

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ

Директор института прикладной  
математики и компьютерных наук

А.В. Замятин

« 11 » 2021 г.



## Математические модели теории рисков

### рабочая программа дисциплины

Закреплена за кафедрой	<i>прикладной математики</i>
Учебный план	<i>01.03.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Математические методы в экономике»</i>
Форма обучения	<i>очная</i>
Общая трудоёмкость	<i>3 з.е.</i>
Часов по учебному плану	<i>108</i>
в том числе:	
аудиторная контактная работа	<i>54,7</i>
самостоятельная работа	<i>53,3</i>
Вид(ы) контроля в семестрах	
<i>экзамен/зачет/зачет с оценкой</i>	<i>Семестр 7 – экзамен</i>

Программу составил:  
д-р техн. наук, профессор,  
профессор кафедры прикладной математики

 К.И. Лившиц

Рецензент:  
д-р физ.-мат. наук, профессор,  
профессор кафедры прикладной математики

 А.Г. Дмитренко

Рабочая программа дисциплины «Математические модели теории рисков» разработана в соответствии с образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат, самостоятельно устанавливаемым федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (утвержден Ученым советом НИ ТГУ, протокол от 27.10.2021 г. № 08).

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры прикладной математики

Протокол от 26 мая 2021 г. № 04

Заведующий кафедрой прикладной математики,  
д-р техн. наук, профессор



А.М. Горцев

Рабочая программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии института прикладной математики и компьютерных наук (УМК ИПМКН)

Протокол от 17 июня 2021 г. № 05

Председатель УМК ИПМКН,  
д-р техн. наук, профессор



С.П. Сущенко

### **Цель освоения дисциплины**

Дисциплина «Математические модели теории рисков» является теоретическим и практическим расширением и развитием изученных ранее математических и финансово-экономических дисциплин подготовки бакалавров, использующих в качестве основного инструмента исследования количественные методы.

Цель дисциплины «Математические модели теории рисков» состоит в формировании современных представлений о математических основах управления рисками в финансовой сфере, а также приобретению базовых знаний в области производных финансовых инструментов (деривативов), выработки практических навыков применения математических методов управления рисками, принятия управленческих решений и экономической интерпретации полученных результатов.

Изучение дисциплины также способствует формированию и развитию уровня мышления, необходимого для решения комплексных задач, возникающих в процессе инвестиционной, банковской и финансовой деятельности; приобретению практических навыков в использовании математических методов анализа рисков для создания экономико-математических моделей и для решения задач управления; приобретению умения интерпретировать полученные аналитические и математические результаты для прогноза возможных рисков, объяснения экономических эффектов и управления экономическими системами.

### **1. Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Математические модели теории рисков» является дисциплиной по выбору, относится к части Блока 1 «Дисциплины (модули)», формируемой участниками образовательных отношений, входит в модуль «Математические методы в экономике».

Пререквизиты дисциплины: «Макроэкономика», «Микроэкономика», «Теория вероятностей», «Случайные процессы», «Математическая статистика», «Эконометрика».

Постреквизиты дисциплины: «Адаптация в экономических системах», научно-исследовательская работа, выполнение выпускной квалификационной работы.

### **2. Компетенции и результаты обучения, формируемые в результате освоения дисциплины**

Таблица 1.

<b>Компетенция</b>	<b>Индикатор компетенции</b>	<b>Код и наименование результатов обучения</b> (планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций)
ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ИОПК-3.2. Демонстрирует умение собирать и обрабатывать статистические, экспериментальные, теоретические и т.п. данные для построения математических моделей, расчетов и конкретных практических выводов.	ОРОПК-3.2. Обучающийся сможет: - применить математические модели теории рисков для обработки статистических, экспериментальных и иных данных для построения математических моделей, расчетов и конкретных практических выводов.
ПК-2. Способен анализировать и оценивать риски, разрабатывать отдельные функциональные направления управления рисками.	ИПК-2.1. Определяет и идентифицирует риски в деятельности организации.	ОРИПК-2.1. Обучающийся сможет: - определить и идентифицировать риски в деятельности организации.
	ИПК-2.2. Собирает и обрабатывает аналитическую информацию для анализа и оценки рисков.	ОРИПК-2.2. Обучающийся сможет: - собрать и обработать аналитическую информацию для анализа и оценки рисков.

