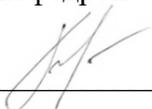


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ, ФИНАНСОВ И БИЗНЕСА

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол от «12» января 2022 г. № 6  
Зав. кафедрой



Р.Х.Бахитова

Согласовано:  
Председатель УМК института



Л.Р. Абзалилова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина “Стохастические методы анализа”

(дисциплина по выбору)

**программа бакалавриата**

Направление подготовки

01.03.05 Статистика

Направленность (профиль) подготовки

Анализ данных

Квалификация-бакалавр

**Разработчики (составители):**

Доцент, к.ф.-м.н.



Е.В. Силова

Для приема: 2022 г.

Уфа - 2022

Составитель / составители: доцент, к.ф.-м.н. Е.В. Силова

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры Кафедра цифровой экономики и коммуникации протокол от «12» января 2022 г. № 6.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О/

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	6
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	8
4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине	8
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине	9
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	10
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	10
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы	17
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	18

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций**

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Подготовка данных	ПК-3 проводить мероприятия по сбору, анализу и подготовке данных для последующего использования в системах машинного обучения	ПК-3.1 Использует методы, алгоритмы, схемы сбора, подготовки, обработки и анализа многофакторных статистических совокупностей с помощью инструментальных средств	Знать основные типы математических моделей экономики, подходы к построению математических моделей всех основных субъектов экономики как по отдельности, так и во взаимодействии друг с другом
		ПК-3.2 Знает российские и международные стандарты информационной безопасности; требования информационной безопасности и защиты данных; требования к защите прав интеллектуальной собственности	Соотносит и систематизирует разнородные явления в рамках профессиональной деятельности
		ПК-3.3 Знает синтаксис основных языков программирования, формирует запросы к СУБД, знает принципы работы в реляционных и нереляционных базах данных	Владеет навыками работы с информационными источниками, научным поиском, навыками создания научных текстов
		ПК-3.4 Выбирает метрики оценки качества данных	Демонстрирует знания основных принципов анализа и синтеза информации
		ПК-3.5 Использует инструментальные средства для извлечения, преобразования, хранения и обработки данных из разнородных источников, в том числе в режиме реального времени	Умеет формализовать рассматриваемую проблему через конкретные математические зависимости и отношения, определять основной тип модели; исследовать качество построенной модели, ее аналитические свойства
		ПК-3.6 Знает основы машинного обучения современные методы и инструментальные средства анализа данных	Владеет навыками использования стандартных пакетов прикладных программ и информационных баз данных для решения поставленных задач; навыками критической оценки

			результатов математических моделей экономики.
--	--	--	---

## **2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Б1.В.ДВ.02.02 Вариативная часть, дисциплина по выбору

Для успешного освоения курса «Стохастические методы анализа» необходимы компетенции, сформированные в результате освоения таких дисциплин учебного плана, как «Теория вероятностей и математическая статистика», «Эконометрическое моделирование», «Дискретная математика». Осваивается на 4 курсе в 7 семестре. Дисциплина необходима для прохождения практики и успешной защиты ВКР.

**3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

*(очная форма обучения)*

Дисциплины «**Стохастические методы анализа**» на **7** семестр

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	49,2
лекций	16
практических/ семинарских	16
лабораторных	16
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	40,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	54

Форма(ы) контроля:

Экзамен 7 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС		
						6	8
1.	Постановка задач инвестирования и хеджирования	3	3	3	6	Вопросы и задания для самоконтроля к теме 1	Проверка ответов на вопросы самоконтроля
2.	Опционы. Рациональная стоимость опциона	2	2	2	6	Вопросы и задания для самоконтроля к теме 2	Проверка ответов на вопросы самоконтроля
3.	Теория расчета стоимости и хеджирующих стратегий для опционов европейского типа с дискретным временем. Теория расчета стоимости и хеджирующих стратегий для опционов американского типа с дискретным временем	2	2	2	6	Вопросы и задания для самоконтроля к теме 3	Проверка ответов на вопросы самоконтроля
4.	Дискретное время - теория и расчеты	3	3	3	8	Вопросы и задания для самоконтроля к теме 3	Проверка ответов на вопросы самоконтроля
5.	Диффузионная модель финансового рынка	2	2	2	6	Вопросы и задания для самоконтроля к теме 5	Проверка ответов на вопросы самоконтроля
6.	Теория расчета стоимости и хеджирующих стратегий для опционов европейского типа с непрерывным временем.	2	2	2	4	Вопросы и задания для самоконтроля к теме 6	Проверка ответов на вопросы самоконтроля
7.	Непрерывное время - теория и расчеты	2	2	2	4.8	Вопросы и задания для самоконтроля к теме 7	Проверка ответов на вопросы самоконтроля
<b>Всего часов:</b>		<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>40.8</b>		

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Код и формулировка компетенции: ПК-3 проводить мероприятия по сбору, анализу и подготовке данных для последующего использования в системах машинного обучения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ПК-3.1 Использует методы, алгоритмы, схемы сбора, подготовки, обработки и анализа многофакторных статистических совокупностей с помощью инструментальных средств	Знать основные типы математических моделей экономики, подходы к построению математических моделей субъектов экономики как по отдельности, так и во взаимодействии друг с другом	Объем знаний оценивается на 44 и ниже баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 45 до 59 баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 60 до 79 баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 80 до 110 баллов от требуемых
ПК-3.2 Знает российские и международные стандарты информационной безопасности; требования информационной безопасности и защиты данных; требования к защите прав интеллектуальной собственности	Соотносит и систематизирует разнородные явления в рамках профессиональной деятельности	Объем знаний оценивается на 44 и ниже баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 45 до 59 баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 60 до 79 баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 80 до 110 баллов от требуемых
ПК-3.3 Знает синтаксис основных языков программирования, формирует запросы к СУБД, знает принципы работы в реляционных и нереляционных базах данных	Владеет навыками работы с информационными источниками, научным поиском, навыками создания научных текстов	Объем знаний оценивается на 44 и ниже баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 45 до 59 баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 60 до 79 баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 80 до 110 баллов от требуемых
ПК-3.4 Выбирает метрики оценки качества данных	Демонстрирует знания основных принципов анализа и синтеза информации	Объем знаний оценивается на 44 и ниже баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 45 до 59 баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 60 до 79 баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 80 до 110 баллов от требуемых
ПК-3.5 Использует инструментальные средства для извлечения, преобразования, хранения и обра-	Умеет формализовать рассматриваемую проблему через кон-	Объем знаний оценивается на 44 и ниже баллов	Объем знаний оценивается от 45 до 59 баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 60 до 79 баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 80 до 110 баллов от требуемых

ботки данных из различных источников, в том числе в режиме реального времени	клетные математические зависимости и отношения, определять основной тип модели; исследовать качество построенной модели, ее аналитические свойства	от требуемых			
ПК-3.6 Знает основы машинного обучения современные методы и инструментальные средства анализа данных	Владеет навыками использования стандартных пакетов прикладных программ и информационных баз данных для решения поставленных задач; навыками критической оценки результатов математических моделей экономики.	Объем знаний оценивается на 44 и ниже баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 45 до 59 баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 60 до 79 баллов от требуемых	Объем знаний оценивается от 80 до 110 баллов от требуемых

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины.

