

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 05.10.2023 14:33:47
Уникальный программный идентификатор:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:
Руководитель ООП
А.В. Язенин А.В. Язенин/
ФАКУЛЬТЕТ
ПРИКЛАДНОЙ
МАТЕМАТИКИ
И КИБЕРНЕТИКИ
сентя 2022 г.
Тверской государственному
университет

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)
**Модели и методы выбора инвестиционного портфеля в
условиях гибридной неопределенности**

Направление подготовки
02.04.02 – «Фундаментальная информатика и информационные технологии»

Направленность (профиль)
«Информационные технологии в управлении и принятии решений»

Для студентов 2 курса
очная форма

Составитель: д.ф.-м.н., профессор А.В. Язенин



Тверь, 2022

I. Аннотация

1. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является изучение современной теории и методов оптимизации инвестиционного портфеля в условиях гибридной неопределенности возможно-вероятностного типа.

Задачей освоения дисциплины является формирование навыков практического применения методов возможно-вероятностей оптимизации при формировании квазиэффективных инвестиционных портфелей.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к разделу «Математический» обязательной части Блока 1.

Предварительные знания и умения: для успешного изучения и освоения материала студентам необходимо владеть основными понятиями из теории вероятностей, математических основ нечетких систем, математической статистики, исследования операций и методов оптимизации, линейной алгебры, математического анализа, методов возможно-вероятностной оптимизации.

Полученные знания в последующем используются при выполнении выпускной квалификационной работы, а также в дальнейшей трудовой деятельности.

3. Объем дисциплины: ___3___ зачетных единиц, ___108___ академических часов, в том числе:

контактная аудиторная работа: лекции ___15___ часов; практические занятия ___15___ часов, в т.ч. практическая подготовка 7 часов;

самостоятельная работа: _78_____ часов, в том числе контроль ___0___.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<p>ОПК-1 Способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы прикладной математики, фундаментальной информатики и информационных технологий</p>	<p>ОПК-1.1 Обладает фундаментальными знаниями в области математических и естественных наук, теории коммуникаций ОПК-1.2 Осуществляет первичный сбор и анализ материала, интерпретирует различные математические объекты ОПК-1.3 Решает актуальные задачи прикладной математики, фундаментальной информатики и информационных технологий</p>
<p>ОПК-3 Способен проводить анализ математических моделей, создавать инновационные методы решения прикладных задач профессиональной деятельности в области информатики и математического моделирования</p>	<p>ОПК-3.1 Знает и применяет методы теории алгоритмов, методы системного и прикладного программирования, основные положения и концепции в области математических, информационных и имитационных моделей ОПК-3.2 Соотносит знания в области программирования, интерпретирует прочитанное, определяет и создает информационные ресурсы глобальных сетей, образовательного контента, средств тестирования систем ОПК-3.3 Разрабатывает программное обеспечение и тестирует программные продукты</p>

5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения – зачет, 3 семестр.

6. Язык преподавания русский.

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

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)					Самост оятель ная работа, в том числе Контро ль (час.)
		Лекции		Практически е занятия		Контроль самостоятельной работы (в том числе курсовая работа)	
		всего	в т.ч. практическая подготовка	всего	в т.ч. практическая подготовка		
Вероятностная модель рынка. Ожидаемая доходность и риск портфеля. Диверсификация риска.	9	2	-	-	-	-	7
Основные модели оптимизации портфеля по Марковицу. Двумерный портфель.	9	-	-	2	-	-	7
Портфель минимального риска (N-мерный случай). Решение методом множителей Лагранжа. Случаи коррелированных и некоррелированных ценных бумаг. Портфель максимальной эффективности.	12	2	2	1	-	-	9
Эффективные портфели. Построение эффективной границы.	11	4	3	-	-	-	7
Портфель с безрисковой составляющей. Модель оценки стоимости финансовых активов. Линия рынка капитала. Линия рынка ценных бумаг.	10	3	1	-	-	-	7
Касательный портфель. Теорема отделения. Эффективная граница при наличии безрисковой составляющей.	9	2	1	-	-	-	7
Диверсификационное поведение инвестора. Систематический и несистематический риски.	9	-	-	2	-	-	7

Возможностно-вероятностная модель рынка. Экспликация доходности, ожидаемой доходности и риска инвестиционного портфеля на основе модели нечеткой случайной величины	12	-	-	3	-	-	9
Возможностно-вероятностные модели выбора инвестиционного портфеля	13	2	-	2	-	-	9
Методы отыскания квазиэффективных инвестиционных портфелей в условиях гибридной неопределенности.	14	-	-	5	-	-	9
ИТОГО	108	15	7	15	-		78