	ИПК-2.3. Определяет комплекс аналитических процедур и методов анализа и оценки рисков с позиции их идентификации по функциональным областям.	ОРИПК-2.3. Обучающийся сможет: - определить комплекс аналитических процедур и методов анализа и оценки рисков с позиции их идентификации по функциональным областям.
--	--	---

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура и трудоемкость видов учебной работы по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Таблица 2.

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах	
	7 семестр	всего
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>54,7</b>	<b>54,7</b>
Лекции (Л):	32	32
Практики (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)		
Семинары (СЗ)		
Групповые консультации	2	2
Индивидуальные консультации	2,4	2,4
Промежуточная аттестация	2,3	2,3
<b>Самостоятельная работа обучающегося:</b>	<b>53,3</b>	<b>53,3</b>
- выполнение контрольных заданий	21,6	21,6
- изучение учебного материала		
- подготовка к практическим занятиям/коллоквиумам		
- подготовка к экзамену	31,7	31,7
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)</b>	<b>Экзамен</b>	<b>Экзамен</b>

### 3.2. Содержание и трудоемкость разделов дисциплины

Таблица 3.

Код занятия	Наименование разделов и тем и их содержание	Вид учебной работы, занятий, контроля	С е м е с т р	Часы в электронной форме	Всего (час.)	Литература	Код (ы) результата(ов) обучения
	<b>Тема 1. Риск как экономическая категория, его сущность</b>		<b>7</b>		<b>6</b>		ОРОПК-3.2, ОРИПК-2.1, ОРИПК-2.2, ОРИПК-2.3
1.1.	<p><b>1.1. Понятие финансового риска. Необходимость управления рисками</b>  Понятие финансового риска. Причины возникновения финансового риска. Классификация финансовых рисков: рыночные риски, риски ликвидности, кредитные риски, операционные риски. Смешанные риски. Роль случайного фактора. Производные финансовые инструменты (деривативы) как один из способов управления рисками. Капитал, риск и вероятность дефолта. Понятие экономического капитала. Управление риском на макроуровне. Скорректированная на риск доходность капитала (Risk Adjusted Return On Capital, RAROC)</p> <p><b>1.2. Регулятивный (достаточный) капитал</b>  Банковское регулирование. Базель I (1988): цена кредитного риска (Credit Risk Charge – CRC), ограничения деятельности, оценка подходов. Базель II (2004): три столпа – минимальные регулятивные требования, пересмотр в порядке надзора, дисциплина на рынке. Цена рыночного риска: стандартизированные методы – количественные требования. Базель III. Три схемы переноса финансовых рисков: хеджирование, страхование и диверсификация.</p>	Лекции	7		4	№1, №2, №4, №6	
1.2	Изучение учебного материала по теме	СРС	7		2		
	<b>Тема 2. Математические модели оценки финансовых рисков</b>		<b>7</b>		<b>28</b>		ОРОПК-3.2, ОРИПК-2.1, ОРИПК-2.2, ОРИПК-2.3
2.1.	<p><b>2.1 Средства измерения рисков</b>  Инвестиционные операции. Измерение эффективности и риска инвестиционных операций. Понятия: волатильность, дюрация, выпуклость. Дисперсия и среднеквадратичное отклонение как простейшие показатели волатильности и риска. Работа с реальными данными: измерение доходов, выборочные оценки. Оценка горизонта прогноза.</p> <p><b>2.2. Количественные характеристики и схемы оценки рисков в условиях неопределенности</b></p>	Лекции	7		12	№1, №2, №4, №6	

