

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Волков В.В.

Должность: Ректор

Дата подписания: 14.05.2023 18:39:58

Уникальный программный ключ:

ed68fd4b85b778e0f0b1bfea5dbc56cf4148f1229917e799a70e3191f380051f

**Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования
«Европейский университет в Санкт-Петербурге»**

Факультет экономики

УТВЕРЖДАЮ:


Ректор В.В. Волков
«03» мая 2023 г.
Протокол Ученого Совета
№ 2 от 03 мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
Математические модели финансовой экономики

образовательная программа
направление подготовки
38.04.01 Экономика

направленность (профиль)
«Финансовая экономика»
программа подготовки – магистратура

язык обучения – русский
форма обучения - очная

квалификация (степень) выпускника
Магистр

Санкт-Петербург

Автор:

Лифшиц Б.А., кандидат физико-математических наук, доцент факультета экономики АНООВО «ЕУСПб»

Рецензент:

Маракуева М.А., кандидат экономических наук, доцент факультета экономики АНООВО «ЕУСПб»

Рабочая программа дисциплины **«Математические модели финансовой экономики»**, входящей в образовательную программу уровня магистратуры «Финансовая экономика», утверждена на заседании Совета факультета экономики

Протокол заседания № 9 от 26 февраля 2021 года.

АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ
«Математические модели финансовой экономики»
Б1.В.12

Дисциплина **«Математические модели финансовой экономики»** является обязательной дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1. Дисциплины (модули) основной профессиональной образовательной программы высшего образования «Финансовая экономика» по направлению подготовки 38.04.01 Экономика.

Дисциплина реализуется на факультете экономики.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций, которыми должен обладать выпускник, освоивший программу магистратуры:

профессиональных компетенций (ПК):

— способен анализировать и разрабатывать методические материалы, локальные нормативные акты по управлению рисками, формулировать рекомендации по оптимизации процесса управления рисками, упорядочивать процесс управления рисками в целостную систему с четко определенными характеристиками и структурой (ПК-4);

— способен собирать, анализировать и предоставлять достоверную информацию в масштабах всего спектра финансовых услуг, учитывать текущую финансовую ситуацию и перспективу при оценке финансовых задач, планировать, прогнозировать и оценивать изменения финансовой ситуации, выступать в качестве эксперта в процессе принятия финансовых (инвестиционных) решений (ПК-6).

Содержание дисциплины **«Математические модели финансовой экономики»** охватывает круг вопросов, связанных с математическим описанием финансовых переменных, моделированием фондовых активов с учетом их стохастического поведения и оценки сопутствующих рисков. Дисциплина предусматривает компактное ознакомление слушателей с базовым инструментарием современной финансовой инженерии: стохастическим анализом, теорией диффузионных процессов, вероятностным представлением решений дифференциальных уравнений. Основные понятия и результаты сопровождаются естественной финансовой интерпретацией. Рассматриваемая теория находит применение к вопросам определения справедливой (рациональной) стоимости контрактов, конструированию и изучению математических моделей поведения базовых активов, проверке соответствия рассматриваемых моделей реальной наблюдаемой динамике финансового рынка.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа магистранта.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточный контроль в форме зачета с оценкой (в конце 6 модуля).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Программой дисциплины предусмотрены: 7 лекционных часов, 14 часов практических занятий, 42 часа самостоятельной работы магистранта, 9 часов промежуточного контроля.

Содержание

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	7
4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ	7
5. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ	8
5.1 Содержание дисциплины	8
5.2 Структура дисциплины	9
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	9
6.1 Общие положения.....	9
6.2 Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины.....	10
6.3 Перечень основных вопросов по изучаемым темам для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	11
6.4 Перечень литературы для самостоятельной работы обучающегося.....	11
6.5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы.....	11
7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	12
7.1 Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе текущей аттестации	12
7.2 Контрольные задания для текущей аттестации	15
7.2.1. Примеры заданий для опросов на занятиях	15
7.2.2. Примеры контрольных работ	16
7.2.3. Примеры тем для рефератов.....	16
7.3 Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе промежуточной аттестации	17
7.4 Типовые задания к промежуточной аттестации	19
7.5 Средства оценки индикаторов достижения компетенций	19
8. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	21
8.1. Основная литература	21
8.2. Дополнительная литература	21
9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА	21
9.1 Программное обеспечение.....	21
9.2 Перечень информационно-справочных систем и профессиональных баз данных информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:	21
9.3 Лицензионные электронные ресурсы библиотеки Университета	22
9.4 Электронная информационно-образовательная среда Университета.....	23
10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА	23
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	25

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Математические модели финансовой экономики» является введение в современную экономико-математическую теорию инвестирования и ценообразования, оперирующую моделями фондовых активов с учетом их стохастического поведения и оценки сопутствующих рисков. Современные процедуры анализа финансовых показателей объединены идеей разложения случайных переменных на две составляющие – предсказуемую и риск–нейтральную. Представленные в курсе методы такого разложения иллюстрируются на примерах и моделях разной сложности. Программа курса предусматривает компактное ознакомление слушателей с базовым инструментарием современной финансовой инженерии: стохастическим анализом (исчислением Ито), теорией диффузионных процессов (уравнения Колмогорова, теорема Гирсанова), вероятностным представлением решений дифференциальных уравнений (формула Фейнмана–Каца). Основные понятия и результаты стохастических моделей фондовых активов сопровождаются естественной финансовой интерпретацией.

Задачи освоения дисциплины:

1. формирование у студентов комплекса фундаментальных и прикладных знаний, необходимых для аналитического исследования фондовых активов с учетом их стохастического поведения и оценки сопутствующих рисков;
2. формирование у студентов понимания основных закономерностей вероятностного описания финансовых переменных;
3. развитие навыков самостоятельного использования освоенных моделей для анализа финансового рынка;
4. формирование культуры делового поведения при взаимодействии с коллективом в процессе осуществления профессиональной деятельности.
5. Данные цели и задачи дисциплины «Математические модели финансовой экономики» сформированы в соответствии со следующими видами профессиональной деятельности, выбранной для данной программы академической магистратуры: научно-исследовательская, проектно-экономическая, аналитическая.

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен овладеть следующими компетенциями: профессиональными (ПК). Планируемые результаты формирования компетенций и индикаторы их достижения в результате освоения дисциплины представлены в Таблице 1.

Таблица 1

Планируемые результаты освоения дисциплины, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций обучающихся

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть)
ПК-4 Способен анализировать и разрабатывать методические материалы, локальные нормативные акты по управлению рисками, формулировать рекомендации по оптимизации процесса управления	ИД.ПК-4.1. Формирование методологических основ интегральной системы управления рисками, формирование основных принципов разработки локальных нормативных актов по управлению рисками на уровне крупных организаций и подразделений	Знать: национальные и международные стандарты, лучшие практики по построению систем управления рисками, законодательство Российской Федерации и отраслевые стандарты по управлению рисками З (ПК-4)
	ИД.ПК-4.2. Разработка стандартов организации, методических и нормативных документов в сфере обеспечения функционирования и координации процесса управления рисками	Уметь: внедрять системы управления рисками на уровне организации, подразделения, анализировать изменения корпоративной нормативной базы по вопросам управления рисками, выявлять внешний и внутренний

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть)
рисками, упорядочивать процесс управления рисками в целостную систему с четко определенными характеристиками и структурой	ИД.ПК-4.3. Консультирование по вопросам управления рисками в организации ИД.ПК-4.4. Поддержание и совершенствование культуры управления рисками в организации	<p>контекст функционирования организации, разрабатывать регламентирующие документы по управлению рисками, применять термины и принципы риск-менеджмента, описывать бизнес-процессы с учетом рисков, вырабатывать рекомендации по принятию решений в сфере управления рисками У (ПК-4)</p> <p>Владеть: навыками декомпозиции стратегических целей организации в задачи подразделения на основании корпоративных нормативных документов по управлению рисками, разработки регламентов деятельности подразделения по управлению рисками и отдельных работников, реализации плана построения системы управления рисками В (ПК-4)</p>
ПК-6 Способен собирать, анализировать и предоставлять достоверную информацию в масштабах всего спектра финансовых услуг, учитывать текущую финансовую ситуацию и перспективу при оценке финансовых задач, планировать, прогнозировать и оценивать изменения финансовой ситуации, выступать в качестве эксперта в процессе принятия финансовых (инвестиционных) решений	ИД.ПК-6.1. Предоставляет полный спектр информации о состоянии и перспективах рынка, тенденциях в изменении курсов ценных бумаг, иностранной валюты, условий по банковским продуктам и услугам ИД.ПК-6.2. Разъясняет экономические и правовые последствия финансовых решений ИД.ПК-6.3. Планирует, прогнозирует и оценивает изменения финансовой ситуации	<p>Знать: необходимый спектр финансовых продуктов и услуг, экономические и юридические аспекты инвестиционной и страховой деятельности З (ПК-6)</p> <p>Уметь: собирать, анализировать и предоставлять достоверную информацию в масштабах всего спектра финансовых (инвестиционных) услуг, выступать в качестве эксперта в процессе принятия важных финансовых (инвестиционных) решений, осуществлять профессиональные консультации, гарантирующие понимание всех преимуществ, возможностей и рисков, учитывать текущую финансовую ситуацию и перспективу при оценке предложений, направленных на решение финансовых задач У (ПК-6)</p> <p>Владеть: навыками планирования, прогнозирования и оценки изменения финансовой ситуации при пользовании финансовыми (инвестиционными) услугами, проверки достоверности информации об инвестиционной услуге с экономической и с юридической точек зрения В (ПК-6)</p>

В результате освоения дисциплины магистрант должен:

ЗНАТЬ:

- основные принципы описания вероятностных характеристик финансовых переменных;
- основные методы анализа случайных функций;
- основные конструкции стохастического анализа финансовых моделей.

