

**Федеральное государственное учреждение  
«Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»  
Российской академии наук»  
(ФИЦ ИУ РАН)**

Утверждена

Ученым советом ФИЦ ИУ РАН,  
протокол № 1 от «27» ноября 2015 г.

Председатель Ученого совета,  
директор ФИЦ ИУ РАН

И.А. Соколов

«30» ноября 2015 г.

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
«Финансовая математика»**

**Направление подготовки  
38.06.01. Экономика**

**Профиль (направленность программы)  
08.00.13 «Математические и инструментальные методы экономики»**

**Квалификация выпускника  
Исследователь. Преподаватель-исследователь**

**Форма обучения  
очная**

Москва, 2015

**Направление подготовки:** 38.06.01. Экономика

**Профиль (направленность программы):** 08.00.13 «Математические и инструментальные методы экономики»

**Дисциплина:** «Финансовая математика»

**Форма обучения:** очная

Рабочая программа составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки 38.06.01. Экономика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 года № 898, зарегистрировано в Минюсте Российской Федерации 20 августа 2014 года № 33688.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА РЕКОМЕНДОВАНА

лабораторией 11-1 ФИЦ ИУ РАН Динамики макросистем

Руководитель лаборатории (группы) \_\_\_\_\_ / Попков Ю.С. /  
«\_\_\_»\_\_\_\_\_ 201\_\_\_\_г.

**ИСПОЛНИТЕЛИ** (разработчики программы):

ФИЦ ИУ РАН, г.н.с., д.ф.-м.н. \_\_\_\_\_ Дарховский Б.С.

Рабочая программа зарегистрирована в аспирантуре под учетным номером  
\_\_\_\_\_ на правах учебно-методического издания.

Начальник отдела докторантury и аспирантуры \_\_\_\_\_ / Клименко С..И.  
/ \_\_\_\_\_

## Оглавление

АННОТАЦИЯ .....	4
1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	6
3.1. Структура дисциплины .....	6
3.2. Содержание разделов дисциплины .....	6
3.3. Семинарские занятия .....	10
3.4. Практические занятия .....	10
3.5 Самостоятельная работа .....	10
4. ТЕКУЩАЯ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ.	
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ .....	11
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	11
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	11

## **АННОТАЦИЯ**

Дисциплина «Финансовая математика» реализуется в рамках Блока 1 дисциплина по выбору Основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук» (ФИЦ ИУ РАН) по направлению подготовки 38.06.01. Экономика, профиль (направленность программы) 08.00.13 «Математические и инструментальные методы экономики» аспирантам очной формы обучения.

Рабочая программа разработана с учетом требований ФГОС ВО по направлению подготовки 38.06.01. Экономика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 года № 898, зарегистрировано в Минюсте Российской Федерации 20 августа 2014 года № 33688.

Основным источником материалов для формирования содержания программы являются: материалы конференций, симпозиумов, семинаров, Интернет-ресурсы, научные издания и монографические исследования и публикации.

Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану составляет 3 зач.ед. (108 часа), из них лекций – 68 час., семинарских занятий – 0 час., практических занятий – 0 час. и часов самостоятельной работы – 40 час. Дисциплина реализуется на 2 курсе, 4 семестре, продолжительность обучения – 1 семестр.

Текущая аттестация проводится не менее 2 раз в соответствии с заданиями и формами контроля, предусмотренными настоящей программой.

Промежуточная оценка знания осуществляется в период зачетно-экзаменационной сессии в форме: зачета.

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины «Финансовая математика» является формирование у исследователей теоретических знаний в области теории управления нелинейными системами, а также практических навыков по использованию теоретических результатов при решении конкретных задач, в том числе и прикладных. Освоение дисциплины связано с изучением следующих основных разделов: методы стабилизации положений равновесия и программных траекторий; дифференциально-геометрические методы анализа нелинейных систем; управление в условиях неопределенности; построение наблюдателей для нелинейных систем.