	<p>Матрицы последствий и матрицы рисков. Анализ связанной группы решений в условиях полной и частичной неопределенности. Оптимальность по Парето.</p> <p><b>2.3. Вычисление «стоимости под риском» (Value At Risk, VAR)</b>  Общая модель оценки финансового риска. VAR – метод оценки финансовых рисков. Абсолютный и относительный показатели VAR. Выбор количественных факторов: уровня доверительной вероятности и временного горизонта прогноза. VAR как основная мера риска. VAR как мера потенциальных потерь. VAR как акционерный капитал. Критерии обратной связи. Применение: Базель – параметры. Классификация методов оценки VAR. Параметрический VAR. Дельта-нормальный метод. Оценка ошибки параметрической модели VAR. Ожидаемые потери портфеля в случае превышения значения VAR. Когерентная мера риска. Квантили и «хвосты распределения», ожидаемые потери (Expected Tail Loss, ETL). Оценка ошибок для среднего и дисперсии, для квантилей; сравнение методов. Теория экстремальных значений (Extreme Value Theory, EVT): распределение. Связь с временным горизонтом прогноза – применение к оценкам VAR. Непараметрический VAR. Метод исторического моделирования. Метод Монте-Карло. Моделирование с одной случайной переменной – геометрическое броуновское движение. Генерирование случайных чисел. Моделирование с несколькими случайными переменными – корреляция переменных.</p> <p><b>2.4. Обратное тестирование VAR (backtesting)</b>  Проверка на реальных данных достоверности VAR. Анализ данных для обратного тестирования. Основные схемы статистической проверки гипотез. Модель обратного тестирования с выбросами. Проверка адекватности модели на частоте отказов. Логарифмическое отношение правдоподобия. Требования Базеля.</p>						
2.2	Изучение учебного материала по теме. Подготовка к выполнению практических занятий	СРС	7		10		
2.3.	Количественные характеристики и схемы оценки рисков в условиях неопределенности. Вычисление «стоимости под риском» (ValueAtRisk, VAR). Обратное тестирование VAR (backtesting)	Практики	7		6		
	<b>Тема 3. Прогнозирование рисков и корреляций</b>		<b>7</b>		<b>12</b>		ОРОПК-3.2, ОРИПК-2.1, ОРИПК-2.2, ОРИПК-2.3
3.1.	Модели изменения риска во времени и анализ выбросов. Моделирование риска, меняющегося во времени. Скользящие средние. Обобщенная авторегрессионная условная гетероскедастичная модель (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedastic Model, GARCH). Подход RiskMetrics. Прогнозирование на длинных временных горизонтах. Моделирование корреляций: движение средних, экспоненциальные взвешенные скользящие средние (EWMA). Использование	Лекции	7		8	№1, №2, №4, №6	

	информации о ценах опционов (implied volatility).						
3.2.	Изучение учебного материала по теме	СРС	7		2		
3.3	Прогнозирование рисков и корреляций.	Практика	7		2		
	<b>Тема 4. Математические модели управления финансовыми рисками</b>		<b>7</b>		<b>12</b>		ОРОПК-3.2, ОРИПК-2.1, ОРИПК-2.2, ОРИПК-2.3
4.1.	<b>4.1. Риск портфеля – аналитические методы</b> Понятие показателя VAR для портфеля. Матричная запись. Инструментарий VAR: маргинальный показатель VAR, VAR для приращений (инкрементный VAR), VAR для отдельных компонент портфеля	Лекции	7		2	№1, №2, №4, №6	
4.2.	Изучение учебного материала по теме. Подготовка к выполнению лабораторных работ,	СРС	7		2		
4.3	Риск портфеля аналитические методы.	Практика	7		2		
4.4	<b>4.2. Многомерные (многофакторные) модели</b> Ковариационная матрица портфеля, возможность и необходимость ее упрощения. Диагональная модель. Многофакторная модель. Анализ главных компонент. Факторный анализ. Применение к акциям и облигациям. Сравнение методов.	Лекции	7		2	№1, №2, №4, №6	
4.5	Изучение учебного материала по теме. Подготовка к выполнению лабораторных работ,	СРС	7		2		
4.6	Многомерные (многофакторные) модели	Практика	7		2		
	<b>Тема 5. Системы Value-At-Risk</b>		<b>7</b>		<b>11,6</b>		ОРОПК-3.2, ОРИПК-2.1, ОРИПК-2.2, ОРИПК-2.3
5.1	<b>5.1. VAR отображение (mapping) факторов риска</b> Отображение как решение проблемы представления больших объемов данных. Общие и специальные риски. Отображение портфеля с фиксированным доходом: диверсифицированный VAR, стресс-тестирование, эталонный портфель активов. Отображение рисков, связанных с деривативами: форвардные контракты, товарные форварды, соглашения о форвардной ставке, процентные ставки свопов. Риски, связанные с опционами, отображение опционов.	Лекции	7		2	№1, №2, №4, №6	
5.2.	<b>5.2. Стресс – тестирование</b> Принципы анализа сценариев: управляемый внешними событиями или управляемый типом портфеля? Создание одномерных сценариев: SPAN (standard portfolio analyses of risk) системы. Анализ многомерных сценариев: потенциальный сценарий, методы условных сценариев, исторические сценарии. Модели и параметры стресс - тестирования.	Лекции	7		2	№1, №2, №4, №6	
5.3.	Изучение учебного материала по теме. Подготовка к практическим занятиям	СРС	7		3,6		

