

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
« 30 » _ноября_ 2022 г. № _13_

Рабочая программа дисциплины

Вероятностные модели финансовой математики

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Вероятностное моделирование и анализ данных

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений
Б1.В.ДВ.01.02 Вероятностные модели финансовой математики

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.ДВ.01.02, «Вероятностные модели финансовой математики» относится к части ООП направления подготовки 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии», формируемой участниками образовательных отношений

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
ПК-11 <i>Способен определять сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</i>	ПК-11.1 Знать методы определения сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	<i>Знать</i> 1) понятия рынка ценных бумаг, основные виды ценных бумаг	<i>Собеседование</i>
	ПК-2.2 Уметь определять сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	<i>Уметь</i> 1) построить математическую модель случайного явления	<i>Задачи</i>
ПК-13 <i>Способен подготавливать аналитические отчеты, а также обзоры, доклады, рекомендации, проекты нормативных документов на основе статистических</i>	ПК-13.1 Знать принципы подготовки аналитических отчетов, а также обзоров, докладов, рекомендаций, проектов нормативных документов на основе статистических	<i>Знать</i> 1) методы расчета рациональной стоимости и хеджирующих стратегий для опционов европейского типа	<i>Задачи</i>

<i>расчетов</i>	расчетов		
	ПК-13.2 Уметь подготавливать аналитические отчеты, а также обзоры, доклады, рекомендации, проекты нормативных документов на основе статистических расчетов	<i>Уметь</i> 1) находить мартингальные меры в простейшем случае 2) вычислять вероятности случайных событий и отыскивать законы распределения и числовые характеристики случайных величин	<i>Задачи</i>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	33
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа	16
- занятия лабораторного типа	0
- текущий контроль (КСР)	1
самостоятельная работа	39
Промежуточная аттестация – зачет	

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы) Очная	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы Очная
		Занятия лекционного типа Очная	Занятия семинарского типа Очная	Занятия лабораторного типа Очная	Всего Очная	
Элементы финансовых расчетов. Финансовые рынки и ценные бумаги. (B,S)-рынок. Портфель ценных бумаг. Самофинансируемость	7	2	2		4	3
Условные вероятности и условные математические ожидания относительно разбиений. Мартингалы с дискретным временем.	20	4	4		8	12
Модели ценообразования активов	20	4	4		8	12
Теория арбитража и полноты рынка. Хеджирование. Модель Кокса-Росса-Рубенштейна	24	6	6		12	12

Текущий контроль (КСР)	1	0	0		1	0
Промежуточная аттестация – зачет						
Итого	72	16	16		33	39

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях семинарского типа

Промежуточная аттестация проходит в традиционных форма (зачет)

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа заключается в чтении литературы из списка основной литературы и подготовки к промежуточной аттестации.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный курс «Вероятностные модели финансовой математики» (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=6162>), созданный в системе электронного обучения ННГУ – <https://e-learning.unn.ru/>.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		Зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены

	вследствие отказа обучающегося от ответа	Имели место грубые ошибки.	ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Шкала оценивания при собеседовании

Результат ответов	Оценка
Студент дает верные развернутые ответы на вопросы преподавателя	зачтено
Студент отвечает только на часть вопросов, или отвечает с ошибками, или не дает развернутого ответа на вопросы	не зачтено

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на

		уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1 Контрольные вопросы для зачета