УМЕТЬ:

- исследовать условные и безусловные числовые характеристики случайных переменных с помощью условных и безусловных плотностей, характеристических функций, операторов прогнозирования;
- строить компенсаторы и безрисковые компоненты случайных процессов;
- проверять марковское свойство гауссовских процессов;
- вычислять квадратическую вариацию стохастических интегралов находить финальные вероятности процессов Маркова.

ВЛАДЕТЬ:

- навыками аналитического исследования стохастических моделей финансовой теории;
- пониманием основных закономерностей вероятностного описания финансовых переменных;
- навыками самостоятельного использования освоенных моделей.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «**Математические модели финансовой экономики**» является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы «Финансовая экономика». Код дисциплины по Учебному плану Б1.В.12. Курс читается в шестом модуле, форма промежуточной аттестации – зачет с оценкой.

Успешное освоение дисциплины предполагает наличие у обучающегося знаний, умений и навыков, полученных в ходе изучения дисциплины:

Б1.В.01 Математика для экономистов: оптимизация

Б1.В.02 Математика для экономистов: динамика.

Знания, умения и навыки, полученные при освоении данной дисциплины, применяются магистрантами в процессе изучения различных дисциплин, а также прохождения учебной и производственной практик.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 (две) зачетных единицы, 72 часа.

Таблица 2

Объем дисциплины

Типы учебных занятий и самостоятельная работа	Объем дисциплины										
	Всего	Модуль									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Очная форма обучения</i>											
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП:	21	-	-	-	-	-	21	-	-	-	-
лекционного типа (Лек)	7	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-
лабораторные занятия (Лаб)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
практические занятия (Пр)	14	-	-	-	-	-	14	-	-	-	-
Самостоятельная работа обучающихся (СР)	42	-	-	-	-	-	42	-	-	-	-
Промежуточная аттестация	форма	Зачет с оценкой	-	-	-	-	Зачет с оценкой	-	-	-	-
	час.	9	-	-	-	-	9	-	-	-	-
Общая трудоемкость (час. / з.е.)	72/2	-	-	-	-	-	72/2-	-	-	-	-

5. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Содержание дисциплины соотносится с планируемыми результатами обучения по дисциплине: через задачи, формируемые компетенции и их компоненты (знания, умения, навыки – далее ЗУВ) по средствам индикаторов достижения компетенций в соответствии с Таблицей 3.

5.1 Содержание дисциплины

Таблица 3

Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание тем (разделов)	Коды компетенций	Индикаторы компетенций (в соот. с Таблицей 1)	Коды ЗУВ (в соот. с Таблицей 1)
1	Обзор методов теории случайных процессов	Случайные функции и их числовые характеристики. Стационарные системы	ПК-4 ПК-6	ИД.ПК-4.1. ИД.ПК-4.2. ИД.ПК-4.3. ИД.ПК-4.4. ИД.ПК-6.1. ИД.ПК-6.2. ИД.ПК-6.3.	3 (ПК-4) У (ПК-4) В (ПК-4) 3 (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)
2	Линейный и нелинейный прогноз	Условные числовые характеристики. Теорема о нормальной корреляции. Прогноз в гауссовских системах.	ПК-4 ПК-6	ИД.ПК-4.1. ИД.ПК-4.2. ИД.ПК-4.3. ИД.ПК-4.4. ИД.ПК-6.1. ИД.ПК-6.2. ИД.ПК-6.3.	3 (ПК-4) У (ПК-4) В (ПК-4) 3 (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)
3	Марковские модели финансовых переменных	Процессы с независимыми приращениями. Процесс броуновского движения. Квадратическая вариация.	ПК-4 ПК-6	ИД.ПК-4.1. ИД.ПК-4.2. ИД.ПК-4.3. ИД.ПК-4.4. ИД.ПК-6.1. ИД.ПК-6.2. ИД.ПК-6.3.	3 (ПК-4) У (ПК-4) В (ПК-4) 3 (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)
4	Мартингалы	Компенсаторы. Максимальные неравенства. Пределы. Разложение Дуба. Риск-нейтральное распределение базового актива.	ПК-4 ПК-6	ИД.ПК-4.1. ИД.ПК-4.2. ИД.ПК-4.3. ИД.ПК-4.4. ИД.ПК-6.1. ИД.ПК-6.2. ИД.ПК-6.3.	3 (ПК-4) У (ПК-4) В (ПК-4) 3 (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)
5	Производящий оператор	Марковские семейства. Уравнения Колмогорова. Резольвента. Производящий оператор процесса Пуассона.	ПК-4 ПК-6	ИД.ПК-4.1. ИД.ПК-4.2. ИД.ПК-4.3. ИД.ПК-4.4. ИД.ПК-6.1. ИД.ПК-6.2. ИД.ПК-6.3.	3 (ПК-4) У (ПК-4) В (ПК-4) 3 (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)
6	Стохастические дифференциалы	Формула Ито. Геометрическое броуновское движение – модель Самуэльсона. Производящий оператор диффузионного процесса.	ПК-4 ПК-6	ИД.ПК-4.1. ИД.ПК-4.2. ИД.ПК-4.3. ИД.ПК-4.4. ИД.ПК-6.1. ИД.ПК-6.2. ИД.ПК-6.3.	3 (ПК-4) У (ПК-4) В (ПК-4) 3 (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)
7	Стохастические дифференциальные уравнения	Диффузионные модели. Числовые характеристики решений. Уравнение Фейнмана–Каца и уравнение Мертона. Теорема Гирсанова. Риск-нейтральное распределение для диффузионного рынка.	ПК-4 ПК-6	ИД.ПК-4.1. ИД.ПК-4.2. ИД.ПК-4.3. ИД.ПК-4.4. ИД.ПК-6.1. ИД.ПК-6.2. ИД.ПК-6.3.	3 (ПК-4) У (ПК-4) В (ПК-4) 3 (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)

5.2 Структура дисциплины

Таблица 4

Структура дисциплины							
№ п/п	Наименование тем (разделов)	Объем дисциплины, час.				СР	Форма текущего контроля успеваемости*, промежуточной аттестации
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по типам учебных занятий в соответствии с УП				
			Лек	Лаб	Пр		
<i>Очная форма обучения</i>							
Тема 1	Понятие "Математические модели финансовой экономики". Принятие инвестиционных решений: оценка риска и отдачи на инвестиции	9	1	-	2	6	О
Тема 2	Принципы корпоративного управления и их применение для достижения целей фирмы	9	1	-	2	6	О
Тема 3	Определение минимальной необходимой ставки доходности	9	1	-	2	6	О
Тема 4	Анализ финансовой отчетности. Предпринимательский и финансовый риск	9	1	-	2	6	КР
Тема 5	Техника инвестиционного анализа	9	1	-	2	6	О
Тема 6	Эффективная структура капитала	9	1	-	2	6	О
Тема 7	Принципы принятия решений об изъятии средств в пользу акционеров	9	1	-	2	6	Р
Промежуточная аттестация		9	-	-	-	-	Зачет с оценкой
Всего:		72	7	-	14	42	9

*Примечание: формы текущего контроля успеваемости: опрос (О), контрольная работа (КР), реферат (Р).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1 Общие положения

Знания и навыки, полученные в результате лекций и семинарских занятий, закрепляются и развиваются в результате повторения материала, усвоенного в аудитории, путем чтения текстов и исследовательской литературы (из списков основной и дополнительной литературы) и их анализа.

Самостоятельная работа является важнейшей частью процесса высшего образования. Ее следует осознанно организовать, выделив для этого необходимое время и соответствующим образом организовав рабочее пространство. Важнейшим элементом самостоятельной работы является проработка материалов прошедших занятий (анализ конспектов, чтение рекомендованной литературы) и подготовка к следующим лекциям/практическим (семинарским) занятиям. Литературу, рекомендованную в программе курса, следует, по возможности, читать в течение всего семестра, концентрируясь на обусловленных программой курса темах.

Существенную часть самостоятельной работы магистранта представляет самостоятельное изучение вспомогательных учебно-методических изданий, лекционных

конспектов, интернет-ресурсов и пр. Подготовка к практическим занятиям является важной формой работы магистранта. Самостоятельная работа может вестись как индивидуально, так и при содействии преподавателя.

6.2 Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины

Тема 1 Обзор методов теории случайных процессов

1.1. Повторение пройденного на лекциях и на практических занятиях материала – 3 часа.

1.2. Самостоятельная работа с рекомендованной литературой, поиск ответов на возникшие в ходе подготовки вопросы, подготовка к опросу – 3 часа. Итого: 6 часов.

Тема 2 Линейный и нелинейный прогноз

2.1. Повторение пройденного на лекциях и на практических занятиях материала – 2 часа.

2.2. Самостоятельная работа с рекомендованной литературой, поиск ответов на возникшие в ходе подготовки вопросы – 2 часа.

2.3. Подготовка к опросу и тесту на занятии – 2 часа. Итого: 6 часов.

Тема 3 Марковские модели финансовых переменных

3.1. Повторение пройденного на лекциях и на практических занятиях материала – 2 часа.

3.2. Самостоятельная работа с рекомендованной литературой, поиск ответов на возникшие в ходе подготовки вопросы – 2 часа.

3.3. Подготовка к опросу на занятии – 2 часа. Итого: 6 часов.

Тема 4 Мартингалы

4.1. Повторение пройденного на лекциях и на практических занятиях материала – 2 часа.

4.2. Самостоятельная работа с рекомендованной литературой, поиск ответов на возникшие в ходе подготовки вопросы – 2 часа.

4.3. Подготовка к контрольной работе – 2 часа. Итого: 6 часов.

