

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт вычислительной математики и информационных технологий



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Д.А. Таюрский

» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Стохастический анализ

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Халиуллин С.Г. (Кафедра математического анализа, отделение математики), Samig.Haliullin@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-2	Способность использовать современные математические методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования
ПК-9	Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

1) В области научно-исследовательской деятельности:

(ПК-1) способность демонстрации общенаучных базовых знаний естественных наук, математики и информатики, понимание основных фактов, концепций, принципов теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой;

(ПК-2) способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии;

Должен уметь:

2) В проектной и производственно-технологической деятельности:

(ПК-6) способностью осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в сети Интернет и из других источников;

Должен владеть:

(ПК-8) способность формировать суждения о значении и последствиях своей профессиональной деятельности с учетом социальных, профессиональных и этических позиций;

Должен демонстрировать способность и готовность:

3) В организационно-управленческой деятельности:

(ПК-9) способность приобретать и использовать организационно-управленческие навыки в профессиональной и социальной деятельности;

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.11 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.04 "Прикладная математика (Математическое моделирование)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 54 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 54 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 54 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 7 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Постановка задач инвестирования и хеджирования.	7	0	0	4	6
2.	Тема 2. Опционы. Рациональная стоимость опциона.	7	0	0	6	6
3.	Тема 3. Теория расчета стоимости и хеджирующих стратегий для опционов европейского типа с дискретным временем.	7	0	0	6	6
4.	Тема 4. Теория расчета стоимости и хеджирующих стратегий для опционов американского типа с дискретным временем.	7	0	0	8	6
5.	Тема 5. Дискретное время - теория и расчеты.	7	0	0	8	8
6.	Тема 6. Диффузионная модель финансового рынка.	7	0	0	6	6
7.	Тема 7. Теория расчета стоимости и хеджирующих стратегий для опционов европейского типа с непрерывным временем.	7	0	0	8	8
8.	Тема 8. Непрерывное время - теория и расчеты.	7	0	0	8	8
	Итого		0	0	54	54

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)****Тема 1. Постановка задач инвестирования и хеджирования.**

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.**

Производные (или вторичные, деривативы) ценные бумаги. Опцион. Опционы европейского и американского типов в дискретном времени. Начальный капитал и функция выплаты.

Понятие справедливой (или рациональной) стоимости опционов. Биномиальная модель Кокса-Росса-Рубинштейна. Понятие страйка, и задача расчета опционов.

**Тема 3. Теория расчета стоимости и хеджирующих стратегий для опционов европейского типа с дискретным временем.**

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.

**Тема 4. Теория расчета стоимости и хеджирующих стратегий для опционов американского типа с дискретным временем.**

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 5. Дискретное время - теория и расчеты.**

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 6. Диффузионная модель финансового рынка.**

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

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 8. Непрерывное время - теория и расчеты.**

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.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

#### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Арбитраж и хеджирование - <http://www.nsu.ru/education/etfm/Lect7/Lect7.htm>

финансовый рынок - [http://nto.immpu.sgu.ru/sites/default/files/3/\\_12265.pdf](http://nto.immpu.sgu.ru/sites/default/files/3/_12265.pdf)

хеджирование - наука - <http://ru.science.wikia.com/wiki/Хеджирование>

хеджирование валютных рынков - [http://www.forexite.com/forex\\_for\\_beginners/forex\\_commercial\\_hedging.html](http://www.forexite.com/forex_for_beginners/forex_commercial_hedging.html)

что такое хедж - [http://dic.academic.ru/dic.nsf/fin\\_enc/19310](http://dic.academic.ru/dic.nsf/fin_enc/19310)

#### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	Практические и лабораторные занятия проводятся в форме лабораторных работ, на которых студенты должны решать различные задачи. Некоторые задания выполняются совместно группой вместе с преподавателем, некоторые задания требуют самостоятельного выполнения. Самостоятельная работа по изучению дисциплины предполагает внеаудиторную работу, которая включает: 1. Решение практических задач различной сложности. 2. Рассмотрение вопросов, оставленных на самостоятельное изучение. 3. Подготовку к экзамену и зачету.
самостоятельная работа	При выполнении самостоятельной работы студенты штудируют лекции, выполняют часть лабораторной работы, которую не успели выполнить в компьютерном классе, и делают выводы из выполненной работы. При выполнении самостоятельной работ обучающемуся рекомендуется повторить весь теоретический материал по соответствующим темам с выявлением ключевых теоретических аспектов и проблем, проработкой дополнительного материала по темам.
зачет	При подготовке к зачету студенты повторяют весь теоретический материал по объявленным темам и результаты лабораторных работ. Для подготовки к промежуточному контролю обучающемуся рекомендуется составить план процесса подготовки, включающей изучение, повторение, систематизацию, логическую обработку материала, анализ полученной информацией с выявлением возможных следствий и неявных свойств объектов, составлением списка возможных дополнительных вопросов и заданий, подготовку к выполнению практических задач по темам дисциплины.

#### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.03.04 "Прикладная математика" и профилю подготовки "Математическое моделирование".

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

#### Основная литература:

1. Насыров, Ф.С. Локальные времена, симметричные интегралы и стохастический анализ [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ф.С. Насыров. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2011. - 212 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59749>
2. Ширяев, А.Н. Основы стохастической финансовой математики: В 2 т. Т. 1: Факты, модели [Электронный ресурс] : монография / А.Н. Ширяев. ? Электрон. дан. - Москва : МЦНМО, 2016. - 440 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/80132>
3. Ширяев, А.Н. Основы стохастической финансовой математики: В 2 т. Т. 2: Теория [Электронный ресурс] : монография / А.Н. Ширяев. - Электрон. дан. - Москва : МЦНМО, 2016. - 464 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/80133>
4. Федотов, Н.Г. Теория признаков распознавания образов на основе стохастической геометрии и функционального анализа [Электронный ресурс] / Н.Г. Федотов. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2010. - 304 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59540>

#### Дополнительная литература:

1. Лифшиц, М.А. Случайные процессы - от теории к практике [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.А. Лифшиц. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 320 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71720>
2. Бородин, А.Н. Случайные процессы [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Бородин. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 640 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12935>
3. Шихеева, В.В. Теория случайных процессов. Марковские цепи [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Шихеева. - Электрон. дан. - Москва : МИСИС, 2013. - 70 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/47483>



Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.11 Стохастический анализ

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.