Шкалы оценивания экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

#### 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК-3.1 Использует методы, алгоритмы, схемы сбора, подготовки, обработки и анализа многофакторных статистических совокупностей с помощью инструментальных средств	Знать основные типы математических моделей экономики, подходы к построению математических моделей всех основных субъектов экономики как по отдельности, так и во взаимодействии друг с другом	Контрольная работа
ПК-3.2 Знает российские и международные стандарты информационной безопасности; требования информационной безопасности и защиты данных; требования к защите прав интеллектуальной собственности	Соотносит и систематизирует разнородные явления в рамках профессиональной деятельности	Контрольная работа
ПК-3.3 Знает синтаксис основных языков программирования, формирует запросы к СУБД, знает принципы работы	Владеет навыками работы с информационными источниками, научным поиском, навыками создания научных текстов	Контрольная работа

в реляционных и нереляционных базах данных		
ПК-3.4 Выбирает метрики оценки качества данных	Демонстрирует знания основных принципов анализа и синтеза информации	Контрольная работа
ПК-3.5 Использует инструментальные средства для извлечения, преобразования, хранения и обработки данных из разнородных источников, в том числе в режиме реального времени	Умеет формализовать рассматриваемую проблему через конкретные математические зависимости и отношения, определять основной тип модели; исследовать качество построенной модели, ее аналитические свойства	Контрольная работа
ПК-3.6 Знает основы машинного обучения современные методы и инструментальные средства анализа данных	Владеет навыками использования стандартных пакетов прикладных программ и информационных баз данных для решения поставленных задач; навыками критической оценки результатов математических моделей экономики.	Контрольная работа

**Рейтинг-план дисциплины**  
**Стохастические методы анализа**

Направление: Статистика

курс 4, семестр 7 2024/2025 гг.

Количество часов по учебному плану 144, в т.ч. контактная работа 49.2: лк 16; пр16, лр 16, самостоятельная работа 40,8

Преподаватель: д.э.н., проф. Бахитова Р.Х.

Кафедра: Кафедра цифровой экономики и коммуникации

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1 –Дискретное время</b>				
<b>Текущий контроль</b>				<b>20</b>
1. Аудиторная работа	2	4	0	8
2. Выполнение индивидуальных заданий	4	3	0	12
<b>Рубежный контроль</b>				<b>20</b>
1. Письменная контрольная работа	20	1	0	20
<b>Итого</b>				<b>40</b>
<b>Модуль 2 –Непрерывное время</b>				
<b>Текущий контроль</b>				<b>10</b>
1. Аудиторная работа	2	1	0	2
2. Выполнение индивидуальных заданий	4	2	0	8
<b>Рубежный контроль</b>				<b>20</b>
1. Письменная контрольная работа	20	1	0	20
<b>Итого</b>				<b>30</b>
<b>Поощрительные баллы (не более 10 в семестр)</b>			<b>0</b>	<b>10</b>
1. Выступление на конференции с докладом			0	5
2. Публикация статей			0	5
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			<b>0</b>	<b>-6</b>
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных) занятий			<b>0</b>	<b>-10</b>
<b>Итоговый контроль: Экзамен</b>				<b>30</b>
<b>ИТОГО</b>				<b>110</b>

Утверждено на заседании кафедры " Кафедра цифровой экономики и коммуникации "  
Протокол № 9 от 22.06.2021 года

Зав. Кафедрой



Р.Х.Бахитова

Преподаватель



Р.Х.Бахитова

Итоговая аттестация студента за семестр складывается из двух составляющих: баллов за работу в семестре (70 баллов) и баллов за экзамен (30 баллов).

Работа в семестре включает работу на семинарах (у доски) - 2 балла максимально за задание, самостоятельную работу – 4 балла максимально (не более 5 заданий) и контрольные работы (90 минут) – 20 баллов максимально каждая. В семестре предусмотрено две контрольных работы.

Таким образом, максимальное количество баллов, которое студент может набрать семестре, составляет 100 баллов: 70 баллов за работу в семестре и 30 баллов за экзамен.

Программа дисциплины включает 2 модуля:

Модуль 1 – Дискретное время;

Модуль 2 – Непрерывное время.

Изучение теории и приобретение практических навыков, соответствующих каждому модулю, вносит свой вклад в формирование профессиональных компетенций.