Тема 5 Производящий оператор

5.1. Повторение пройденного на лекциях и на практических занятиях материала – 2 часа.

5.2. Самостоятельная работа с рекомендованной литературой, поиск ответов на возникшие в ходе подготовки вопросы – 2 часа.

5.3. Подготовка к опросу на занятии – 2 часа. Итого: 6 часов.

Тема 6 Стохастические дифференциалы

6.1. Повторение пройденного на лекциях и на практических занятиях материала – 2 часа.

6.2. Самостоятельная работа с рекомендованной литературой, поиск ответов на возникшие в ходе подготовки вопросы – 2 часа.

6.3. Подготовка к опросу на занятии – 2 часа. Итого: 6 часов.

Тема 7 Стохастические дифференциальные уравнения

7.1. Повторение пройденного на лекциях и на практических занятиях материала, самостоятельная работа с рекомендованной литературой, поиск ответов на возникшие в ходе подготовки вопросы – 3 часа.

7.2. Подготовка реферата – 3 часа. Итого: 6 часов.

6.3 Перечень основных вопросов по изучаемым темам для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Тема 1 Обзор методов теории случайных процессов

Случайные функции и их числовые характеристики. Стационарные системы. Ковариации, плотности и характеристические функции. Критерии независимости.

Тема 2 Линейный и нелинейный прогноз

Условные числовые характеристики. Теорема о нормальной корреляции. Ортогонализация и формулы Фурье. Условные плотности и условные вероятности. Прогноз в гауссовских системах.

Тема 3 Марковские модели финансовых переменных

Процессы с независимыми приращениями. Процесс броуновского движения. Свойства траекторий процессов с независимыми приращениями. Квадратическая вариация. Примеры поведения финансовых переменных.

Тема 4 Мартингалы

Компенсаторы. Максимальные неравенства. Пределы. Разложение Дуба. Риск-нейтральное распределение базового актива. Примеры поведения финансовых переменных.

Тема 5 Производящий оператор

Марковские семейства. Уравнения Колмогорова. Резольвента. Производящий оператор процесса Пуассона. Эволюция гладкой системы первого порядка.

Тема 6 Стохастические дифференциалы

Формула Ито. Геометрическое броуновское движение – модель Самуэльсона. Производящий оператор диффузионного процесса.

Тема 7 Стохастические дифференциальные уравнения

Диффузионные модели. Числовые характеристики решений. Уравнение Фейнмана-Каца и уравнение Мертона. Теорема Гирсанова. Риск-нейтральное распределение для диффузионного рынка.

6.4 Перечень литературы для самостоятельной работы обучающегося:

1) Асаул А. Н. Рынок ценных бумаг [Электронный ресурс]: учебник / А. Н. Асаул, В. К. Севек, Р. М. Севек. - Кызыл: Тыв ГУ, 2013. – 232 с. - URL: <http://biblioclub.ru.ez.eu.spb.ru/index.php?page=book&id=434767&sr=1> .

2) Жуков Е. Ф. Рынок ценных бумаг [Электронный ресурс]: учебник / Е.Ф. Жуков, Н. Д. Эриашвили, А. Б. Басе и др. – М.: Юнити-Дана, 2015. – 567 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117764&sr=1> .

6.5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

Для обеспечения самостоятельной работы магистрантов по дисциплине «**Математические модели финансовой экономики**» разработано учебно-методическое обеспечение в составе:

1. Контрольные задания для подготовки к процедурам текущего контроля (п. 7.2 Рабочей программы).
2. Типовые задания для подготовки к промежуточной аттестации (п. 7.4 Рабочей программы).

3. Рекомендуемые основная, дополнительная литература, Интернет-ресурсы и справочные системы (п. 8, 9 Рабочей программы).

4. Рабочая программа дисциплины размещена в электронной информационно-образовательной среде Университета на электронном учебно-методическом ресурсе АНООВО «ЕУСПб» — образовательном портале LMS Sakai — Sakai@EU.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1 Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе текущей аттестации

Информация о содержании и процедуре текущего контроля успеваемости, методике оценивания знаний, умений и навыков обучающегося в ходе текущего контроля доводятся научно-педагогическими работниками Университета до сведения обучающегося на первом занятии по данной дисциплине.

Текущий контроль предусматривает подготовку магистрантов к каждому занятию, активное слушание на лекциях, выполнение контрольных работ, участие в опросах на занятиях, подготовку реферата. Магистрант должен присутствовать на лекциях, отвечать на поставленные вопросы, показывая, что прочитал разбираемую литературу, представлять содержательные реплики по темам обсуждения.

Текущий контроль проводится в форме оценивания выполнения контрольных работ, участия в опросах, реферата, демонстрирующих степень знакомства магистрантов с дополнительной литературой.

Таблица 5

Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе текущей аттестации

Наименование тем (разделов)	Коды компетенций	Индикаторы компетенций	Коды ЗУВ (в соот. с Таблицей 1)	Формы текущего контроля успеваемости	Результаты текущего контроля
1. Обзор методов теории случайных процессов	ПК-4 ПК-6	ИД.ПК-4.1. ИД.ПК-4.2. ИД.ПК-4.3. ИД.ПК-4.4. ИД.ПК-6.1. ИД.ПК-6.2. ИД.ПК-6.3.	З (ПК-4) У (ПК-4) В (ПК-4) З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)	Опрос 1	зачтено/ не зачтено
2. Линейный и нелинейный прогноз	ПК-4 ПК-6	ИД.ПК-4.1. ИД.ПК-4.2. ИД.ПК-4.3. ИД.ПК-4.4. ИД.ПК-6.1. ИД.ПК-6.2. ИД.ПК-6.3.	З (ПК-4) У (ПК-4) В (ПК-4) З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)	Опрос 2	зачтено/ не зачтено
3. Марковские модели финансовых переменных	ПК-4 ПК-6	ИД.ПК-4.1. ИД.ПК-4.2. ИД.ПК-4.3. ИД.ПК-4.4. ИД.ПК-6.1. ИД.ПК-6.2. ИД.ПК-6.3.	З (ПК-4) У (ПК-4) В (ПК-4) З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)	Опрос 3	зачтено/ не зачтено
4. Мартингалы	ПК-4 ПК-6	ИД.ПК-4.1. ИД.ПК-4.2. ИД.ПК-4.3. ИД.ПК-4.4. ИД.ПК-6.1. ИД.ПК-6.2.	З (ПК-4) У (ПК-4) В (ПК-4) З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)	Контрольная работа 1	зачтено/ не зачтено

Наименование тем (разделов)	Коды компетенций	Индикаторы компетенций	Коды ЗУВ (в соот. с Таблицей 1)	Формы текущего контроля успеваемости	Результаты текущего контроля
		ИД.ПК-6.3.			
5.Производящий оператор	ПК-4 ПК-6	ИД.ПК-4.1. ИД.ПК-4.2. ИД.ПК-4.3. ИД.ПК-4.4. ИД.ПК-6.1. ИД.ПК-6.2. ИД.ПК-6.3.	З (ПК-4) У (ПК-4) В (ПК-4) З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)	Опрос 4	зачтено/ не зачтено
6.Стохастические дифференциалы	ПК-4 ПК-6	ИД.ПК-4.1. ИД.ПК-4.2. ИД.ПК-4.3. ИД.ПК-4.4. ИД.ПК-6.1. ИД.ПК-6.2. ИД.ПК-6.3.	З (ПК-4) У (ПК-4) В (ПК-4) З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)	Опрос 5	зачтено/ не зачтено
7.Стохастические дифференциальные уравнения	ПК-4 ПК-6	ИД.ПК-4.1. ИД.ПК-4.2. ИД.ПК-4.3. ИД.ПК-4.4. ИД.ПК-6.1. ИД.ПК-6.2. ИД.ПК-6.3.	З (ПК-4) У (ПК-4) В (ПК-4) З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)	Реферат 1	зачтено/ не зачтено

При освоении дисциплины опрос, контрольная работа и реферат оцениваются с использованием 100-балльной шкалы с последующим переводом в бинарную систему для получения результатов текущего контроля, фиксирующих ход образовательного процесса, согласно Таблице 6.

Таблица 6

Критерии оценивания

Формы текущего контроля успеваемости	Описание	Показатели	Количество баллов по 100-балльной шкале	Результаты текущего контроля
Контрольная работа	Контрольная работа призвана проверить текущие знания магистранта и проводится в присутствии преподавателя. При этом оценивается умение обучающихся анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши проигрыши реализации этих вариантов	Обучающийся правильно решает предложенные задачи и отвечает на все поставленные вопросы	81–100	зачтено
		Обучающийся решает предложенные задачи и отвечает на все поставленные в задании вопросы, но допускает при этом несущественные ошибки	61–80	
		Обучающийся демонстрирует знание основных положений теории, предлагает правильную идеологию решения задач	31–60	
		Обучающийся не знает основных положений теории, испытывает затруднения при решении задач	0–30	не зачтено

