рынок (участники: ЦБ, коммерческие банки) Рынок облигаций (участники: эмитенты, инвесторы) Механизм: Изменение ключевой ставки r влияет на доходность облигаций y . Модель (упрощённая): $y = r + \text{спред}$, где спред — константа, отражающая риск. 1. Назовите сегменты и участников рынка, которые должны быть отражены в модели. 2. Запишите формальную переменную для каждого элемента структуры. 3. Постройте математическую модель зависимости доходности облигации от ключевой ставки и укажите, какие переменные в ней являются: экзогенными, эндогенными. 4. Для сценария «рост r на 2 %» запишите новое значение y (спред = 1 %).



Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
зировать изменения ключевых индикаторов состояния финансового рынка, применять сценарный подход в целях принятия обоснованных решений на финансовом рынке		низмы функционирования в качестве входных данных и ограничений для разрабатываемых математических моделей прогнозирования и сценарного анализа.	
	2. Владеет методологией анализа состояния и конъюнктуры финансового рынка и его ключевых сегментов.	Знать: методологию анализа состояния и конъюнктуры финансового рынка и его ключевых сегментов как систему формальных подходов (трендовый, регрессионный, индексный, факторный анализ), применимую для построения математических моделей оценки ры-	Дан временной ряд дневных цен закрытия индекса акций за 60 дней. Требуется провести анализ конъюнктуры сегмента фондового рынка. Перечислите этапы методологии анализа состояния и конъюнктуры финансового рынка. Укажите, какие математические методы вы примените на каждом этапе (минимум два метода: например, расчёт скользящей средней, оценка волатильности, построение линейного тренда). Постройте математическую модель тренда для данного временного ряда. Обозначьте: P_t — цена, t — время, ε_t — случайная компонента. Сформулируйте вывод о состоянии конъюнктуры на основе предполагаемого знака коэффициента тренда (растущий / падающий / флэтовый рынок).



Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
		ночной конъюнктуры Уметь: применять методологию анализа конъюнктуры финансового рынка и его сегментов, выбирая и реализуя соответствующий математический метод (например, построение тренда, регрессионную модель, расчёт индикаторов волатильности или ликвидности) для количественной характеристики текущего состояния рынка.	
	3. Прогнозирует значения ключевых индикаторов состояния	Знать: математические методы прогнозирования ключевых	Ключевой индикатор — индекс МосБиржи (I_t). Факторы внешней среды: цена нефти (Q_t), ключевая ставка (r_t); внутренней среды: объём торгов (V_t), волатильность (σ_t)



Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
	финансового рынка, осуществляет моделирование факторов внешней и внутренней среды, определяющих изменение состояния финансового рынка	индикаторов финансового рынка (регрессионные модели, ARIMA, экспоненциальное сглаживание) и способы формализации факторов внешней и внутренней среды (макроэкономические переменные, рыночные индикаторы, регуляторные параметры) в виде входных переменных прогнозных моделей. Уметь: строить прогнозные математические модели ключевых индикаторов состояния финансового рынка, включая в них	1. Запишите спецификацию линейной факторной модели. 2. Укажите ожидаемые знаки коэффициентов и обоснуйте их. 3. Оцените параметры модели и запишите оценённую факторную модель.



Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
		в формализованном виде факторы внешней среды (например, ключевая ставка, ВВП, инфляция) и внутренней среды (объём торгов, спреда, волатильность), и осуществлять сценарный прогноз значений индикатора.	



Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания									
	4. Применяет обоснованные решения на финансовом рынке, опираясь на результаты проведенного анализа	Знать: математические основы принятия обоснованных решений на финансовом рынке, включая модели оптимизации портфеля, модели ценообразования опционов и критерии выбора оптимальной стратегии (максимизация ожидаемой полезности, минимизация риска при заданной доходности). Уметь: применять результаты анализа состояния и прогноза финансового рынка для обоснованного выбора решений.	Даны две акции. Коэффициент корреляции между доходностями: $\rho = 0,5$ <table><tr><td>Акция</td><td>Ожидаемая доходность</td><td>Стандартное отклонение</td></tr><tr><td>A</td><td>20%</td><td>30%</td></tr><tr><td>B</td><td>10%</td><td></td></tr></table> 1. Рассчитайте ожидаемую доходность портфеля, если $w_A = 0,6$ и $w_B = 0,4$ 2. Рассчитайте риск (стандартное отклонение) этого портфеля. 3. Определите веса портфеля с минимальным риском.	Акция	Ожидаемая доходность	Стандартное отклонение	A	20%	30%	B	10%	
Акция	Ожидаемая доходность	Стандартное отклонение										
A	20%	30%										
B	10%											



Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания																		
ПКП-4. Способность применять математический аппарат при разработке вычислительных алгоритмов	1. Владеет математическим аппаратом, необходимым для разработки вычислительных алгоритмов.	Знать: математический аппарат, необходимый для разработки вычислительных алгоритмов: основы линейной алгебры (матричные операции, решение систем уравнений), математического анализа (производные, градиент, оптимизация), теории вероятностей и математической статистики (распределения, оценки параметров, проверка гипотез), эконометрики (МНК, ОМНК), а также численные методы (решение	Известны доходности активов за 5 периодов, приведенные в таблице ниже.																		
			<table><tr><th>Период</th><th>Актив А (%)</th><th>Актив В (%)</th></tr><tr><td>1</td><td>10</td><td>5</td></tr><tr><td>2</td><td>12</td><td>6</td></tr><tr><td>3</td><td>8</td><td>4</td></tr><tr><td>4</td><td>14</td><td>7</td></tr><tr><td>5</td><td>11</td><td>5</td></tr></table>	Период	Актив А (%)	Актив В (%)	1	10	5	2	12	6	3	8	4	4	14	7	5	11	5
			Период	Актив А (%)	Актив В (%)																
			1	10	5																
			2	12	6																
			3	8	4																
			4	14	7																
5	11	5																			
Формализуйте задачу в виде математической оптимизационной задачи:																					
1. Запишите целевую функцию (минимизация дисперсии портфеля) и ограничение (сумма весов = 1).																					
2. Разработайте вычислительный алгоритм для расчёта: выборочных средних доходностей активов, выборочных дисперсий и ковариации, оптимальных весов портфеля минимального риска.																					
3. Укажите, какой численный метод или аналитическая формула используется на каждом шаге.																					
4. Запишите формулу для расчёта веса w_A через дисперсии и ковариацию.																					
5. Рассчитайте численно веса портфеля минимального риска по данным из таблицы.																					



Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
		уравнений, оптимизация, метод Монте-Карло). Уметь: применять математический аппарат при разработке вычислительных алгоритмов для финансовых задач: формализовать задачу в виде системы уравнений или оптимизационной проблемы, выбирать и реализовывать численный метод, обосновывать корректность алгоритма решения задач.	
	2. Разрабатывает вычислительные алгоритмы	Знать: принципы разработки вычислительных алгоритмов	Расчёт волатильности европейского опциона колл по модели Блэка–Шоулза. Известны: • рыночная цена опциона $C_{\text{рын}} = 10$ тыс. руб.



Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
	ритмы для решения прикладных задач.	для решения прикладных финансовых задач: этапы алгоритмизации (постановка, формализация, выбор метода, реализация, тестирование), основные алгоритмические конструкции (ветвления, циклы, рекурсия), способы оценки сложности алгоритмов и критерии их корректности. Уметь: разрабатывать вычислительные алгоритмы для прикладных задач финансового рынка: формализовать исходную задачу в виде	• текущая цена базового актива $S_0 = 100$ тыс. руб. • цена исполнения $K = 105$ тыс. руб. • время до экспирации $T = 0,5$ года • безрисковая ставка $r = 8\%$ Функция цены опциона по Блэку–Шоулзу: $C_{\text{теор}} = S_0 N d_1 - K e^{-rT} N d_2$ где $d_1 = \frac{\ln S_0 / K + r + \sigma^2 / 2T}{\sigma \sqrt{T}}, \quad d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T}$ Найти σ (волатильность), при котором $C_{\text{теор}} = C_{\text{рын}}$. Разработать вычислительный алгоритм для расчёта цены европейского опциона колл по формуле Блэка–Шоулза. 1. Запишите формальное описание задачи: что дано, что нужно вычислить. 2. Разработайте вычислительный алгоритм в виде последовательности шагов. 3. Укажите, какие промежуточные величины необходимо вычислить и в каком порядке.



Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
		последовательности вычислительных шагов, выбирать подходящий математический метод решения, реализовывать алгоритм в программном коде, проводить тестирование на контрольных примерах.	
ПКП-5. Способность применять математическое моделирование для решения прикладных задач	1. Демонстрирует знания в области теории и методологии математического моделирования и системного анализа процессов.	Знать: теорию и методологию математического моделирования и системного анализа: классификацию моделей, этапы моделирования, принципы декомпозиции и агрегирования, критерии адекватности моделей.	Постройте прогноз влияние повышения ключевой ставки ЦБ на доходность портфеля акций и облигаций. Рассмотрите финансовый рынок как систему. 1. Назовите элементы системы и связи между ними. 2. Определите, к какому типу моделей (детерминированная / стохастическая, статическая / динамическая, аналитическая / имитационная) относится ваша будущая модель и почему. 3. Перечислите этапы моделирования в правильном порядке. 4. Укажите два критерия адекватности построенной модели.



Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
		Уметь: применять методологию системного анализа для формализации финансовых процессов, выбирать тип математической модели в зависимости от прикладной задачи и обосновывать её адекватность.	
	2. Строит математические модели, анализирует и интерпретирует результаты моделирования для решения задач прикладного характера, в том числе в части проектирования про-	Знать: принципы построения математических моделей для прикладных задач финансового рынка, методы анализа и интерпретации результатов моделирования, а также способы формализации требова-	Оцените справедливую стоимость европейского опциона колл и проинтерпретируйте результат для принятия торгового решения. Сформулируйте требования к программной реализации модели оценки европейского опциона (например, точность вычислений, формат входных/выходных данных). Исходные данные: Рыночная цена опциона — 7,50 руб. Текущая цена базового актива $S = 10$ тыс. руб.,



Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
	граммного обеспечения.	ний к программному обеспечению на основе разработанных моделей. Уметь: строить математические модели прикладных задач на финансовом рынке, анализировать и интерпретировать полученные результаты с точки зрения их практической применимости, а также формулировать требования к программной реализации для разработчиков.	Цена исполнения опциона $K = 10,5$ тыс. руб., Время до экспирации $T = 0,5$ года, Безрисковая ставка $r = 0,08$ (8%), Волатильность $\sigma = 0,25$.



Примеры практико-ориентированных заданий

Задание 1. Проверка законов арксинуса на реальных данных

Объект исследования: Динамика котировок индекса МосБиржи (IMOEX) или S&P 500 за последние 10 лет.

Задача:

1. Загрузить ежедневные цены закрытия и рассчитать логарифмические доходности.
2. Провести симуляцию 1000 траекторий случайного блуждания с параметрами (μ , σ), оцененными по выборке.
3. Для каждой траектории и для реального ряда рассчитать долю времени, когда цена находилась выше начального значения.
4. Построить гистограмму распределения этого времени и сопоставить её с теоретической плотностью распределения арксинуса.
5. Сформулировать вывод о применимости классических моделей Башелье и Самуэльсона к анализируемому активу.

Задание 2. Сравнительный анализ распределений доходностей

Объект исследования: Акции технологического сектора (высокая волатильность).

Задача:

1. Построить гистограмму доходностей и квантиль-квантиль график относительно нормального распределения.
2. Используя метод максимального правдоподобия, оценить параметры устойчивого распределения и обобщенного гиперболического распределения.
3. Провести визуальное сравнение: наложить графики плотностей полученных распределений на гистограмму.
4. Рассчитать 99% VaR тремя способами: через нормальное распределение, через историческое моделирование и через оцененное устойчивое распределение.
5. Обосновать, какое распределение лучше описывает «тяжелые хвосты» данного актива.

Задание 3. Бэктестинг VaR-модели и реализация теста Купика

Объект исследования: Портфель из 5 ликвидных акций.

Задача:

1. Рассчитать ежедневный 95% и 99% VaR портфеля за последние 252 торговых дня (прогнозный период) на основе данных предыдущего года.
2. Выявить количество «пробоев» (дней, когда реальный убыток по портфелю превысил расчетный VaR).



3. Реализовать алгоритм теста Купика: рассчитать статистику логарифмического отношения правдоподобия.
4. Определить р-значение теста и сделать статистический вывод об адекватности используемой модели риска. Если модель неадекватна, предложить способ её корректировки.

Задание 4. Моделирование системного риска с помощью копул

Объект исследования: Пара активов «Нефть Brent — Индекс акций» или «USD/RUB — Индекс облигаций».

Задача:

1. Рассчитать коэффициент корреляции Пирсона для пары активов.
2. Построить диаграмму рассеяния доходностей и выявить наличие нелинейных зависимостей в «хвостах».
3. Оценить параметры Гауссовой копулы и копулы Стюдента.
4. Сравнить коэффициенты хвостовой зависимости.
5. С помощью симуляции на основе копул оценить вероятность события, при котором оба актива одновременно упадут более чем на 3% за день. Сравнить этот результат с прогнозом на основе стандартного нормального распределения.