Дисциплина «Финансовая математика» призвана помочь аспирантам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для выполнения научно-исследовательской работы, включая выполнение кандидатской диссертации и сдачи кандидатского экзамена по специальной дисциплине в соответствии с темой диссертации.

## **2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины «Финансовая математика» направлен на формирование компетенций или отдельных их элементов в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 38.06.01. Экономика, профиль (направленность программы) 08.00.13 «Математические и инструментальные методы экономики» аспирантам очной формы обучения:

а) универсальных (УК)

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
  - способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
  - готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
  - готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
  - способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);
  - способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6).
- б) общепрофессиональных (ОПК):
- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в экономике с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
  - готовностью организовать работу исследовательского коллектива в научной отрасли, соответствующей направлению подготовки (ОПК-2);
  - готовностью к преподавательской деятельности по образовательным программам высшего образования (ОПК-3).
- в) профессиональных (ПК):
- умение применять перспективные методы исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития информационных технологий (ПК-1);
  - умение применять современные методы информатики для решения задач, возникающих в экономике и управлении народным хозяйством (ПК-3);
  - умение выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач получения, обработки и анализа информации (ПК-4);
  - умение обосновывать принимаемые решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности (ПК-5);
  - умение готовить презентации, научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, оформлять результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях (ПК-6).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**1. Знать:**

- основные расчетные характеристики финансовых операций и потоков;
- методы оценки финансового риска
- методы формирования эффективных инвестиционных портфелей;
- основные модели и методы финансовой динамики.
- элементы математической теории страхования

**2. Уметь:**

- проводить расчеты характеристик финансовых операций;
- проводить оценку финансовых рисков;
- рассчитывать эффективные инвестиционные портфели;
- рассчитывать страховые премии в простейших ситуациях.

**3. Владеть:**

- статистической обработкой реальных массивов данных;
- научной картиной мира;

- навыками самостоятельной работы с современными средствами обработки информации ;
- математическим моделированием физических задач.

### **3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **3.1. Структура дисциплины**

##### **Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебных работ**

Вид учебной работы	Трудоемкость					
	общая		Из них			
	Зач. Ед.	Час.	Лекц.	Прак.	Сем.	Сам.р.
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ по Учебному плану</b>	3	108	68			40
<i>Аудиторные занятия</i>						
Лекции (Л)	1,9	68	68			
Практические занятия (ПЗ)						
Семинары (С)						
<i>Самостоятельная работа (СР) без учёта промежуточного контроля:</i>						
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к семинарским и практическим занятиям) и самостоятельное изучение тем дисциплины	1,1	40				40
<i>Вид контроля:</i> зачет/экзамен						

#### **3.2. Содержание разделов дисциплины**

##### **Общее содержание дисциплины**

№ раздела	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Количество часов
1	алгебра финансового анализа	Товарно-денежный механизм рыночной экономики. Ключевые объекты и структуры в теории финансов. Финансовые инструменты. Время и неопределенность как влияющие факторы. Характеристики финансовых операций.	10
2	неопределенность и риск в принятии финансовых решений	Случайность и неопределенность как факторы, создающие риск. Общие принципы теории предпочтений. Предпочтения на	17

		множестве вероятностных распределений. Функции полезности и линейные индикаторы предпочтений	
3	финансовая статистика	<p>Риск и эффективность принятия финансовых решений. Измерители риска и эффективности финансовых решений.</p> <p>Инвестиционный портфель</p> <p>Формализация задачи об инвестиционном портфеле. Задача Марковица. Формулировка и решение задачи Марковица.</p> <p>Задача Тобина. Формулировка и решение задачи Тобина. Основные положения теории CAPM (Capital Asset Pricing Model). Основные положения теории CAPM (продолжение). Основные положения теории APM (Arbitrage Pricing Theory)</p> <p>Методы статистической обработки информации для оценки параметров моделей CAPM и APM</p>	23
4	финансовая динамика	<p>Инструменты финансового рынка</p> <p>Основные и производные инструменты. Элементы дискретного стохастического анализа. Стохастический базис.</p> <p>Стохастические последовательности. Марковские моменты. Мартингалы: основные свойства и примеры. Разложение Дуба. Квадратично-интегрируемые мартингалы.</p> <p>Локальные и обобщенные мартингалы. Элементы дискретного стохастического анализа. Стохастические уравнения и экспоненты.</p> <p>Стохастическая модель финансового рынка. Модели рынка и портфеля.</p> <p>Инвестиционная стратегия или портфель. Концепция арбитража.</p> <p>Первая фундаментальная теорема финансовой математики. Вторая фундаментальная теорема финансовой математики. Модель Кокса-Росса-Рубинштейна. Расчет</p>	30