Формы текущего контроля успеваемости	Описание	Показатели	Количество баллов по 100-балльной шкале	Результаты текущего контроля
Опрос	Устный опрос заключается в кратком — не более 10 минут — задании тестовых вопросов аудитории в течение лекции, на которые обучающиеся должны дать ответ (коллективный или индивидуальный) с последующим его обоснованием. Опрос может проводиться как в начале лекции, когда он способствует актуализации имеющихся у обучающегося знаний, так и в рамках практических занятий, способствуя проверке усвоения обучающимися подготовленного лекционного материала	Студент уверенно владеет материалом в рамках рассматриваемой темы, полностью и четко излагает основные положения рассматриваемого вопроса в рекомендованной литературе, имеет активную позицию при дискуссии во время фронтального опроса, умеет аргументированно отстаивать свою позицию или согласиться с критикой, умеет суммировать обсуждение в рамках опроса для выработки эффективного решения проблемы	81–100	зачтено
		Студент уверенно владеет материалом в рамках рассматриваемой темы, умеет связать результаты рассматриваемой темы с экономической практикой; демонстрирует корректную позицию при дискуссии во время фронтального опроса	61–80	
		Студент плохо владеет материалом в рамках рассматриваемой темы, неудачно излагает основные положения рассматриваемого вопроса в рекомендованной литературе	31–60	
		Студент не готов к занятию. Студент недостаточно хорошо знаком с материалом для подготовки к занятию, его ответы односложны, он не участвует в общей дискуссии	0–30	
Реферат	Реферат представляет собой письменное изложение материала, дополняющего лекционный в рамках согласованной темы.	Полный, логичный и компактный обзор вопроса и основных результатов, наличие анализа связи математического аппарата с финансовой динамикой, точности формулировок описания основных выводов, к которым пришел автор, оформление текста и библиографии согласно установленным правилам, грамотного текста, выдержанного в научной стилистике	81–100	зачтено

Формы текущего контроля успеваемости	Описание	Показатели	Количество баллов по 100-балльной шкале	Результаты текущего контроля
		Хороший обзор вопроса, разумный анализ связи математического аппарата с финансовой динамикой, достаточно точные формулировки основных выводов, оформление текста и библиографии согласно установленным правилам, но допускается некоторая небрежность	61–80	
		Неполнота обзора вопроса и основных результатов, отсутствие анализа связи математического аппарата с финансовой динамикой, небрежность в оформлении реферата	31–60	
		Отсутствие реферата или наличие грубых неточностей в обзоре вопроса и основных результатов	0–30	не зачтено

7.2 Контрольные задания для текущей аттестации

7.2.1. Примеры заданий для опросов на занятиях

Тема 1. Обзор методов теории случайных процессов.

1. Проведите моделирование реализаций случайных процессов:
 - броуновского движения с дрейфом;
 - геометрического броуновского движения;
 - случайного блуждания с возвращением к среднему.

Тема 2. Линейный и нелинейный прогноз

1. Приведите формулировку теоремы о нормальной корреляции.
2. Выберем один из активов, торгующийся на фондовом рынке (выбор конкретного актива на сайте многофункциональной биржевой площадке по торговле акциями, облигациями, производными инструментами, валютой, инструментами денежного рынка и товарами Группа Московская биржа <http://moex.com>). Рассчитайте для него дневную логарифмическую доходность.

а. Определите математическое ожидание и дисперсию полученной доходности.

б. Сгенерируйте столько же значений нормально распределенной случайной величины с такими же математическим ожиданием и дисперсией. Сравните графики полученных реализаций. Опишите видимые отличия двух графиков, если они есть. Что они, по Вашему мнению, означают?

с. Можете ли Вы проверить, имеет ли рассчитанная Вами доходность актива нормальное распределение? Какие процедуры Вам известны для проведения данного теста, на чем они основаны? Проведите проверку нормальности известными Вам способами.

Тема 3. Марковские модели финансовых переменных

1. Выберите матрицу вероятностей перехода, описывающую марковскую цепь, имеющую стационарное распределение, не зависящее от начального состояния.

- a. Найдите стационарное распределение вероятностей.
 - b. Убедитесь численно, что матрица переходов за n шагов сходится к стационарной матрице при росте n .
 - c. Сгенерируйте реализацию марковской цепи с этой матрицей и убедитесь, что вероятности в стационарном распределении имеют смысл обратного среднего времени возвращения в данное состояние.
2. Вычислите ковариацию между значениями винеровского процесса в два разных момента времени.
 3. Докажите, что винеровский процесс W_t масштабно инвариантен (самоподобен).

Тема 5. Производящий оператор

1. Какому условию подчиняются на конечном временном интервале $[0, T]$ траектории (непрерывного) винеровского процесса?
2. Случайное блуждание задано матрицей переходов

$$Q = \begin{pmatrix} 1/3 & 0 & 0 & 1/3 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 2/3 & 0 & 0 & 2/3 \end{pmatrix}$$

Укажите все гармонические функции такого процесса

Тема 6. Стохастические дифференциалы

1. Установите, при каких значениях a, b процесс $X_t = \exp(aW_t + bt)$ – соответствует предложенной П. Самуэльсоном модели $dX_t = X_t(\sigma dW_t + \mu dt)$.
– Выпишите производящий оператор.
2. Подберите нормирующий множитель k_t так, чтобы процесс $Z_t = k_t W_{\exp(2ta)}$

Имел постоянное значение дисперсии.

Вычислите ковариации.

7.2.2. Примеры контрольных работ

1. Решите стохастическое дифференциальное уравнение $dX_t = X_t(5dW_t + 11dt)$.
2. Будет ли броуновский мост (процесс $W_t - t \cdot W_1$) марковским процессом?
3. С помощью численного расчета убедитесь, что ломаная с координатами

вершин

$$\left(\frac{k}{2^n}, \sum_{i=0}^{k-1} \left(W_{\frac{i+1}{2^n}} - W_{\frac{i}{2^n}} \right)^2 \right), \quad k = 1, 2, \dots, 2^n$$

сходится с ростом n к линии (t, t) , $t \in [0, 1]$. Чем Вы можете объяснить такое поведение ломаной? Что будет, если в выражении, описывающем ломаную, вместо винеровского процесса взять неслучайную функцию (любую, на Ваш выбор)?

7.2.3. Примеры тем для рефератов

Реферат представляет собой письменное изложение материала, дополняющего лекционный в рамках согласованной темы. Уточненную тему реферата, согласованную с преподавателем, следует изложить в компактной форме. Сформулировав тему, следует сформировать список литературы. И тему, и список лучше всего как можно раньше

обсудить с преподавателем. Структура реферата, как правило, состоит из введения, основной части и заключения. В конце реферата должен быть приведен список использованной литературы. Приветствуется и специально оценивается использование современных издательских технологий и презентационных инструментов. Примерная структура реферата такова:

- титульный лист;
- введение;
- основная часть (формулировки, основные результаты);
- заключение;
- список использованных источников данных и литературы;

Во введении, как правило, отражаются актуальность выбранной темы, ее теоретическое значение. Основная часть обзора содержит краткий анализ рекомендованной литературы и формулировки основных результатов. Особое внимание следует уделить точности и компактности формулировок. В заключении следует сформулировать основные выводы, к которым пришел автор.

Титульный лист и список литературы оформляются по установленному порядку (см. «Методические указания по написанию научно-исследовательских работ»). Список литературы должен включать в себя все те источники данных и литературу, на которые есть ссылки в тексте. Допускается привлечение материалов и данных, полученных с валидированных сайтов сети Интернет.

1. Слабая сходимость распределений. Принцип инвариантности.
2. Цепи Маркова. Финальные вероятности.
3. Гауссовские процессы. Стационарные процессы.
4. Мартингалы. Примеры. Основные неравенства. Компенсаторы.
5. Мартингалы. Теоремы сходимости.

7.3 Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации – **зачет с оценкой**, при выставлении которого учитываются результаты текущего контроля успеваемости обучающегося по дисциплине и результаты оценивания письменной зачетной работы, выраженные в 100-балльной шкале.

Зачетная работа — важнейший вид самостоятельной работы студентов, представляющий собой письменное изложение ответов на вопросы по темам дисциплины и решений практических заданий по содержанию учебной дисциплины и р. Предполагается, что ход решения задач сопровождается подробными комментариями обучающегося.

Перед зачетом с оценкой проводятся консультация, на которой преподаватель отвечает на вопросы обучающихся.

Критерии оценивания письменной зачетной работы представлены в таблице 7.

Таблица 7

Критерии оценивания письменной зачетной работы

Вид промежуточной аттестации	Показатели	Количество баллов
Письменная зачетная работа	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает его в письменной зачетной работе, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами знаний.	81–100

Вид промежуточной аттестации	Показатели	Количество баллов
	Обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его в письменной зачетной работе, не допуская существенных неточностей при выполнении заданий, правильно применяет теоретические положения при решении практических задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	61–80
	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности при выполнении заданий письменной зачетной работы.	41–60
	Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, испытывает затруднения при выполнении заданий письменной зачетной работы..	0–40

Максимальная **оценка по итогам освоения дисциплины** составляет 100 баллов: 50% — работа обучающегося в течение семестра (в том числе 20% за пять опросов на занятиях, 15% за контрольную работу, 15% за реферат); 50% — за письменную зачетную работу. При вычислении оценки G обучающегося по итогам освоения дисциплины используется следующая расчетная формула:

$$G = 0.2H + 0.15P + 0.15K + 0.7F,$$

после чего проводится процедура округления до целого. Здесь H – средний балл за опросы, P – количество баллов за контрольную работу, K – количество баллов за реферат, F – количество баллов, полученных за письменную экзаменационную работу.

В результате промежуточного контроля знаний студенты получают аттестацию по дисциплине. На основании оценки обучающегося по итогам освоения дисциплины, выраженной в 100-балльной шкале, выставляется **зачет с оценкой** в соответствии с Таблицей 8.

Таблица 8

Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации/вид промежуточной аттестации	Коды компетенций	Индикаторы компетенций (в соот. с Таблицей 1)	Коды ЗУВ (в соот. с Таблицей 1)	Оценка по итогам освоения дисциплины (в 100-балльной шкале)	Результаты текущего контроля
зачет с оценкой / письменная зачетная работа	ПК-4 ПК-6	ИД.ПК-4.1.	З (ПК-4)	81–100	Зачтено, отлично
		ИД.ПК-4.2.	У (ПК-4)	61–80	Зачтено, хорошо
		ИД.ПК-4.3.	В (ПК-4)	41–60	Зачтено, удовлетворительно
		ИД.ПК-4.4.	З (ПК-6)	0–40	Не зачтено, неудовлетворительно
		ИД.ПК-6.1.	У (ПК-6)		
		ИД.ПК-6.2.	В (ПК-6)		
		ИД.ПК-6.3.			