Изучение каждого раздела (модуля) дисциплины завершается рубежным контролем в виде **контрольной работы**. Количество заданий в контрольной кратно числу компетенций, формируемых в ходе изучения дисциплины (кратно двум). На оценку степени сформированности каждой компетенции при рубежном контроле отводится не менее одного задания.

Пример варианта рубежной контрольной работы по дисциплине  
«Стохастические методы анализа»:

### 1. Контрольная работа

Темы 1, 2, 3, 4

1. Задача инвестирования. Портфель инвестора. Стратегия. Самофинансируемые стратегии.
2. Задача хеджирования. Хедж. Рациональная стоимость опциона европейского типа.
3. Лемма о представлении мартингала.
4. Расчет рациональной стоимости.
5. Расчет хеджирующей стратегии.

### 2. Контрольная работа

Темы 5, 6

Диффузионная модель финансового рынка.

Теория расчета стоимости и хеджирующих стратегий для опционов европейского типа с непрерывным временем.

### 3. Контрольная работа

Тема 7

Вывод и применение формулы Блэка-Шоулса для расчета рациональной стоимости опциона европейского типа.

### Критерии оценки для контрольных работ

Контрольная работа «зачтена», если работа выполнена в полном объеме, показано уверенное владение теоретическим материалом; составлен правильный алгоритм решения задач, в логическом рассуждении, в выборе формул и решении нет ошибок или нет существенных ошибок, получен верный ответ; задача решена рациональным способом или правильно сделан выбор формул и метода решения; есть объяснение решения, но задача решена нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок.

Контрольная работа «не зачтена», если работа выполнена не в полном объеме; допущены существенные ошибки в выборе формул и методов решения или в математических расчётах; задачи решены не полностью или в общем виде или неправильно.

Перед проведением итогового контроля преподаватель вычисляет среднее значение процента правильных ответов на вопросы трех рубежных тестов, соответствующих проверке сформированности каждой компетенции в ходе учебного семестра.

Итоговый контроль по дисциплине «Стохастические методы анализа» проводится в виде экзамена (максимальная сумма баллов -30). В экзаменационном билете – 2 вопроса. Ответ на каждый вопрос максимально оценивается в 15 баллов. Оценка ответа на вопрос от 4 до 5 баллов соответствует начальному уровню сформированности компетенции, от 6 до 10 – базовому, от 11 до 15 – повышенному. Баллы, полученные при сдаче экзамена, суммируются с баллами, полученными в ходе семестра. Уровень знаний

обучающегося по предмету соответствует оценке «удовлетворительно», если сумма баллов составляет 45-59 баллов, «хорошо», если сумма баллов составляет 61-79 баллов и «отлично», если сумма баллов составила 80-100 баллов.

Текущая самостоятельная работа студента нацелена на углубление и закрепление знаний студентов по дисциплине.

Текущая самостоятельная работа студента включает следующие виды работ:

- работа с основной и дополнительной литературой, источниками периодической печати, представленными в базах данных и библиотечных фондах БашГУ, а также на сайте библиотеки БашГУ; самостоятельное изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы; составление плана текста; графическое изображение структуры текста; конспектирование текста; выписки из текста; работа со словарями и справочниками; ознакомление с нормативными документами; аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, контент-анализ и др.) и др.;
- подготовка к контрольным работам, практическим занятиям, промежуточной аттестации;
- выполнение тестовых заданий, домашнего задания;
- написание научных статей и докладов др.

### Вопросы и задания для самостоятельной работы

1). Для одномерного скалярного Броуновского движения, выходящего из точки  $x=0$ , записать плотность распределения. Вычислить его дисперсию и получить корреляционную функцию в моменты времени  $t_1$  и  $t_2$ .

2). Найти характеристическую функцию одномерного Броуновского процесса, и определить:  $E(B_t)$ ,  $E(B_t^{2k})$  и с помощью этой формулы найти  $E(B_t^4)$ .