		опционов европейского типа. Расчет опционов американского типа. Основные сведения о модели Блэка-Шоулса и стохастическом R/S анализе	
5	элементы математической теории страхования	Основные понятия математической теории страхования. Основные типы оценки риска при страховании. Модели индивидуального риска. Причины расчета тарифных ставок. Модели коллективного риска. Причины расчета тарифных ставок. Модель разорения. Модели перестрахования. Расчет вероятности разорения. Расчеты при перестраховании	28

### Лекционный курс

#### **Тема 1: алгебра финансового анализа (трудоемкость 4 часа)**

##### **Лекция 1.**

- 1.1.1. Товарно-денежный механизм рыночной экономики.
- 1.1.2. Ключевые объекты и структуры в теории финансов.
- 1.1.3. Финансовые инструменты.

##### **Лекция 2**

- 1.2.1. Время и неопределенность как влияющие факторы.
- 1.2.2. Характеристики финансовых операций.

#### **Тема 2: неопределенность и риск в принятии финансовых решений (трудоемкость 9 часов)**

##### **Лекция 3**

- 2.3. Случайность и неопределенность как факторы, создающие риск.

##### **Лекция 4**

- 2.4.1. Общие принципы теории предпочтений
- 2.4.2. Предпочтения на множестве вероятностных распределений

##### **Лекция 5**

- 2.5. Функции полезности и линейные индикаторы предпочтений

##### **Лекция 6**

- 2.6. Функции полезности и линейные индикаторы предпочтений (продолжение)

#### **Тема 3: финансовая статистика (трудоемкость 15 часов)**

##### **Лекция 7**

- 3.7. Риск и эффективность принятия финансовых решений

Измерители риска и эффективности финансовых решений

##### **Лекция 8**

- 3.8. Инвестиционный портфель

Формализация задачи об инвестиционном портфеле. Примеры.

##### **Лекция 9**

**3.9. Задача Марковица**

Формулировка и решение задачи Марковица

**Лекция 10**

**3.10. Задача Тобина**

Формулировка и решение задачи Тобина

**Лекция 11**

**3.11. Основные положения теории CAPM**

Теория CAPM (Capital Asset Pricing Model).

**Лекция 12**

**3.12. Основные положения теории CAPM (продолжение)**

**Лекция 13**

**3.13. Основные положения теории APM**

Теория APM (Arbitrage Pricing Theory)

**Лекция 14**

**3.14. Методы статистической обработки информации для оценки параметров моделей CAPM и APM**

**Тема 4: финансовая динамика (трудоемкость 25 часов)**

**Лекция 15**

**4.15. Инструменты финансового рынка**

Основные и производные инструменты

**Лекция 16**

**4.16. Элементы дискретного стохастического анализа**

**4.16.1. Стохастический базис. Стохастические последовательности.**

Марковские моменты.