Результаты промежуточной аттестации по дисциплине, выраженные в оценках «зачтено, удовлетворительно», «зачтено, хорошо», «зачтено, отлично», свидетельствуют о сформированности у обучающегося компетенций по дисциплине в соответствии с картами компетенций образовательной программы «Финансовая экономика» по направлению подготовки 38.04.01 Экономика (уровень магистратуры).

Результат промежуточной аттестации по дисциплине, выраженный в оценке «не зачтено, неудовлетворительно», свидетельствует об отсутствии или критическом уровне сформированности у обучающегося компетенций по дисциплине в соответствии с картами компетенций образовательной программы «Финансовая экономика» по направлению подготовки 38.04.01 Экономика (уровень магистратуры).

7.4 Типовые задания к промежуточной аттестации

Примеры заданий для письменной зачетной работы

Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Базовые активы как случайные переменные
2. Биномиальная модель Кокса-Росса-Рубинштейна
3. Риск-нейтральное распределение для биномиального рынка.
4. Гауссовские процессы
5. Процессы с независимыми приращениями
6. Процесс броуновского движения
7. Марковские модели финансовых переменных
8. Стационарные процессы
9. Мартингалы (риск-нейтральные процессы)
10. Генератор однородного процесса Маркова

Примеры заданий для письменной зачетной работы

ВАРИАНТ №1

1. Пусть $X_0 = 5$, $X_1 \in \{3, 8\}$. При каком распределении величины X_1 процесс (X_0, X_1) будет мартингалом?

2. Установите, при каких коэффициентах (a, σ) процесс

$$U_t = U_0 e^{-at} + \sigma \int_0^t e^{a(s-t)} dW_s$$

подчиняется уравнению $dU_t = -2U_t dt + 3dW_t$.

Выпишите производящий оператор процесса U_t .

3. Предположив, что стартовая величина U_0 независима с процессом W_t , причем $U_0 \in N(0, d^2)$, где $d^2 = \sigma^2 / 2a$, вычислите ковариационную функцию процесса U_t . Будет ли процесс U_t стационарным?

4. Пусть W_t — винеровский процесс. Найдите условное математическое ожидание $E(W_t / W_s)$ для случая $s < t$.

7.5 Средства оценки индикаторов достижения компетенций

Таблица 9

Средства оценки индикаторов достижения компетенций

Коды компетенций	Индикаторы компетенций (в соот.с Таблицей 1)	Средства оценки (в соот. с Таблицами 5, 7)
ПК-4	ИД.ПК-4.1. ИД.ПК-4.2. ИД.ПК-4.3. ИД.ПК-4.4.	Контрольная работа (КР), опрос (О), реферат (Р), письменная зачетная работа (ПЗР)
ПК-6	ИД.ПК-6.1. ИД.ПК-6.2. ИД.ПК-6.3.	Контрольная работа (КР), опрос (О), реферат (Р), письменная зачетная работа (ПЗР)

Описание средств оценки индикаторов достижения компетенций

Средства оценки (в соот. с Таблицами 5, 7)	Рекомендованный план выполнения работы
Контрольная работа	<p>Магистрант в ходе подготовки и выполнения контрольной работы по темам дисциплины, показывает способность совершать следующий набор профессиональных действий, получивший развитие в рамках данной дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В рамках управления рисками на различных уровнях формирует основные принципы разработки локальных нормативных актов и методологические основы интегральной системы управления рисками, разрабатывает стандарты организации, методических и нормативных документов в сфере обеспечения функционирования и координации процесса управления рисками, консультирует по вопросам управления рисками в организации, выполняет действия по поддержанию и совершенствованию культуры управления рисками в организации 2. Предоставляет проанализированные данные о состоянии и перспективах рынка, тенденциях в изменении курсов ценных бумаг, иностранной валюты, условий по банковским продуктам и услугам, дает характеристику экономическим и правовым последствиям финансовых решений, составляет план, дает прогноз и оценку изменений финансовой ситуации
Опрос	<p>Магистрант в ходе участия в опросах по темам дисциплины, показывает способность совершать следующий набор профессиональных действий, получивший развитие в рамках данной дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В рамках управления рисками на различных уровнях формирует основные принципы разработки локальных нормативных актов и методологические основы интегральной системы управления рисками, разрабатывает стандарты организации, методических и нормативных документов в сфере обеспечения функционирования и координации процесса управления рисками, консультирует по вопросам управления рисками в организации, выполняет действия по поддержанию и совершенствованию культуры управления рисками в организации 2. Предоставляет проанализированные данные о состоянии и перспективах рынка, тенденциях в изменении курсов ценных бумаг, иностранной валюты, условий по банковским продуктам и услугам, дает характеристику экономическим и правовым последствиям финансовых решений, составляет план, дает прогноз и оценку изменений финансовой ситуации
Реферат	<p>Магистрант в ходе подготовки реферата по темам дисциплины, показывает способность совершать следующий набор профессиональных действий, получивший развитие в рамках данной дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В рамках управления рисками на различных уровнях формирует основные принципы разработки локальных нормативных актов и методологические основы интегральной системы управления рисками, разрабатывает стандарты организации, методических и нормативных документов в сфере обеспечения функционирования и координации процесса управления рисками, консультирует по вопросам управления рисками в организации, выполняет действия по поддержанию и совершенствованию культуры управления рисками в организации 2. Предоставляет проанализированные данные о состоянии и перспективах рынка, тенденциях в изменении курсов ценных бумаг, иностранной валюты, условий по банковским продуктам и услугам, дает характеристику экономическим и правовым последствиям финансовых решений, составляет план, дает прогноз и оценку изменений финансовой ситуации
Письменная зачетная работа	<p>Магистрант в ходе подготовки и выполнения письменной зачетной работы, показывает способность совершать следующий набор профессиональных действий, получивший развитие в рамках данной дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В рамках управления рисками на различных уровнях формирует основные принципы разработки локальных нормативных актов и методологические основы интегральной системы управления рисками, разрабатывает стандарты организации, методических и нормативных документов в сфере обеспечения функционирования и координации процесса управления рисками, консультирует по вопросам управления рисками в организации, выполняет действия по поддержанию и совершенствованию культуры управления рисками в организации

Средства оценки (в соот. с Таблицами 5, 7)	Рекомендованный план выполнения работы
	2. Предоставляет проанализированные данные о состоянии и перспективах рынка, тенденциях в изменении курсов ценных бумаг, иностранной валюты, условий по банковским продуктам и услугам, дает характеристику экономическим и правовым последствиям финансовых решений, составляет план, дает прогноз и оценку изменений финансовой ситуации

8. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

8.1. Основная литература

1. Жуков Е. Ф. Рынок ценных бумаг [Электронный ресурс]: учебник / Е.Ф. Жуков, Н. Д. Эриашвили, А. Б. Басе и др. – М.: Юнити-Дана, 2015. – 567 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117764&sr=1>

8.2. Дополнительная литература

1. Асаул А. Н. Рынок ценных бумаг [Электронный ресурс]: учебник / А. Н. Асаул, В. К. Севек, Р. М. Севек. - Кызыл: Тыв ГУ, 2013. – 232 с. - URL: <http://biblioclub.ru.ez.eu.spb.ru/index.php?page=book&id=434767&sr=1> .

9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

9.1 Программное обеспечение

При осуществлении образовательного процесса магистрантами и профессорско-преподавательским составом используется следующее лицензионное программное обеспечение:

1. OS Microsoft Windows (OVS OS Platform)
2. MS Office (OVS Office Platform)
3. Adobe Acrobat Professional 11.0 MLP AOO License RU
4. Adobe CS5.5 Design Standart Win IE EDU CLP
5. ABBYY FineReader 11 Corporate Edition
6. ABBYY Lingvo x5
7. Adobe Photoshop Extended CS6 13.0 MLP AOO License RU
8. Adobe Acrobat Reader DC /Pro – бесплатно
9. Google Chrome – бесплатно
10. Opera – бесплатно
11. Mozilla – бесплатно
12. VLC – бесплатно
13. R — бесплатно

9.2 Перечень информационно-справочных систем и профессиональных баз данных информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

Информационно-справочные системы

1. Гарант.Ру. Информационно-правовой портал: <http://www.garant.ru>
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
3. Открытое образование. Ассоциация «Национальная платформа открытого образования»: <http://nproed.ru>
4. Официальная Россия. Сервер органов государственной власти Российской Федерации: <http://www.gov.ru>
5. Официальный интернет-портал правовой информации. Государственная система правовой информации: <http://pravo.gov.ru>

6. Правовой сайт КонсультантПлюс: <http://www.consultant.ru/sys>
7. Российское образование. Федеральный портал: <http://www.edu.ru>

Профессиональные базы данных информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. Google. Книги: <https://books.google.com>
2. Internet Archive: <https://archive.org>
3. Koob.ru. Электронная библиотека «Куб»: <http://www.koob.ru/philosophy/>
4. Библиотека Гумер – гуманитарные науки: <http://www.gumer.info>
5. Библиотека Ихтика [ihtik.lib.ru]: <http://ihtik.lib.ru/>
6. Докусфера — Российская национальная библиотека: <http://leb.nlr.ru>
7. ЕНИП — Электронная библиотека «Научное наследие России»: <http://e-heritage.ru/>
8. Интелрос. Интеллектуальная Россия: <http://www.intelros.ru/>
9. Национальная электронная библиотека НЭБ: <http://www.rusneb.ru>
10. Президентская библиотека: <http://www.prlib.ru>
11. Российская государственная библиотека: <http://www.rsl.ru/>
12. Российская национальная библиотека: <http://www.nlr.ru/poisk/>