III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем <i>(в строгом соответствии с разделом II РПД)</i>	Вид занятия	Образовательные технологии
Вероятностная модель рынка. Ожидаемая доходность и риск портфеля. Диверсификация риска.	Лекции, практические занятия,	Презентации, выполнение компьютерных лабораторных работ, проведение вычислительных экспериментов
Основные модели оптимизации портфеля по Марковицу. Двумерный портфель.	Лекции, практические занятия,	Презентации, выполнение компьютерных лабораторных работ, проведение вычислительных экспериментов
Портфель минимального риска (N-мерный случай). Решение методом множителей Лагранжа. Случаи коррелированных и некоррелированных ценных бумаг. Портфель максимальной эффективности.	Лекции, практические занятия,	Презентации, выполнение компьютерных лабораторных работ, проведение вычислительных экспериментов
Эффективные портфели. Построение эффективной границы.	Лекции, практические занятия,	Презентации, выполнение компьютерных лабораторных работ, проведение вычислительных экспериментов
Портфель с безрисковой составляющей. Модель оценки стоимости финансовых активов. Линия рынка капитала. Линия рынка ценных бумаг.	Лекции, практические занятия,	Презентации, выполнение компьютерных лабораторных работ, проведение вычислительных экспериментов
Касательный портфель. Теорема отделения. Эффективная граница при наличии безрисковой составляющей.	Лекции, практические занятия,	Презентации, выполнение компьютерных лабораторных работ, проведение вычислительных экспериментов

Диверсификационное поведение инвестора. Систематический и несистематический риски.	Лекции, практические занятия,	Презентации, выполнение компьютерных лабораторных работ, проведение вычислительных экспериментов
Возможностно-вероятностная модель рынка. Экспликация доходности, ожидаемой доходности и риска инвестиционного портфеля на основе модели нечеткой случайной величины	Лекции, практические занятия,	Презентации, выполнение компьютерных лабораторных работ, проведение вычислительных экспериментов
Возможностно-вероятностные модели выбора инвестиционного портфеля	Лекции, практические занятия,	Презентации, выполнение компьютерных лабораторных работ, проведение вычислительных экспериментов
Методы отыскания квазиэффективных инвестиционных портфелей в условиях гибридной неопределенности.	Лекции, практические занятия,	Презентации, выполнение компьютерных лабораторных работ, проведение вычислительных экспериментов

Изучение дисциплины строится на сочетании практических занятий и лабораторных работ, проводимых в интерактивной форме с компьютерными презентациями и визуализацией материала, контрольных и самостоятельных работ, а также выступлениях студентов с докладами по отдельным темам курса.

IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

ОПК-1 Способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы прикладной математики, фундаментальной информатики и информационных технологий	ОПК-1.1 Обладает фундаментальными знаниями в области математических и естественных наук, теории коммуникаций ОПК-1.2 Осуществляет первичный сбор и анализ материала, интерпретирует различные математические объекты ОПК-1.3 Решает актуальные задачи прикладной математики, фундаментальной информатики и информационных технологий
--	--

Типовые контрольные задания	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
По заданным временным рядам, характеризующим доходности финансовых активов, построить вектор ожидаемых доходностей	Оценка правильности решения задач осуществляется традиционным способом

портфеля и его ковариационную и корреляционную матрицы	
Разработать макет данных для двумерного портфеля ценных бумаг, построить и исследовать его множество инвестиционных возможностей при различных значениях коэффициента корреляции.	Оценка правильности решения задач осуществляется традиционным способом
Разработать макет данных и построить вектор ожидаемых доходностей портфеля и его дисперсию в условиях гибридной неопределенности при сдвиг-масштабном представлении нечетких случайных величин	Оценка правильности решения задач осуществляется традиционным способом

<p>ОПК-3 Способен проводить анализ математических моделей, создавать инновационные методы решения прикладных задач профессиональной деятельности в области информатики и математического моделирования</p>	<p>ОПК-3.1 Знает и применяет методы теории алгоритмов, методы системного и прикладного программирования, основные положения и концепции в области математических, информационных и имитационных моделей</p> <p>ОПК-3.2 Соотносит знания в области программирования, интерпретирует прочитанное, определяет и создает информационные ресурсы глобальных сетей, образовательного контента, средств тестирования систем</p> <p>ОПК-3.3 Разрабатывает программное обеспечение и тестирует программные продукты</p>
--	--