3). Из определения Интеграла Ито получить формулу:

$$\int_0^t B_s^2 dB_s = \frac{1}{3} B_t^3 - \int_0^t B_s ds.$$

4). Преобразовать дифференциальные уравнения Ито в дифференциальное уравнение Стратоновича:

$$a) dX_t = rX_t dt + \alpha X_t dB_t.$$

$$b) dX_t = 2e^{-X_t} dt + X_t^2 dB_t.$$

5). Пусть  $[x > 0] - const$ . Определим  $X_t = \left( \sqrt[3]{x + \frac{B_t}{3}} \right)$ ,  $t \geq 0$ .

Покажите, что

$$a) dX_t = rX_t dt + \alpha X_t dB_t.$$

$$b) dX_t = 2e^{-X_t} dt + X_t^2 dB_t.$$

### Тема №1. Постановка задач инвестирования и хеджирования.

*Проработать и обосновать основные вопросы темы:*

Понятие финансового рынка. Первичные и вторичные ценные бумаги на рынке. Акции и облигации. Понятие об инвестициях и портфеле инвестора. (B,S)-рынок в дискретном времени. Инвестиционная задача. Самофинансируемые стратегии. Хедж и построение хеджирующих стратегий. Понятие инвестиционной стоимости на (B,S)-рынке

### Тема №2. Опционы. Рациональная стоимость опциона.

*Проработать и обосновать основные вопросы темы:*

Математическое ожидание случайного процесса. Дисперсия случайного процесса. Корреляционная функция. Взаимная функция корреляции. Функция ковариации случайного процесса. Центрированный случайный процесс.

**Тема №3.** Теория расчета стоимости и хеджирующих стратегий для опционов европейского типа с дискретным временем. Теория расчета стоимости и хеджирующих стратегий для опционов американского типа с дискретным временем.

*Проработать и обосновать основные вопросы темы:*

Необходимое условие существования минимального хеджа. Достаточное условие существования минимального хеджа. Доказательство теоремы о существовании минимального хеджа европейского типа. Лемма о представлении конечного мартингала. Вывод формулы для вычисления рациональной стоимости и хеджирующей стратегии. Стохастическая последовательность и фильтрация. Согласованность случайной последовательности с фильтрацией. Момент остановки относительно фильтрации. Теория оптимальной остановки. Характеризация цены как наименьшей эксцессивной мажоранты. Доказательство теоремы о существовании минимального хеджа американского типа.

**Тема №4.** Дискретное время - теория и расчеты.

*Проработать и обосновать основные вопросы темы:*

Контрольная работа по пройденным темам. Биномиальная модель Кокса-Росса-Рубинштейна. Понятие страйка, и задача расчета опционов. Вывод формулы для вычисления рациональной стоимости и хеджирующей стратегии. Характеризация цены как наименьшей эксцессивной мажоранты. Доказательство теоремы о существовании минимального хеджа американского типа.

**Тема №5.** Диффузионная модель финансового рынка.

*Проработать и обосновать основные вопросы темы:*

Понятие непрерывного рынка. Ортогональная стохастическая мера и ее связь со случайными процессами с независимыми приращениями. Стохастический интеграл и стохастический дифференциал. Формула замены переменных в стохастическом интеграле Ито. Диффузионная модель непрерывного финансового рынка. Норма возврата и волатильность.

**Тема №6.** Теория расчета стоимости и хеджирующих стратегий для опционов европейского типа с непрерывным временем.

*Проработать и обосновать основные вопросы темы:*

Опционы европейского и американского типов в непрерывном времени. Инвестиционная задача и задача хеджирования. Оптимальная остановка и цена. Самофинансируемые стратегии и хедж. Понятие арбитража. Хеджирующая стратегия для опциона европейского типа. Теория расчета стоимости и хеджирующих стратегий для опционов европейского типа с непрерывным временем.