5.4	VAR отображение (mapping) факторов риска	Практика	7		2		
5.5	Стресс – тестирование	Практика	7		2		
	<b>Консультации</b>	К	<b>7</b>		<b>4,4</b>		
	<b>Подготовка к промежуточной аттестации</b>	СРС	<b>7</b>		<b>31,7</b>		
	<b>Промежуточная аттестация в форме экзамена</b>	Э	<b>7</b>		<b>2,3</b>		

#### **4. Образовательные технологии, учебно-методическое и информационное обеспечение для освоения дисциплины**

Исходным звеном является лекция. Лекционный материал затем закрепляется путем проведения практических занятий по отдельным разделам курса.

Самостоятельная работа студентов включает изучение теоретического материала, подготовку к практическим занятиям, а также подготовку к экзамену.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций, и методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения, приведены в Приложении 1 к рабочей программе «Фонд оценочных средств».

##### **4.1. Рекомендуемая литература и учебно-методическое обеспечение**

№ п/п	Авторы / составители	Заглавие	Издательство	Год издания, количество страниц
Основная литература				
1.	Халл Джон К.	Опционы, фьючерсы и другие производные финансовые инструменты	М.: Вильямс	2013 г., 1024 с.
2.	Буренин А.Н.	Управление портфелем ценных бумаг	М.: Научно-техническое общество им. С.И. Вавилова	2012 г., 352 с.
Дополнительная литература				
3.	Терпугов А.Ф.	Математика рынка ценных бумаг	Томск: Издательство НТЛ	2004 г., 164 с.
4.	Лобанов А.А., Чугунов А.В.	Энциклопедия финансового риск – менеджмента	М.: Изд-во Альпина Паблишер	2003 г., 786 с.
5.	Булинская Е.Н.	Теория риска и перестрахование	М.: Мэйлер	2009 г., 187 с.
6.	Королев В.Ю., Бенинг В.Е., Шоргин С.Я.	Математические основы теории риска.	М.: Физматлит	2011 г., 620 с.
7.	Christodoulakis G, Satchell S	The Analytics of Risk Model Validation	Elsevier	2008 г., 197 с.
8.	Jean-Paul Chavas	Risk Analysis in Theory and Practice.	Elsevier	2004 г., 237 с.

##### **4.2. Базы данных и информационно-справочные системы, в том числе зарубежные**

1. <http://rts.micex.ru/>
2. <http://www.gks.ru/>
3. <http://www.cbr.ru/>
4. Электронно-библиотечная система Издательства Лань [Электронный ресурс]/ Издательство «Лань». – Электрон. дан. – URL: <https://e.lanbook.com/>
5. Электронная библиотека ТГУ: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

##### **4.3. Перечень лицензионного и программного обеспечения**

Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook); публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

#### **4.4. Оборудование и технические средства обучения**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения практических занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

#### **5. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины**

Основой обучения является курс лекций, читаемый преподавателем, а также выполнение практических заданий, при выполнении которых исследуются предложенные ранее математические модели и алгоритмы. Для самостоятельной работы и дополнительного расширения круга знаний рекомендуется использовать литературу, приведенную в разделе 4.1, а также информационные системы, приведенные в разделе 4.2.

#### **6. Преподавательский состав, реализующий дисциплину**

Лившиц Климентий Исаакович, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры прикладной математики НИ ТГУ.

#### **7. Язык преподавания – русский язык.**