9.3 Лицензионные электронные ресурсы библиотеки Университета

Профессиональные базы данных:

1. **Cambridge University Press** — полнотекстовая коллекция журналов издательства Cambridge University Press: [https://www.cambridge.org/](https://www.cambridge.org;)
2. **East View** – 100 ведущих российских журналов по гуманитарным наукам (архив и текущая подписка): [https://dlib.eastview.com/browse/](https://dlib.eastview.com/browse;)
3. **Ebook Central** коллекция электронных книг **Academic Complete** библиотеки компании **ProQuest** — **Ebook Central** — более 140 тыс. электронных научных книг крупнейших издательств мира: **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.** [https://ebookcentral.proquest.com/](https://ebookcentral.proquest.com;)
4. **EBSCO** – научные журналы, справочники, полнотекстовые и многопрофильные базы данных: [http://search.ebscohost.com/](http://search.ebscohost.com;)
5. **eLIBRARY.RU** — Российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты научных статей и публикаций, наукометрическая база данных: [http://elibrary.ru/](http://elibrary.ru;)
6. **JSTOR** – полнотекстовая база данных междисциплинарного характера, включающая более тысячи научных журналов по гуманитарным, социальным наукам и математике с их первого выпуска: <http://www.jstor.org/>
7. **Oxford Reference Online** — словари издательства Oxford University Press - <http://www.oxfordreference.com/>
8. **Oxford University Press** — полнотекстовая коллекция журналов издательства Oxford University Press (текущая подписка и архив): <http://www.oxfordjournals.org/en/>
9. **Project MUSE Standard Collection** — полные тексты более чем 300 журналов по гуманитарным наукам зарубежных научных издательств: <http://muse.jhu.edu/>
10. **ProQuest Dissertations & Theses** — база диссертаций и дипломных работ: [http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations/](http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations;)
11. **Sage** — полнотекстовая коллекция журналов издательства Sage (текущая подписка и архив): <http://online.sagepub.com/>
12. **SCOPUS** – реферативная наукометрическая база данных: [https://www.scopus.com/](https://www.scopus.com;)
13. **Taylor&Francis** – полнотекстовая коллекция журналов издательства Taylor&Francis (текущая подписка и архив) – <http://www.tandfonline.com/>
14. **Web of Science** — реферативная наукометрическая база данных:

<http://apps.webofknowledge.com;>

15. **Университетская информационная система РОССИЯ** — база электронных ресурсов для учебных программ и исследовательских проектов в области социально-гуманитарных наук: [http://www.uisrussia.msu.ru/;](http://www.uisrussia.msu.ru/)

16. Электронные журналы по подписке (текущие номера научных зарубежных журналов)

Электронные библиотечные системы:

1. **Znaniium.com** – Электронная библиотечная система (ЭБС) – [http://znaniium.com/;](http://znaniium.com/)

2. Университетская библиотека онлайн – Электронная библиотечная система (ЭБС) – <http://biblioclub.ru/>

9.4 Электронная информационно-образовательная среда Университета

Образовательный процесс по дисциплине поддерживается средствами электронной информационно-образовательной среды Университета, которая включает в себя электронный учебно-методический ресурс АНООВО «ЕУСПб» — образовательный портал LMS Sakai — Sakai@EU, лицензионные электронные ресурсы библиотеки Университета, официальный сайт Университета (Европейский университет в Санкт-Петербурге [<https://eu.spb.ru/>]), локальную сеть и корпоративную электронную почту Университета, и обеспечивает:

- доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик и к изданиям электронных библиотечных систем и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах;
- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения основной образовательной программы;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение работ обучающегося, рецензий и оценок за эти работы со стороны любых участников образовательного процесса;
- взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети «Интернет» (электронной почты и т.д.).

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным ресурсам библиотеки Университета, содержащей издания учебной, учебно-методической и иной литературы по изучаемой дисциплине.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

В ходе реализации образовательного процесса используются специализированные многофункциональные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа (практических занятий, лабораторных работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Проведение занятий лекционного типа обеспечивается демонстрационным оборудованием.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляется возможность присутствия в аудитории вместе с ними ассистента (помощника). Для слабовидящих предоставляется возможность увеличения текста на

экране ПК. Для самостоятельной работы лиц с ограниченными возможностями здоровья в помещении для самостоятельной работы организовано одно место (ПК) с возможностями бесконтактного ввода информации и управления компьютером (специализированное лицензионное программное обеспечение – Camera Mouse, веб камера). Библиотека университета предоставляет удаленный доступ к электронным ресурсам библиотеки Университета с возможностями для слабовидящих увеличения текста на экране ПК. Лица с ограниченными возможностями здоровья могут при необходимости воспользоваться имеющимся в университете креслом-коляской. В учебном корпусе имеется адаптированный лифт. На первом этаже оборудован специализированный туалет. У входа в здание университета для инвалидов оборудована специальная кнопка, входная среда обеспечена информационной доской о режиме работы университета, выполненной рельефно-точечным тактильным шрифтом (азбука Брайля).

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Математические модели финансовой экономики»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе текущей аттестации

Информация о содержании и процедуре текущего контроля успеваемости, методике оценивания знаний, умений и навыков обучающегося в ходе текущего контроля доводятся научно-педагогическими работниками Университета до сведения обучающегося на первом занятии по данной дисциплине.

Текущий контроль предусматривает подготовку магистрантов к каждому занятию, активное слушание на лекциях, выполнение контрольных работ, участие в опросах на занятиях, подготовку реферата. Магистрант должен присутствовать на лекциях, отвечать на поставленные вопросы, показывая, что прочитал разбираемую литературу, представлять содержательные реплики по темам обсуждения.

Текущий контроль проводится в форме оценивания выполнения контрольных работ, участия в опросах, реферата, демонстрирующих степень знакомства магистрантов с дополнительной литературой.

Таблица 1

Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе текущей аттестации

Наименование тем (разделов)	Коды компетенций	Индикаторы компетенций	Коды ЗУВ (в соот. с Таблицей 1)	Формы текущего контроля успеваемости	Результаты текущего контроля
1. Обзор методов теории случайных процессов	ПК-4 ПК-6	ИД.ПК-4.1. ИД.ПК-4.2. ИД.ПК-4.3. ИД.ПК-4.4. ИД.ПК-6.1. ИД.ПК-6.2. ИД.ПК-6.3.	З (ПК-4) У (ПК-4) В (ПК-4) З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)	Опрос 1	зачтено/ не зачтено
2. Линейный и нелинейный прогноз	ПК-4 ПК-6	ИД.ПК-4.1. ИД.ПК-4.2. ИД.ПК-4.3. ИД.ПК-4.4. ИД.ПК-6.1. ИД.ПК-6.2. ИД.ПК-6.3.	З (ПК-4) У (ПК-4) В (ПК-4) З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)	Опрос 2	зачтено/ не зачтено
3. Марковские модели финансовых переменных	ПК-4 ПК-6	ИД.ПК-4.1. ИД.ПК-4.2. ИД.ПК-4.3. ИД.ПК-4.4. ИД.ПК-6.1. ИД.ПК-6.2. ИД.ПК-6.3.	З (ПК-4) У (ПК-4) В (ПК-4) З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)	Опрос 3	зачтено/ не зачтено
4. Мартингалы	ПК-4 ПК-6	ИД.ПК-4.1. ИД.ПК-4.2. ИД.ПК-4.3. ИД.ПК-4.4. ИД.ПК-6.1. ИД.ПК-6.2. ИД.ПК-6.3.	З (ПК-4) У (ПК-4) В (ПК-4) З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)	Контрольная работа 1	зачтено/ не зачтено
5. Производящий оператор	ПК-4 ПК-6	ИД.ПК-4.1. ИД.ПК-4.2. ИД.ПК-4.3. ИД.ПК-4.4. ИД.ПК-6.1. ИД.ПК-6.2.	З (ПК-4) У (ПК-4) В (ПК-4) З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)	Опрос 4	зачтено/ не зачтено

Наименование тем (разделов)	Коды компетенций	Индикаторы компетенций	Коды ЗУВ (в соот. с Таблицей 1)	Формы текущего контроля успеваемости	Результаты текущего контроля
		ИД.ПК-6.3.			
6.Стохастические дифференциалы	ПК-4 ПК-6	ИД.ПК-4.1. ИД.ПК-4.2. ИД.ПК-4.3. ИД.ПК-4.4. ИД.ПК-6.1. ИД.ПК-6.2. ИД.ПК-6.3.	З (ПК-4) У (ПК-4) В (ПК-4) З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)	Опрос 5	зачтено/ не зачтено
7.Стохастические дифференциальные уравнения	ПК-4 ПК-6	ИД.ПК-4.1. ИД.ПК-4.2. ИД.ПК-4.3. ИД.ПК-4.4. ИД.ПК-6.1. ИД.ПК-6.2. ИД.ПК-6.3.	З (ПК-4) У (ПК-4) В (ПК-4) З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)	Реферат 1	зачтено/ не зачтено

При освоении дисциплины опрос, контрольная работа и реферат оцениваются с использованием 100-балльной шкалы с последующим переводом в бинарную систему для получения результатов текущего контроля, фиксирующих ход образовательного процесса, согласно Таблице 2.