**Тема №7.** Непрерывное время - теория и расчеты.

*Проработать и обосновать основные вопросы темы:*

Вывод формулы Блэка-Шоулса. Домашняя контрольная работа по теме "Диффузионные модели и их применения на финансовом рынке". Ортогональная стохастическая мера и ее связь со случайными процессами с независимыми приращениями. Стохастический интеграл и стохастический дифференциал. Теория расчета стоимости и хеджирующих стратегий для опционов европейского типа с непрерывным временем.

## Примерный перечень вопросов, выносимых на итоговый контроль (экзамен)

1. (B,S)-рынок в дискретном времени.
2. Постановка задачи инвестирования и хеджирования.
3. Понятие опциона. Опционы европейского и американского типов.
4. Портфель инвестора, понятие стратегии и самофинансируемости.
5. Необходимое условие существования минимального хеджа для опциона европейского типа.
6. Достаточное условие существования минимального хеджа для опциона европейского типа.
7. Лемма о представлении мартингала.
8. Рациональная стоимость опциона европейского типа (дискретное время).
9. Структура минимального хеджа для опциона европейского типа (дискретное время).
10. Примеры расчета рациональной стоимости опциона европейского типа (дискретное время).
11. Опцион американского типа.
12. Хедж и рациональная стоимость американского типа.
13. Момент остановки и рациональный момент исполнения опциона американского типа.
14. Марковские цепи (однородные).
15. Цена. Эксцессивные функции.
16. Свойства эксцессивных функций.
17. Эксцессивная мажоранта и ее свойства.
18. Минимальная эксцессивная мажоранта.
19. Характеризация цены.
20. Теория расчета рациональной стоимости опциона американского типа.
21. Теория расчета хеджирующих стратегий для опциона американского типа.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

#### Основная литература:

1. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для вузов - М.: Юрайт-Издат, 2013. - 404 с. ISBN: 9785991626477.
2. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учеб. для вузов - М. : Юрайт-Издат, 2013. - 400 с. ISBN: 9785991622202.
3. Красс, М.С. Математика в экономике: Математические методы и модели / М.С. Красс, Б.П. Чупрынов. — М.: Юрайт, 2013. — 544 с.
4. Гетманчук, А.В. Экономико-математические методы и модели: Учебное пособие для бакалавров / А.В. Гетманчук, М.М. Ермилов. — М.: Дашков и К, 2013. — 186 с. // [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=44098](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=44098)
5. Гончаренко, В.М. Методы оптимальных решений в экономике и финансах (для бакалавров). — М.: КноРус, 2014. — 400 с., // [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=53469](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=53469)
6. Экономико-математические методы и прикладные модели: Учебник / В.В. Федосеев, А.Н. Гармаш, И.В. Орлова – М.: Юрайт, 2015.
7. Соколов Г. А. Основы теории вероятностей Инфра-М, 2015. - 352 с.

#### Дополнительная литература

8. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 816с.
9. Четыркин Е.М. Вероятность и статистика / Четыркин Е.М., Монсик В.Б., Скрынников А.А. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 384 с. ISBN: 9785996306374.
10. Колемаев В.А. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для вузов / В.А. Колемаев, В.Н. Калинина; под ред. В.А. Колемаева. - М.: Кнорус, 2013. - 400с. ISBN: 9785406028193.
11. Экономико-математические методы и модели: учебное пособие / кол. Авторы; под ред. С.И. Макарова. – М.: КНОРУС, 2007.
12. Математические методы и модели для менеджмента. 3-е изд. / Глухов В.В., Медников М.Д., Коробко С.Б. – СПб.: Изда-тельство «Лань», 2007.
13. Математические методы и модели в экономике: Учебник / С.Н. ч, Е.В. Мирзоева, В.В. Лысенко. – Ростов н/Д: Фе-никс, 2007.
14. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для вузов / Н. Ш. Кремер. - М.: Юнити-Дана, 2009. – 551 с. ISBN: 9785238012704.
15. Тюрин Ю.Н. Анализ данных на компьютере: учебное пособие. – М.: Прикладная математика" / Ю. Н. Тюрин, А. А. Макаров.- 4-е изд. - М.: Форум, 2014. - 368 с. ISBN: 9785819903568
16. Боровиков В.П. Введение в современный анализ данных в системе STATISTICA: учебное пособие для вузов / В.П. Боровиков. – М.: Инф. изд. дом «Филин», 2013. – 288 с. ISBN: 9785991203265
17. Соколов Г.А. Математическая статистика: учебник для вузов / Г.А. Соколов, И.В. Гладких. – М.: Экзамен, 2007. – 432 с. ISBN: 5946929828. 45. Ермаков В.И.
18. Сборник задач по высшей математике для экономистов: учебное пособие / под редакцией Ермакова В.И. - М.: ИНФРА-М, 2010. – 575 с. ISBN: 9785160039862.