Типовые контрольные задания	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
<p>1. Расчет ожидаемой доходности и риска инвестиционного портфеля по Марковицу.</p> <p>2. Оценка ожидаемой доходности и риска инвестиционного портфеля в условиях гибридной</p>	Оценка правильности решения задач осуществляется традиционным способом

<p>неопределенности возмож- ностно-вероятностного типа.</p>	
<p>1. Построение моделей оценки риска портфеля в условиях гибридной неопределенности при различных t-нормах в контексте возможность-необходимость. 2. Построение моделей допустимых портфелей в условиях гибридной неопределенности при различных t-нормах в контексте возможность-необходимость.</p>	<p>Оценка правильности решения задач осуществляется традиционным способом</p>
<p>1. Построение эквивалентных детерминированных аналогов моделей оценки риска портфеля в условиях гибридной неопределенности при различных t-нормах в контексте возможность-необходимость. 2. Построение эквивалентных детерминированных аналогов моделей допустимых портфелей в условиях гибридной неопределенности при различных t-нормах в контексте возможность-необходимость.</p>	<p>Оценка правильности решения задач осуществляется традиционным способом</p>

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1) Рекомендуемая литература

а) основная литература:

1. Кочегурова Е.А. Теория и методы оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.А. Кочегурова. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2013. — 134 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34723.html>.

б) дополнительная литература:

1. Язенин А.В. Основные понятия теории возможностей / А.В. Язенин. - Москва: Физматлит, 2016. - 142 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469649>.

2) Программное обеспечение

Компьютерный класс факультета прикладной математики и кибернетики № 249 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	
Cadence SPB/OrCAD 16.6	Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009
FidesysBundle 1.4.43 x64	Акт приема передачи по договору №02/12-13 от 16.12.2013
Google Chrome	бесплатно
JetBrains PyCharm Community Edition 4.5.3	бесплатно
Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows	Акт на передачу прав ПК545 от 16.12.2022
Lazarus 1.4.0	бесплатно
Mathcad 15 M010	Акт предоставления прав ИС00000027 от 16.09.2011
MATLAB R2012b	Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012
MiKTeX 2.9	бесплатно
NetBeans IDE 8.0.2	бесплатно
Notepad++	бесплатно
OpenOffice	бесплатно
Origin 8.1 Sr2	договор №13918/M41 от 24.09.2009 с ЗАО «СофтЛайн Трейд»
Python 3.4.3	бесплатно
Python 3.5.1 (Anaconda3 2.5.0 64 bit)	бесплатно
R for Windows 3.3.2	бесплатно
STATGRAPHICS Centurion XVI.И	Акт приема-передачи № Tr024185 от 08.07.2010
Многофункциональный редактор ONLYOFFICE бесплатное ПО	бесплатно
ОС Linux Ubuntu бесплатное ПО	бесплатно

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com;
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>;
3. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>.

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет-университет <http://www.intuit.ru>

VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

Текущий контроль успеваемости.

Самостоятельная работа студентов предполагает проведение двух видов работ:

1. самостоятельная подготовка докладов по предлагаемым темам (примерные темы докладов приводятся ниже);
2. самостоятельное решение сложных задач по темам, рассматриваемым на лекциях (примерная задача для самостоятельного решения приводится ниже).

Примерные темы докладов

1. Возможность и вероятность.
2. Возможность и необходимость.
3. Доходность портфеля в условиях гибридной неопределенности.
4. Риск портфеля в условиях гибридной неопределенности.

Примеры задач для самостоятельной работы

Задача 1.

Разработать базу исходных данных двумерного портфеля в условиях гибридной неопределенности, построить математическую модель портфеля минимального риска при ограничении по **возможности** на ожидаемую доходность портфеля и ее эквивалентный четкий аналог при **сильнейшей** t -норме. Решить полученную задачу математического программирования.

Задача 2.

Разработать базу исходных данных двумерного портфеля в условиях гибридной неопределенности, построить математическую модель портфеля минимального риска при ограничении по **необходимости** на ожидаемую доходность портфеля и ее эквивалентный четкий аналог при **сильнейшей** t -норме. Решить полученную задачу математического программирования.

Задача 3.

Разработать базу исходных данных двумерного портфеля в условиях гибридной неопределенности, построить математическую модель портфеля минимального риска при ограничении по **возможности** на ожидаемую доходность портфеля и ее эквивалентный четкий аналог при **слабейшей** t -норме. Решить полученную задачу математического программирования.

Задача 4.

Разработать базу исходных данных двумерного портфеля в условиях гибридной неопределенности, построить математическую модель портфеля

минимального риска при ограничении по **необходимости** на ожидаемую доходность портфеля и ее эквивалентный четкий аналог при **слабейшей t-**норме. Решить полученную задачу математического программирования.