Таблица 2

Критерии оценивания

Формы текущего контроля успеваемости	Описание	Показатели	Количество баллов по 100-балльной шкале	Результаты текущего контроля
Контрольная работа	Контрольная работа призвана проверить текущие знания магистранта и проводится в присутствии преподавателя. При этом оценивается умение обучающихся анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши проигрыши реализации этих вариантов	Обучающийся правильно решает предложенные задачи и отвечает на все поставленные вопросы	81–100	зачтено
		Обучающийся решает предложенные задачи и отвечает на все поставленные в задании вопросы, но допускает при этом несущественные ошибки	61–80	
		Обучающийся демонстрирует знание основных положений теории, предлагает правильную идеологию решения задач	31–60	
		Обучающийся не знает основных положений теории, испытывает затруднения при решении задач	0–30	
Опрос	Устный опрос заключается в кратком — не более 10 минут — задании тестовых вопросов аудитории в течение лекции, на которые обучающиеся должны дать ответ (коллективный или	Студент уверенно владеет материалом в рамках рассматриваемой темы, полностью и четко излагает основные положения рассматриваемого вопроса в рекомендованной	81–100	зачтено

Формы текущего контроля успеваемости	Описание	Показатели	Количество баллов по 100-балльной шкале	Результаты текущего контроля
	индивидуальный) с последующим его обоснованием. Опрос может проводиться как в начале лекции, когда он способствует актуализации имеющихся у обучающегося знаний, так и в рамках практических занятий, способствуя проверке усвоения обучающимися подготовленного лекционного материала	литературе, имеет активную позицию при дискуссии во время фронтального опроса, умеет аргументированно отстаивать свою позицию или согласиться с критикой, умеет суммировать обсуждение в рамках опроса для выработки эффективного решения проблемы		
		Студент уверенно владеет материалом в рамках рассматриваемой темы, умеет связать результаты рассматриваемой темы с экономической практикой; демонстрирует корректную позицию при дискуссии во время фронтального опроса	61–80	
		Студент плохо владеет материалом в рамках рассматриваемой темы, неудачно излагает основные положения рассматриваемого вопроса в рекомендованной литературе	31–60	
		Студент не готов к занятию. Студент недостаточно хорошо знаком с материалом для подготовки к занятию, его ответы односложны, он не участвует в общей дискуссии	0–30	не зачтено
Реферат	Реферат представляет собой письменное изложение материала, дополняющего лекционный в рамках согласованной темы.	Полный, логичный и компактный обзор вопроса и основных результатов, наличие анализа связи математического аппарата с финансовой динамикой, точности формулировок описания основных выводов, к которым пришел автор, оформление текста и библиографии согласно установленным правилам, грамотного текста, выдержанного в научной стилистике	81–100	зачтено
		Хороший обзор вопроса, разумный анализ связи математического аппарата с финансовой динамикой, достаточно точные формулировки основных	61–80	

Формы текущего контроля успеваемости	Описание	Показатели	Количество баллов по 100-балльной шкале	Результаты текущего контроля
		выводов, оформление текста и библиографии согласно установленным правилам, но допускается некоторая небрежность		
		Неполнота обзора вопроса и основных результатов, отсутствие анализа связи математического аппарата с финансовой динамикой, небрежность в оформлении реферата	31–60	
		Отсутствие реферата или наличие грубых неточностей в обзоре вопроса и основных результатов	0–30	не зачтено

2 Контрольные задания для текущей аттестации

2.1. Перечень заданий для опросов на занятиях

Тема 1. Обзор методов теории случайных процессов.

1. Проведите моделирование реализаций случайных процессов:
 - броуновского движения с дрейфом;
 - геометрического броуновского движения;
 - случайного блуждания с возвращением к среднему.

Тема 2. Линейный и нелинейный прогноз

1. Приведите формулировку теоремы о нормальной корреляции.
2. Выберем один из активов, торгующийся на фондовом рынке (выбор конкретного актива на сайте многофункциональной биржевой площадке по торговле акциями, облигациями, производными инструментами, валютой, инструментами денежного рынка и товарами Группа Московская биржа <http://moex.com>). Рассчитайте для него дневную логарифмическую доходность.

а. Определите математическое ожидание и дисперсию полученной доходности.

б. Сгенерируйте столько же значений нормально распределенной случайной величины с такими же математическим ожиданием и дисперсией. Сравните графики полученных реализаций. Опишите видимые отличия двух графиков, если они есть. Что они, по Вашему мнению, означают?

с. Можете ли Вы проверить, имеет ли рассчитанная Вами доходность актива нормальное распределение? Какие процедуры Вам известны для проведения данного теста, на чем они основаны? Проведите проверку нормальности известными Вам способами.

Тема 3. Марковские модели финансовых переменных

1. Выберите матрицу вероятностей перехода, описывающую марковскую цепь, имеющую стационарное распределение, не зависящее от начального состояния.
 - а. Найдите стационарное распределение вероятностей.
 - б. Убедитесь численно, что матрица переходов за n шагов сходится к стационарной матрице при росте n .

с. Сгенерируйте реализацию марковской цепи с этой матрицей и убедитесь, что вероятности в стационарном распределении имеют смысл обратного среднего времени возвращения в данное состояние.

2. Вычислите ковариацию между значениями винеровского процесса в два разных момента времени.

3. Докажите, что винеровский процесс W_t масштабно инвариантен (самоподобен).

Тема 5. Производящий оператор

1. Какому условию подчиняются на конечном временном интервале $[0, T]$ траектории (непрерывного) винеровского процесса?

2. Случайное блуждание задано матрицей переходов

$$Q = \begin{pmatrix} 1/3 & 0 & 0 & 1/3 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 2/3 & 0 & 0 & 2/3 \end{pmatrix}$$

Укажите все гармонические функции такого процесса

Тема 6. Стохастические дифференциалы

1. Установите, при каких значениях a, b процесс $X_t = \exp(aW_t + bt)$

– соответствует предложенной П. Самуэльсоном модели

$$dX_t = X_t(\sigma dW_t + \mu dt).$$

– Выпишите производящий оператор.

2. Подберите нормирующий множитель k_t так, чтобы процесс

$$Z_t = k_t W_{\exp(2ta)}$$

Имел постоянное значение дисперсии.

Вычислите ковариации.

2.2. Варианты контрольных работ

1. Решите стохастическое дифференциальное уравнение

$$dX_t = X_t(5dW_t + 11dt).$$

2. Будет ли броуновский мост (процесс $W_t - t \cdot W_1$) марковским процессом?

3. С помощью численного расчета убедитесь, что ломаная с координатами вершин

$$\left(\frac{k}{2^n}, \sum_{i=0}^{k-1} \left(\frac{W_{\frac{i+1}{2^n}} - W_{\frac{i}{2^n}}}{2^n} \right)^2 \right), \quad k = 1, 2, \dots, 2^n$$

сходится с ростом n к линии (t, t) , $t \in [0, 1]$. Чем Вы можете объяснить такое поведение ломаной? Что будет, если в выражении, описывающем ломаную, вместо винеровского процесса взять неслучайную функцию (любую, на Ваш выбор)?

2.3. Перечень тем для рефератов

Реферат представляет собой письменное изложение материала, дополняющего лекционный в рамках согласованной темы. Уточненную тему реферата, согласованную с преподавателем, следует изложить в компактной форме. Сформулировав тему, следует сформировать список литературы. И тему, и список лучше всего как можно раньше обсудить с преподавателем. Структура реферата, как правило, состоит из введения, основной части и заключения. В конце реферата должен быть приведен список использованной литературы. Приветствуется и специально оценивается использование

современных издательских технологий и презентационных инструментов. Примерная структура реферата такова:

- титульный лист;
- введение;
- основная часть (формулировки, основные результаты);
- заключение;
- список использованных источников данных и литературы;

Во введении, как правило, отражаются актуальность выбранной темы, ее теоретическое значение. Основная часть обзора содержит краткий анализ рекомендованной литературы и формулировки основных результатов. Особое внимание следует уделить точности и компактности формулировок. В заключении следует сформулировать основные выводы, к которым пришел автор.

Титульный лист и список литературы оформляются по установленному порядку (см. «Методические указания по написанию научно-исследовательских работ»). Список литературы должен включать в себя все те источники данных и литературу, на которые есть ссылки в тексте. Допускается привлечение материалов и данных, полученных с валидированных сайтов сети Интернет.

1. Слабая сходимость распределений. Принцип инвариантности.
2. Цепи Маркова. Финальные вероятности.
3. Гауссовские процессы. Стационарные процессы.
4. Мартингалы. Примеры. Основные неравенства. Компенсаторы.
5. Мартингалы. Теоремы сходимости.
6. Разложение Дуба-Мейера. Квадратическая характеристика.
7. Вероятностные решения дифференциальных уравнений.
8. Выход процесса на криволинейную границу.
9. Процессы Леви.
10. Устойчивые процессы.

3 Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации – **зачет с оценкой**, при выставлении которого учитываются результаты текущего контроля успеваемости обучающегося по дисциплине и результаты оценивания письменной зачетной работы, выраженные в 100-балльной шкале.

Зачетная работа — важнейший вид самостоятельной работы студентов, представляющий собой письменное изложение ответов на вопросы по темам дисциплины и решений практических заданий по содержанию учебной дисциплины и р. Предполагается, что ход решения задач сопровождается подробными комментариями обучающегося.

Перед зачетом с оценкой проводится консультация, на которой преподаватель отвечает на вопросы обучающихся.

Критерии оценивания письменной зачетной работы представлены в таблице 3.