**5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

№	Наименование Интернет-ресурса	Ссылка (URL) на Интернет ресурс
1.	Федеральная служба государственной статистики	<a href="http://www.gks.ru">www.gks.ru</a>
2.	Министерство финансов РФ	<a href="http://www.minfin.ru">www.minfin.ru</a>
3.	Международный валютный фонд	<a href="http://www.imf.org">www.imf.org</a>
4.	Центр макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования	<a href="http://www.forecast.ru">www.forecast.ru</a>
5.	Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по РБ	<a href="http://www.bashstat.ru">www.bashstat.ru</a>
6.	Информационно-издательский центр «Статистика России»	<a href="http://www.infostat.ru">www.infostat.ru</a>
7.	Единый архив экономических и социологических данных ВШЭ	<a href="http://sophist.hse.ru/">http://sophist.hse.ru/</a>

1. База данных периодических изданий на платформе EastView: «Вестники Московского университета», «Издания по общественным и гуманитарным наукам» - <https://dlib.eastview.com/>
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» - <http://window.edu.ru>
3. Научная электронная библиотека eLibrary.ru - <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
4. Справочно-правовая система Консультант Плюс - <http://www.consultant.ru/>
5. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» – <https://biblioclub.ru/>
6. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» – <https://elib.bashedu.ru/>
7. Электронная библиотечная система издательства «Лань» – <https://e.lanbook.com/>
8. Электронный каталог Библиотеки БашГУ – <http://www.bashlib.ru/catalogi>.
9. Архивы научных журналов на платформе НЭИКОН (Cambridge University Press, SAGE Publications, Oxford University Press) - <https://archive.neicon.ru/xmlui/>
10. Издательство «Annual Reviews» - <https://www.annualreviews.org/>
11. Издательство «Taylor&Francis» - <https://www.tandfonline.com/>
12. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.
13. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор №114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.
14. R GNU General Public License Version 2, June 1999.
15. RStudio GNU General Public License Version 3, 19 November 2007.

**6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
<p><i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</i> аудитория № 110 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 111 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 301 (гуманитарный корпус), аудитория № 305 (гуманитарный корпус), аудитория № 307 (гуманитарный корпус), аудитория № 308 (гуманитарный корпус), аудитория № 309 (гуманитарный корпус).</p>	Лекции	<p>Учебная мебель, доска, проекционный экран, проектор, персональные компьютеры.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии – бессрочные.</li> <li>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии – бессрочные.</li> <li>3. R GNU General Public License Version 2, June 1999</li> <li>4. RStudio GNU General Public License Version 3, 19 November 2007</li> </ol>
<p><i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</i> аудитория № 110 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 111 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 301 (гуманитарный корпус), аудитория № 305 (гуманитарный корпус), аудитория № 307 (гуманитарный корпус), аудитория № 308 (гуманитарный корпус), аудитория № 309 (гуманитарный корпус).</p> <p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> лаборатория социально-экономического моделирования № 107 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), лаборатория анализа данных № 108 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 110 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 111 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 114 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 122 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 204 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 207 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 208 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 209 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 210 (помещение, ул.Карла</p>	Практические/семинарские занятия	<p>Учебная мебель, доска, проекционный экран, проектор, персональные компьютеры.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии – бессрочные.</li> <li>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии – бессрочные.</li> <li>3. R GNU General Public License Version 2, June 1999</li> <li>4. RStudio GNU General Public License Version 3, 19 November 2007</li> </ol>