Вопрос	Код компетенции
1. Приведите определения простых и сложных процентов.	ПК-11
2. Перечислите примеры безрисковых активов.	ПК-11
3. Перечислите примеры рискованных активов	ПК-11
4. Что такое опционы? В чем различие опциона-колл и опциона пут?	ПК-11
5. В чем отличие опциона от фьючерса?	ПК-11
6. В чем различие европейского и американского опционов?	ПК-11
7. Что такое портфель ценных бумаг?	ПК-11
8. Что такое самофинансируемый портфель?	ПК-11
9. В чем заключается модель скользящего среднего для доходности рискованного актива?	ПК-13
10. В чем заключается модель авторегрессии для доходности рискованного актива?	ПК-13
11. В чем заключается модель авторегрессии скользящего с реднего для доходности рискованного актива?	ПК-13
12. В чем заключается авторегрессионная модель условной гетероскедастичности для доходности рискованного актива?	ПК-13
13. Перечислите основные формулы модели Марковица?	ПК-13
14. Докажите, что в случае конечных вероятностных пространств каждая алгебра порождена некоторым разбиением	ПК-11
15. Сформулируйте определения условного математического ожидания относительно разбиения	ПК-11
16. Перечислите свойства условных математических ожиданий относительно разбиения	ПК-11
17. Приведите примеры мартингалов	ПК-11
18. Сформулируйте определение момента остановки	ПК-11
19. Дайте определение биномиального (B, S) -рынка	ПК-13
20. Дайте определение полноты рынка и сформулируйте соответствующий критерий	ПК-13
21. Дайте определение безарбитражного рынка и сформулируйте соответствующий критерий	ПК-11
22. Докажите лемму о представлении мартингалов	ПК-11
23. Дайте определение самофинансируемой хеджирующей стратегии	ПК-11
24. Приведите формулу Кокса-Росса-Рубинштейна для цены опциона-колл и опциона-пут. Поясните на этом примере понятие паритета цен.	ПК-11

5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-11

Задача 1. Стоимость акции изменялась следующим образом: 100 рублей, 120 рублей, 115 рублей. Найти доходность на каждом промежутке времени.

Задача 2. Найти величину суммы $S_0=10,000$ рублей через 2 года при сложной процентной ставке 8 % годовых с капитализацией процентов каждые 3 месяца.

5.2.3 Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-13

Задача 1. Пусть доходность за период имеет распределение $P\{\rho = -0.1\} = 0.6$, $P\{\rho = 0.12\} = 0.4$. Найти мартингальную меру.

Задача 2. Пусть одношаговая доходность имеет распределение из задачи 1. Найти «справедливую» цену стандартного европейского опциона-колл при начальной стоимости рискованного актива $S_0 = 100$, безрисковой процентной ставке $r = 0.05$, числе периодов $N = 10$ и цене исполнения $K = 110$.

5.2.4 Типовые вопросы для собеседования для оценки компетенции «ПК-11»:

1. Что такое процентные деньги? Какие виды процентов вы знаете?
2. Что такое производные ценные бумаги? Приведите примеры.
3. Напишите уравнение динамики цены портфеля. Напишите вид условия самофинсирования.
4. Чем измеряется риск в модели Марковица?

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Ширяев А.Н. Вероятность – М.: Наука, 1989. – 640 с. (92 экз.)
2. Ширяев А.Н. О некоторых понятиях и стохастических моделях финансовой математики. – Теория вероятностей и ее применение. Т. 39. Вып. 1, 1994, с. 5 – 22. – Режим доступа: <http://mi.mathnet.ru/tvp3761>
3. Ширяев А.Н., Кобанов Ю.М., Крамков Д.О., Мельников А.В. К теории расчетов опционов европейского и американского типов. I. Дискретное время. – Теория вероятностей и ее применения. Т. 39. Вып. 1. 1994, с. 23 – 79. – Режим доступа: <http://mi.mathnet.ru/tvp3762>

б) дополнительная литература:

1. Мельников А.В., Нечаев М.Л. К вопросу о хеджировании платёжных обязательств в среднеквадратическом. – Теория вероятностей и ее применения, Т. 43. Вып. 4, 1998, с. 672 – 691. Режим доступа: <http://mi.mathnet.ru/tvp2015>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

- Общероссийский математический портал <http://www.mathnet.ru>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор д.ф.-м.н., доцент _____ А.В.Зорин

Рецензент (ы) _____

Заведующий кафедрой _____ А.В. Зорин

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики
от 30.11.2022 года, протокол № 3.