**Лекция 17**

**4.17. Элементы дискретного стохастического анализа (продолжение)**

**4.17.1. Мартингалы: основные свойства и примеры**

**Лекция 18**

**4.18. Элементы дискретного стохастического анализа (продолжение)**

**4.18.1. Разложение Дуба. Квадратично-интегрируемые мартингалы**

**Лекция 19**

**4.19. Элементы дискретного стохастического анализа (продолжение)**

**4.19.1. Локальные и обобщенные мартингалы**

**Лекция 20**

**4.20. Элементы дискретного стохастического анализа (продолжение)**

**4.20.1. Стохастические уравнения и экспоненты**

**Лекция 21**

**4.21. Стохастическая модель финансового рынка**

**4.21.1. Модели рынка и портфеля**

**Лекция 22**

**4.22. Стохастическая модель финансового рынка (продолжение)**

**4.22.1. Инвестиционная стратегия или портфель**

**Лекция 23**

**4.23. Стохастическая модель финансового рынка (продолжение)**

**4.23.1. Концепция арбитражса**

**Лекция 24**

**4.24. Стохастическая модель финансового рынка (продолжение)**

**4.24.1. Первая фундаментальная теорема финансовой математики**

### **Лекция 25**

*4.25. Стохастическая модель финансового рынка (продолжение)*

*4.25.1. Вторая фундаментальная теорема финансовой математики*

### **Лекция 26**

*4.26. Модель Кокса-Росса-Рубинштейна*

*4.26.1. Расчет опционов европейского типа*

### **Лекция 27**

*4.27. Модель Кокса-Росса-Рубинштейна (продолжение)*

*4.27.1. Расчет опционов американского типа*

*4.27.2. Основные сведения о модели Блэка-Шоулса и стохастическом R/S анализе*

## **Тема 5: элементы математической теории страхования (*трудоемкость 15 часов*)**

### **Лекция 28**

*5.28. Основные понятия математической теории страхования*

### **Лекция 29**

*5.29. Основные типы оценки риска при страховании*

### **Лекция 30**

*5.30. Модели индивидуального риска*

### **Лекция 31**

*5.31. Модели индивидуального риска (продолжение)*

*5.31. 1. Причины расчета тарифных ставок*

### **Лекция 32**

*5.32. Модели коллективного риска*

### **Лекция 33**

*5.32. Модели коллективного риска (продолжение)*

*5.32. 1. Причины расчета тарифных ставок*

### **Лекция 34**

*5.34. Модель разорения. Модели перестрахования*

*5.34.1. Расчет вероятности разорения.*

*5.34.2. Расчеты при перестраховании*

## **3.3. Семинарские занятия**

Не предусмотрены

## **3.4. Практические занятия**

Не предусмотрены

## **3.5. Самостоятельная работа аспирантов**

Внеаудиторная самостоятельная работа аспирантов включает следующие виды деятельности:

- конспектирование и реферирование первоисточников и другой научной и учебной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
- изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку;
- написание рефератов;

- выполнение переводов научных текстов с иностранных языков;
- индивидуальные домашние задания расчетного, исследовательского и т.п. характера

### **Содержание и объем самостоятельной работы аспирантов**

Разделы и темы рабочей программы самостоятельного изучения	Перечень домашних заданий и других вопросов для самостоятельного изучения	Сроки выполнения (№ недели)	Трудоемкость	
			час.	зач. ед.
алгебра финансового анализа, финансовая статистика	Проработка глав 3, 7, 8 (финансовые модели и расчеты для непрерывного времени) книги А.Н. Ширяева «Основы стохастической финансовой математики». Написание рефератов.	1-10н	15	0,4
неопределенность и риск в принятии финансовых решений, финансовая динамика	Реферирование статей из журнала «Теория вероятностей и ее применения по вопросам финансовой математики за период 2004-2012 гг.	12-16н	15	0,4
элементы математической теории страхования	Проработка главы 9 (модели страхования жизни) книги V. Rotar “Actuarial Models”, Chapman & Hall, 2006.	17-20н	10	0,3

### **4. ТЕКУЩАЯ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**Текущая аттестация аспирантов.** Текущая аттестация аспирантов проводится в соответствии с локальным актом ФИЦ ИУ РАН- Положением о текущей, промежуточной и итоговой аттестации аспирантов ФИЦ ИУ РАН по программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме опроса, а также оценки вопроса-ответа в рамках участия обучающихся в дискуссиях и различных контрольных мероприятиях по оцениванию фактических результатов обучения, осуществляемых преподавателем, ведущим дисциплину.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина – активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость занятий;

- степень усвоения теоретических знаний и уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы, проводимых в рамках семинаров, практических занятий и самостоятельной работы.