<p>Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 212 (гуманитарный корпус), аудитория № 213 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 218 (гуманитарный корпус), аудитория № 220 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 221 (гуманитарный корпус), аудитория № 222 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 301 (гуманитарный корпус), аудитория № 305 (гуманитарный корпус), аудитория № 307 (гуманитарный корпус), аудитория № 308 (гуманитарный корпус), аудитория № 309 (гуманитарный корпус), аудитория № 110 (гуманитарный корпус), лаборатория исследования процессов в экономике и управлении № 311а (гуманитарный корпус), лаборатория информационных технологий в экономике и управлении № 311в (гуманитарный корпус).</p>		
<p><i>учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</i> лаборатория социально-экономического моделирования № 107 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), лаборатория анализа данных № 108 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 110 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 111 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 114 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 122 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 204 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 207 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 208 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 209 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 210 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 212 (гуманитарный корпус), аудитория № 213 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 218 (гуманитарный корпус), аудитория № 220 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 221</p>	<p>Групповые и индивидуальные консультации</p>	<p>Учебная мебель, доска, проекционный экран, проектор, персональные компьютеры.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии – бессрочные.</li> <li>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии – бессрочные.</li> <li>3. R GNU General Public License Version 2, June 1999</li> <li>4. RStudio GNU General Public License Version 3, 19 November 2007</li> </ol>

<p>(гуманитарный корпус), аудитория № 222 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 301 (гуманитарный корпус), аудитория № 305 (гуманитарный корпус), аудитория № 307 (гуманитарный корпус), аудитория № 308 (гуманитарный корпус), аудитория № 309 (гуманитарный корпус), аудитория № 110 (гуманитарный корпус), лаборатория исследования процессов в экономике и управлении № 311а (гуманитарный корпус), лаборатория информационных технологий в экономике и управлении № 311в (гуманитарный корпус).</p>		
<p><b>учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> лаборатория социально-экономического моделирования № 107 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), лаборатория анализа данных № 108 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 110 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 111 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 114 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 122 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 204 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 207 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 208 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 209 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 210 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 212 (гуманитарный корпус), аудитория № 213 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 218 (гуманитарный корпус), аудитория № 220 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 221 (гуманитарный корпус), аудитория № 222 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 301 (гуманитарный корпус), аудитория № 305 (гуманитарный корпус), аудитория № 307 (гуманитарный корпус), аудитория № 308 (гу-</p>	<p>Текущий контроль и промежуточная аттестация</p>	<p>Учебная мебель, доска, проекционный экран, проектор, персональные компьютеры.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии – бессрочные.</li> <li>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии – бессрочные.</li> <li>3. R GNU General Public License Version 2, June 1999</li> <li>4. RStudio GNU General Public License Version 3, 19 November 2007</li> </ol>

манитарный корпус), аудитория № 309 (гуманитарный корпус), аудитория № 110 (гуманитарный корпус), лаборатория исследования процессов в экономике и управлении № 311а (гуманитарный корпус), лаборатория информационных технологий в экономике и управлении № 311в (гуманитарный корпус).		
<b>помещения для самостоятельной работы:</b> аудитория № 302 читальный зал (гуманитарный корпус).	Самостоятельная работа	Учебная мебель, персональные компьютеры в комплекте HP, моноблок, персональный компьютер в комплекте моноблок iRU.
<b>помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:</b> аудитория № 115 (помещение, ул. Карла Маркса, д.3, корп.4), 118 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4)	Хранение и профилактическое обслуживание учебного оборудования	Учебная мебель, колонки (2 шт.), динамики, dvd плеер toshiba, магнитола sony (4 шт.).