Задание 5. Стресс-тестирование опционной стратегии

Объект исследования: Стратегия «Стэддл» (покупка колл и пут опционов с одинаковым страйком).

Задача:

1. Рассчитать стоимость опционов по модели Блэка–Шоулза для текущих параметров рынка.
2. Построить профиль выплат и график прибыли/убытка стратегии.
3. Провести стресс-тест: рассчитать изменение стоимости позиции при мгновенном падении базового актива на 15% и одновременном росте подразумеваемой волатильности на 10 процентных пунктов.
4. Оценить параметры «греки» и объяснить их роль в полученном финансовом результате.

Примеры вопросов для подготовки к промежуточной аттестации

1. Понятие экономико-математической модели финансового рынка и этапы её построения.
2. Гипотеза эффективного рынка и её влияние на выбор стратегии моделирования (активное и пассивное управление).



3. Сравнительный анализ модели Башелье и модели Самуэльсона: математические различия и область применения.
4. Концепция случайных блужданий в дискретном и непрерывном времени.
5. Первый закон арксинуса: экономический смысл и расчет вероятности нахождения цены в прибыльной зоне.
6. Второй закон арксинуса: интерпретация моментов достижения максимальных и минимальных цен на временном интервале.
7. Методология формализации факторов финансового рынка: лаговые переменные и фиктивные переменные.
8. Проблема выбора «лучшей» модели: сравнительный анализ информационных критериев Акаике и Шварца.
9. Диагностика остатков регрессионных моделей: автокорреляция, гетероскедастичность и проверка на нормальность.
10. Феномен «тяжелых хвостов» и причины его возникновения на финансовых рынках.
11. Устойчивые распределения: параметры α , β , γ , δ и их роль в моделировании рыночных шоков.
12. Обобщенные гиперболические распределения: преимущества перед нормальным распределением при оценке рисков.
13. Эволюция портфельной теории: от классической модели Марковица к учету ненормальности распределений.
14. Меры риска VaR и CVaR: математические свойства и сравнительная характеристика.
15. Методология бэктестинга моделей риска. Тест Купика: постановка гипотез и интерпретация результатов.
16. Ограничения линейной корреляции Пирсона в анализе совместных рисков активов.
17. Теория копул: теорема Склера и разделение маргинальных распределений и структуры зависимости.
18. Понятие хвостовой зависимости: Гауссова копула против копулы Стьюдента.
19. Риск-нейтральное оценивание в биномиальной модели Кокса–Росса–Рубинштейна.
20. Модель Блэка–Шоулза: допущения модели, вывод формулы и её ограничения.
21. Параметры чувствительности («Греки»): Дельта, Гамма, Вега, Тета и их использование в управлении опционным портфелем.
22. Понятие подразумеваемой волатильности и методы её численного нахождения.



23. Метод имитационного моделирования Монте-Карло: алгоритм генерации траекторий и расчет цен инструментов.
24. Методология и цели проведения стресс-тестирования: исторические и гипотетические сценарии («черные лебеди»).



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

Основная литература:

1. Бабешко, Людмила Олеговна Эконометрика и эконометрическое моделирование в Excel и R : Учебник / Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации 1 Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2025 300 с. (Высшее образование (Финансовый университет)) ВО - Магистратура <https://znanium.ru/catalog/document?id=458136> ISBN 978-5-16-020683-7 ISBN 978-5-16-109181-4 (электр. издание) . [БИК ID: RU\infra-m\znanium\bibl\2186880]
2. Бабайцев, Владимир Алексеевич Математические методы финансового анализа : учебное пособие для вузов / В. А. Бабайцев, В. Б. Гисин. 2-е изд., испр. и доп Электрон. дан. Москва : Юрайт, 2026 169 с (Высшее образование) URL: <https://urait.ru/bcode/586348> (дата обращения: 27.02.2026). Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей <https://urait.ru/bcode/586348> ISBN 978-5-534-17101-3 : 1019.00. [БИК ID: RU2fURAIT2f586348]

Дополнительная литература:

1. Энциклопедия финансового риск-менеджмента : Справочная литература 4 Москва : ООО "Альпина Паблишер", 2026 932 с. Профессиональное образование <https://znanium.ru/catalog/document?id=473482> ISBN 978-5-9614-0824-9. [БИК ID: RU\infra-m\znanium\bibl\2235109]
2. Богун, В. В. Программирование задач по финансовой математике на языке программирования Python : учебное пособие / В. В. Богун ; Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации ; Департамент математики Москва : Прометей, 2025 172 с. : ил., табл. Библиогр. в кн Режим доступа: электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE», требуется авторизация <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=721368> ISBN 978-5-00172-780-4. [БИК ID: BIBLIOCLUB\0000721368]

Нормативные правовые акты:



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

1. Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека ОНЛАЙН"
<http://biblioclub.ru/>
2. Электронно-библиотечная система Znanium <http://www.znanium.com>
3. Электронно-библиотечная система издательства "Лань" <https://e.lanbook.com/>
4. Образовательная платформа "ЮРАЙТ" <https://urait.ru/>
5. Электронная библиотека Финансового университета (ЭБ) <http://elib.fa.ru/>
(<http://library.fa.ru/files/elibfa.pdf>)



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 «Университет», далее «Единая правовая база Финуниверситета», раздел "Организация учебного процесса", "Нормативные документы по самостоятельной работе").

Самостоятельная работа студентов проходит аудиторно и внеаудиторно. Организацией самостоятельной работы служит учебно-тематический план изучения дисциплины. В этом плане указана тематика лекций, практических занятий, вопросы и задания для самостоятельной работы.

Лекционные занятия проводятся в соответствии с тематическим планом, при изложении материала активно используются презентации. При иллюстрации лекционного материала и решении задач используются Calc LibreOffice, Gretl и программные коды на языке Python.

При подготовке к лекции следует предварительно познакомиться с ее содержанием по рекомендованному списку литературы. Содержание лекций следует конспектировать, при подготовке к занятиям редактировать, при необходимости формулировать вопросы для обсуждения на консультациях.

Проведение практических занятий осуществляется в компьютерных классах и включает в себя разработку экономико-математических моделей и их реализацию программными средствами. При подготовке к практическому занятию необходимо изучить соответствующий теоретический материал. Во время занятия необходимо подробно записывать алгоритмы реализации типовых задач в LibreOffice Calc, Gretl и программные коды функций на языке Python.

Практические занятия проходят, как правило, в интерактивной форме и преподаватель учитывает активность студентов в процессе решения предложенных задач и поиска ответов на вопросы. Контроль выполнения домашних заданий осуществляется в ходе практических занятий.

Домашняя контрольная работа является одной из основных форм текущего контроля самостоятельной работы студентов по дисциплине «Экономико-математическое моделирование на финансовых рынках». Примерное время выполнения составляет 4 часа. Каждый вариант домашней контрольной работы (ДКР) 43 содержит несколько задач, выполняя которые, студент демонстрирует умение



решать типовые эконометрические задачи и проводить типовые расчеты на компьютере.

Сроки выполнения ДКР указываются в учебно-тематическом плане изучения дисциплины. Конкретные сроки сдачи ДКР устанавливаются преподавателем. Оценка за ДКР выставляется по итогам проверки отчета и устного собеседования по работе. Эта оценка является существенной составляющей оценки самостоятельной работы студента в течение семестра.



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

Комплект лицензионного программного обеспечения:

1. Python 3.8
2. Microsoft Office (Windows)
3. Libre Office
4. Gretl
5. Jupyter Notebook (Windows 10)
6. Kaspersky

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Язык программирования Python 3. <https://pythonworld.ru/>
2. Размещение ЭУК: <https://www.campus.fa.ru/>
3. Российский статистический ежегодник / Росстат. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994>
4. Эконометрический пакет R и интерфейс RStudio или другие системы компьютерной математики (например, MAXIMA или Wolfram A)
5. Статистическая база данных Росстата, Федерального казначейства, Международного валютного фонда World Economic Outlook Database, IMF International Financial Statistics.
6. Cbonds.ru
7. Электронная библиотека Финансового университета (ЭБ) <http://elib.fa.ru/>

Сертифицированные программные и аппаратные средства защиты информации

1. не предусмотрены

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

1. **Компьютерный класс** для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, в том числе групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенный оборудованием и техническими средствами обучения: мебель аудиторная (столы, стулья, доска аудиторная), персональные компьютеры, набор демонстрационного оборудования (проектор, экран)



2. Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, в том числе групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения: мебель аудиторная (столы, стулья, доска аудиторная), набор демонстрационного оборудования (проектор, экран)