Оценивание обучающегося на занятиях осуществляется с использованием нормативных оценок по 4-х бальной системе (5-отлично, 4-хорошо, 3-удовлетворительно, 2-не удовлетворительно).

**Промежуточная аттестация аспирантов.** Промежуточная аттестация аспирантов по дисциплине проводится в соответствии с локальным актом ФИЦ ИУ РАН - Положением о текущей, промежуточной и итоговой аттестации аспирантов ФИЦ ИУ РАН по программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и является обязательной.

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в форме зачета в период зачетно-экзаменационной сессии в соответствии с Графиком учебного процесса по приказу (распоряжению) заместителю директора по научной работе). Аспирант допускается к зачету в случае выполнения аспирантом всех учебных заданий и мероприятий, предусмотренных настоящей программой. В случае наличия учебной задолженности (пропущенных занятий и (или) невыполненных заданий) аспирант отрабатывает пропущенные занятия и выполняет задания.

Оценивание аспиранта на промежуточной аттестации осуществляется с использованием нормативных оценок на зачете – зачленено (не зачленено).

#### **Оценивание аспиранта на промежуточной аттестации в форме зачета**

<b>Оценка зачета (нормативная)</b>	<b>Требования к знаниям и критерии выставления оценок</b>
<i>Зачленено</i>	Аспирант при ответе демонстрирует содержание тем учебной дисциплины, владеет основными понятиями, знает особенности развития, имеет представление об особенностях, о специфике финансовой математики Информирован и способен делать анализ проблем и намечать пути их решения
<i>Не зачленено</i>	Аспирант при ответе демонстрирует плохое знание значительной части основного материала в области финансовой математики. Не информирован или слабо разбирается в проблемах, и или не в состоянии наметить пути их решения.

Перечень контрольных вопросов.

1. Как рассчитываются различные виды процентов?
2. Что такое дисконтирование?
3. Что такое чистый приведенный доход?
4. Как найти эффективную ставку?
5. Как найти эквивалентную процентную ставку?
6. Как определяется риск финансовых операций?

7. Что такое принцип гарантированного результата?
8. Каковы принципы сравнения вероятностных распределений?
9. Что такая функция полезности?
10. Что такое точки Парето?
11. Как ставится и решается статическая задача о формировании оптимального инвестиционного портфеля?
12. Что такое альфа-бета модель формирования доходности?
13. Назовите основные вероятностные модели формирования цен рисковых активов
14. Что такое геометрическое броуновское движение?
15. Что такое опцион?
16. Как можно рассчитать цену опциона?
17. Простейшие математические модели страхования и принципы расчета тарифа

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Четыркин Е.М. Методы финансовых и коммерческих расчетов. М.: Дело, 1992.
2. Капитоненко В.В. Финансовая математика и ее приложения. М.: Приор, 2000.
3. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. М.:Дело, 2001.
4. Ширяев А.Н. Основы стохастической финансовой математики. Т.1, 2. М.: Фазис, 1998.
5. Голубин А.Ю. Математические модели в теории страхования. М.: Анкил, 2003.

### **Дополнительная литература и Интернет-ресурсы**

Электронные ресурсы, включая доступ к базам данных и т.д.

Информационные ресурсы: Журналы по теории вероятностей и математической статистике, математической теории финансов, актуарной математике, доступные через Internet научные и научно-технические журналы: <http://scitation.aip.org/>, <http://www.sciencemag.org/> электронные конспекты лекций, учебные пособия, разработанные для данного курса.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Необходимое оборудование для лекций компьютер и мультимедийное оборудование (проектор, звуковая система)

Обеспечение самостоятельной работы - базы данных по журналам Теория вероятностей и ее применения, Обозрение промышленной и прикладной математики, Journal of Financial and Quantitative Analysis, Journal of Financial Research

ИСПОЛНИТЕЛИ (разработчики программы):

ФИЦ ИУ РАН, г.н.с., д.ф.-м.н.

Дарховский Б.С.