Вопросы, выносимые на зачет.

1. Вероятностная модель рынка.
2. Двумерный портфель.
3. Портфель минимального риска.
4. Эффективные портфели.
5. Портфель с безрисковой составляющей.
6. Касательный портфель.
7. Диверсификационное поведение инвестора.
8. Возможно-вероятностная модель рынка.
9. Экспликация доходности, ожидаемой доходности и риска инвестиционного портфеля на основе модели нечеткой случайной величины
10. Возможно-вероятностные модели выбора инвестиционного портфеля.

Планы и методические указания по подготовке к практическим (семинарским) занятиям, выполнению лабораторных работ.

Практическое занятие осуществляется по следующему плану:

1. Проверка выполнения заданий, выданных для домашней работы;
2. Обзор пройденного лекционного материала;
3. Решение задач по очередной теме;
4. Обсуждение результатов решения задачи;
5. Выдача задач для домашней работы.

Пример решения задачи.

Модель портфеля минимального риска:

$$\sum_{i,j=1}^n C_{i,j} x_i x_j \rightarrow \min,$$
$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n x_i = 1, \\ \sum_{i=1}^n m_i x_i = m_p. \end{cases}$$

Дано:

$$m^T = (1, 2, 3),$$

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 2 \\ 3 & 4 & 1 \\ 2 & 1 & 9 \end{pmatrix},$$

$$m_p = 2.$$

Необходимо найти оптимальный портфель x^* и его риск.

При подстановке исходных данных получаем следующую модель:

$$\begin{aligned} x_1^2 + 4x_2^2 + 9x_3^2 + 6x_1x_2 + 4x_1x_3 + 2x_2x_3 &\rightarrow \min, \\ \begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 = 1, \\ x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 2. \end{cases} \end{aligned}$$

Оптимальный портфель и его риск могут быть найдены по формулам:

$$x^* = \frac{[(m^T C^{-1} m) - m_p (e^T C^{-1} m)] C^{-1} e + [m_p (e^T C^{-1} e) - (m^T C^{-1} e)] C^{-1} m}{(e^T C^{-1} e)(m^T C^{-1} m) - (m^T C^{-1} e)^2},$$

$$(\sigma^*)^2 = \frac{m_p^2 (e^T C^{-1} e) - 2m_p (m^T C^{-1} e) + (m^T C^{-1} m)}{(e^T C^{-1} e)(m^T C^{-1} m) - (m^T C^{-1} e)^2}.$$

Найдем C^{-1} :

$$C^{-1} = \begin{pmatrix} -0.7 & 0.5 & 0.1 \\ 0.5 & -0.1 & -0.1 \\ 0.1 & -0.1 & 0.1 \end{pmatrix}.$$

Тогда:

$$x^* = \left(\frac{2}{7}, \frac{3}{7}, \frac{2}{7} \right)^T, \text{ при этом риск портфеля } (\sigma^*)^2 = 2\frac{6}{7}.$$

VII. Материально-техническое обеспечение

Для аудиторной работы.

Учебно-научно-методический кабинет № 200 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	Набор учебной мебели, комплект корпусной мебели (из 4-х шкафов), интерактивная презентационная доска, проектор.
--	--

Для самостоятельной работы.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся: Компьютерный класс № 2 факультета ПМиК № 249 170002, Тверская обл., г. Тверь, Садовый переулок, д.35	Набор учебной мебели, компьютер, проектор.
--	--

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.	3. Объем дисциплины	Выделение часов на практическую подготовку	От 29.10.2020 года, протокол № 3 ученого совета факультета
2.	II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	Выделение часов на практическую подготовку по темам	От 29.10.2020 года, протокол № 3 ученого совета факультета
3.	3. Объем дисциплины	Изменение контактной аудиторной работы	От 30.12.2021 года, протокол № 7 ученого совета факультета
4.	II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	Изменение контактной аудиторной работы	От 30.12.2021 года, протокол № 7 ученого совета факультета
5.	V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины 2) Программное обеспечение	Внесены изменения в программное обеспечение	От 29.09.2022 года, протокол № 2 ученого совета факультета
6.	VII. Материально-техническое обеспечение	Внесены изменения в материально-техническое обеспечение аудиторий	От 29.09.2022 года, протокол № 2 ученого совета факультета
7.	V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины 2) Программное обеспечение	Внесены изменения в программное обеспечение	От 24.08.2023 года, протокол № 1 ученого совета факультета