Таблица 3

Критерии оценивания письменной зачетной работы

Вид промежуточной аттестации	Показатели	Количество баллов
Письменная зачетная работа	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает его в письменной зачетной работе, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно	81–100

Вид промежуточной аттестации	Показатели	Количество баллов
	справляется с задачами, вопросами и другими видами знаний.	
	Обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его в письменной зачетной работе, не допуская существенных неточностей при выполнении заданий, правильно применяет теоретические положения при решении практических задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	61–80
	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности при выполнении заданий письменной зачетной работы.	41–60
	Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, испытывает затруднения при выполнении заданий письменной зачетной работы..	0–40

Максимальная **оценка по итогам освоения дисциплины** составляет 100 баллов: 50% — работа обучающегося в течение семестра (в том числе 20% за пять опросов на занятиях, 15% за контрольную работу, 15% за реферат); 50% — за письменную зачетную работу. При вычислении оценки G обучающегося по итогам освоения дисциплины используется следующая расчетная формула:

$$G = 0.2H + 0.15P + 0.15K + 0.7F,$$

после чего проводится процедура округления до целого. Здесь H – средний балл за опросы, P – количество баллов за контрольную работу, K – количество баллов за реферат, F – количество баллов, полученных за письменную экзаменационную работу.

В результате промежуточного контроля знаний студенты получают аттестацию по дисциплине. На основании оценки обучающегося по итогам освоения дисциплины, выраженной в 100-балльной шкале, выставляется **зачет с оценкой** в соответствии с Таблицей 4.

Таблица 4

Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации/вид промежуточной аттестации	Коды компетенций	Индикаторы компетенций (в соот. с Таблицей 1)	Коды ЗУВ (в соот. с Таблицей 1)	Оценка по итогам освоения дисциплины (в 100-балльной шкале)	Результаты текущего контроля
зачет с оценкой / письменная зачетная работа	ПК-4 ПК-6	ИД.ПК-4.1.	З (ПК-4)	81–100	Зачтено, отлично
		ИД.ПК-4.2.	У (ПК-4)	61–80	Зачтено, хорошо
		ИД.ПК-4.3. ИД.ПК-4.4.	В (ПК-4)	41–60	Зачтено, удовлетворительно
		ИД.ПК-6.1. ИД.ПК-6.2. ИД.ПК-6.3.	З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)	0–40	Не зачтено, неудовлетворительно

Результаты промежуточной аттестации по дисциплине, выраженные в оценках «зачтено, удовлетворительно», «зачтено, хорошо», «зачтено, отлично», свидетельствуют о сформированности у обучающегося компетенций по дисциплине в соответствии с картами

компетенций образовательной программы «Финансовая экономика» по направлению подготовки 38.04.01 Экономика (уровень магистратуры).

Результат промежуточной аттестации по дисциплине, выраженный в оценке «не зачтено, неудовлетворительно», свидетельствует об отсутствии или критическом уровне сформированности у обучающегося компетенций по дисциплине в соответствии с картами компетенций образовательной программы «Финансовая экономика» по направлению подготовки 38.04.01 Экономика (уровень магистратуры).

4 Задания к промежуточной аттестации

Перечень заданий для письменной зачетной работы

Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Базовые активы как случайные переменные
2. Биномиальная модель Кокса-Росса-Рубинштейна
3. Риск-нейтральное распределение для биномиального рынка.
4. Гауссовские процессы
5. Процессы с независимыми приращениями
6. Процесс броуновского движения
7. Марковские модели финансовых переменных
8. Стационарные процессы
9. Мартингалы (риск-нейтральные процессы)
10. Генератор однородного процесса Маркова
11. Уравнения Колмогорова для переходных вероятностей
12. Стохастическое исчисление. Замена переменных
13. Диффузионные модели рынка
14. Процесс Орнштейна-Уленбека и уравнение Ланжевена
15. Геометрическое броуновское движение (модель Самуэльсона)
16. Риск-нейтральное распределение базового актива
17. Преобразование Гирсанова. Примеры

Перечень заданий для письменной зачетной работы

ВАРИАНТ №1

1. Пусть $X_0 = 5$, $X_1 \in \{3, 8\}$. При каком распределении величины X_1 процесс (X_0, X_1) будет мартингалом?

2. Установите, при каких коэффициентах (a, σ) процесс

$$U_t = U_0 e^{-at} + \sigma \int_0^t e^{a(s-t)} dW_s$$

подчиняется уравнению $dU_t = -2U_t dt + 3dW_t$.

Выпишите производящий оператор процесса U_t .

3. Предположив, что стартовая величина U_0 независима с процессом W_t , причем $U_0 \in N(0, d^2)$, где $d^2 = \sigma^2 / 2a$, вычислите ковариационную функцию процесса U_t . Будет ли процесс U_t стационарным?

4. Пусть W_t — винеровский процесс. Найдите условное математическое ожидание $E(W_t / W_s)$ для случая $s < t$.

ВАРИАНТ №2

1. Найдите мартингальную плотность Z_t для геометрического броуновского движения

$$X_t = \exp(2W_t + bt) \text{ на промежутке } 0 < t < T.$$

2. Согласно биномиальной модели Кокса–Росса–Рубинштейна, $X_{n+1} - X_n = X_n \xi_n$, где X_n, ξ_n – независимые величины, ξ_j принимают значения a , $-b$ разных знаков ($a, b > 0$).

При каких условиях величины X_1, X_2, \dots образуют мартингал?

3. Выпишите мартингальную плотность для процесса Орнштейна–Уленбека U_t (стационарного гауссовского марковского процесса).

Пусть W_t — винеровский процесс. Найдите условное математическое ожидание $E(W_t / W_s)$ для случая $s > t$.

5 Средства оценки индикаторов достижения компетенций

Таблица 5

Средства оценки индикаторов достижения компетенций

Коды компетенций	Индикаторы компетенций (в соот.с Таблицей 1)	Средства оценки (в соот. с Таблицами 5, 7)
ПК-4	ИД.ПК-4.1. ИД.ПК-4.2. ИД.ПК-4.3. ИД.ПК-4.4.	Контрольная работа (КР), опрос (О), реферат (Р), письменная зачетная работа (ПЗР)
ПК-6	ИД.ПК-6.1. ИД.ПК-6.2. ИД.ПК-6.3.	Контрольная работа (КР), опрос (О), реферат (Р), письменная зачетная работа (ПЗР)

Таблица 6

Описание средств оценки индикаторов достижения компетенций

Средства оценки (в соот. с Таблицами 5, 7)	Рекомендованный план выполнения работы
Контрольная работа	Магистрант в ходе подготовки и выполнения контрольной работы по темам дисциплины, показывает способность совершать следующий набор профессиональных действий, получивший развитие в рамках данной дисциплины: 1. В рамках управления рисками на различных уровнях формирует основные принципы разработки локальных нормативных актов и методологические основы интегральной системы управления рисками, разрабатывает стандарты организации, методических и нормативных документов в сфере обеспечения функционирования и координации процесса управления рисками, консультирует по вопросам управления рисками в организации, выполняет действия по поддержанию и совершенствованию культуры управления рисками в организации 2. Предоставляет проанализированные данные о состоянии и перспективах рынка, тенденциях в изменении курсов ценных бумаг, иностранной валюты, условий по банковским продуктам и услугам, дает характеристику экономическим и правовым последствиям финансовых решений, составляет план, дает прогноз и оценку изменений финансовой ситуации
Опрос	Магистрант в ходе участия в опросах по темам дисциплины, показывает способность совершать следующий набор профессиональных действий, получивший развитие в рамках данной дисциплины: 1. В рамках управления рисками на различных уровнях формирует основные принципы разработки локальных нормативных актов и методологические основы интегральной системы управления рисками, разрабатывает стандарты организации, методических и нормативных документов в сфере обеспечения функционирования и координации процесса управления рисками, консультирует по вопросам управления рисками в организации, выполняет действия по поддержанию и совершенствованию культуры управления рисками в организации 2. Предоставляет проанализированные данные о состоянии и перспективах рынка, тенденциях в изменении курсов ценных бумаг, иностранной валюты, условий по

Средства оценки (в соот. с Таблицами 5, 7)	Рекомендованный план выполнения работы
	банковским продуктам и услугам, дает характеристику экономическим и правовым последствиям финансовых решений, составляет план, дает прогноз и оценку изменений финансовой ситуации
Реферат	<p>Магистрант в ходе подготовки реферата по темам дисциплины, показывает способность совершать следующий набор профессиональных действий, получивший развитие в рамках данной дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В рамках управления рисками на различных уровнях формирует основные принципы разработки локальных нормативных актов и методологические основы интегральной системы управления рисками, разрабатывает стандарты организации, методических и нормативных документов в сфере обеспечения функционирования и координации процесса управления рисками, консультирует по вопросам управления рисками в организации, выполняет действия по поддержанию и совершенствованию культуры управления рисками в организации 2. Предоставляет проанализированные данные о состоянии и перспективах рынка, тенденциях в изменении курсов ценных бумаг, иностранной валюты, условий по банковским продуктам и услугам, дает характеристику экономическим и правовым последствиям финансовых решений, составляет план, дает прогноз и оценку изменений финансовой ситуации
Письменная зачетная работа	<p>Магистрант в ходе подготовки и выполнения письменной зачетной работы, показывает способность совершать следующий набор профессиональных действий, получивший развитие в рамках данной дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В рамках управления рисками на различных уровнях формирует основные принципы разработки локальных нормативных актов и методологические основы интегральной системы управления рисками, разрабатывает стандарты организации, методических и нормативных документов в сфере обеспечения функционирования и координации процесса управления рисками, консультирует по вопросам управления рисками в организации, выполняет действия по поддержанию и совершенствованию культуры управления рисками в организации 2. Предоставляет проанализированные данные о состоянии и перспективах рынка, тенденциях в изменении курсов ценных бумаг, иностранной валюты, условий по банковским продуктам и услугам, дает характеристику экономическим и правовым последствиям финансовых решений, составляет план, дает прогноз и оценку изменений финансовой ситуации