Программа учебной дисциплины
«Принятие решений в условиях неопределенности и риска»

Утверждена
Академическим советом ОП
Протокол № от __.__.20__

Разработчик	Голубин А.Ю., доцент ДПМ МИЭМ НИУ ВШЭ, Манита Л.А., доцент ДПМ МИЭМ НИУ ВШЭ, Поляков К.Л., доцент ДКИ МИЭМ НИУ ВШЭ
Число кредитов	5
Контактная работа (час.)	60
Самостоятельная работа (час.)	130
Курс, Образовательная программа	4 курс, ОП Прикладная математика
Формат изучения дисциплины	без использования онлайн курса

1. Цель, результаты освоения дисциплины и пререквизиты

Цель данного курса – овладение студентами принципами принятия решений в условиях риска и неопределенности. Задачи дисциплины — знакомство с основами теории полезности; стохастического доминирования; выработка навыков принятия решений при наличии случайных факторов, в том числе, в управлении инвестиционным портфелем, дать студентам научное представление о методах и моделях современного анализа данных, которые позволяют извлекать знания из количественных и качественных данных необходимые для поддержки принятия решений в процессе управления сложными человеко-машинными и техническими системами.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

знать: принципы принятия решений в условиях риска и неопределенности; основные математические модели и методы, применяемые при принятии решений в условиях неопределенности и риска; основные понятия анализа данных, этапы построения количественных моделей, основные методы оценивания неизвестных параметров моделей, методы проверки статистических гипотез о параметрах построенных моделей, основные методы диагностики (проверки качества) моделей.

уметь: формализовывать проблемы в виде задач принятия решений в условиях неопределенности и риска; выбирать метод ее решения; находить решение задачи принятия решений в условиях неопределенности и риска, применяя теоретические сведения и пакеты стандартных программ; применять стандартные методы построения моделей, обрабатывать статистическую информацию и получать статистически обоснованные выводы, давать содержательную интерпретацию результатов моделирования.

владеть (приобрести опыт): навыками обработки реальных статистических данных; методами анализа многомерных данных, навыками работы в прикладных пакетах для построения и диагностики моделей (например, ППП MS Excel, Eviews, STATA, Gretl) и на платформах R и Python.

Настоящая дисциплина входит в блок дисциплин специализации "Прикладные методы стохастического анализа". Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: математический анализ, линейная алгебра и геометрия, теория вероятностей и математическая статистика, методы оптимизации, компьютерный практикум. Основные положения дисциплины могут быть использованы в дальнейшем при выполнении выпускной квалификационной работы

2. Содержание учебной дисциплины

Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы		
		Лекции	Сем/ Практ. занятия	Самостоятельная работа
Раздел 1. Описание различных типов ситуаций принятия решений (при неопределенности, в условиях риска, игры с природой).	6	2		4
Раздел 2. Теория полезности фон Неймана-Моргенштерна.	24	4	4	16
Раздел 3. Оценка решений на основе средних и дисперсий рисков.	18	2	4	12
Раздел 4. Оптимальный выбор инвестиционного портфеля.	36	6	6	24

Раздел 5. Предварительный анализ данных.	16	3	3	10
Раздел 6. Модель линейной регрессии (МЛР). Метод наименьших квадратов	34	5	5	24
Раздел 7. Анализ значимости регрессоров. Прогнозирование.	24	3	3	18
Раздел 8. Нарушение основных гипотез МЛР.	18	3	3	12
Раздел 9. Проверка гипотез о свойствах объектов и явлений с помощью МЛР.	14	2	2	10
Всего	190	30	30	130

Содержание разделов дисциплины:

Р а з д е л 1. Описание различных типов ситуаций принятия решений (при неопределенности, в условиях риска, игры с природой).

Случайная и детерминированная функция отклика, множество допустимых решений. Классификация ситуаций принятия решений, анализ источников риска, количественные характеристики (меры) риска.

Р а з д е л 2. Теория полезности фон Неймана-Моргенштерна.

Аксиомы фон Неймана-Моргенштерна, существование функции полезности (ф.п.). Плата за риск как мера осторожности, свойство вогнутости ф.п. Денежный эквивалент, цена продажи и цена покупки случайного выигрыша. Функция неприятия риска, ее свойства. Основные типы ф.п.

Р а з д е л 3. Оценка решений на основе средних и дисперсий рисков.

Понятия (μ,σ) - предпочтений, критериального множества, его эффективной границы, множества эффективных решений. Методы принятия решений в многокритериальных задач. Теоремы о построении Парето-оптимальных решений. Связь линейной теории полезности и (μ,σ) - предпочтений для случая квадратичной ф.п. и случая нормально распределенных рисков.

Р а з д е л 4. Оптимальный выбор инвестиционного портфеля.

Описание общей задачи инвестирования, методы нахождения множества эффективных решений. Построение множества эффективных решений и эффективной границы для задачи инвестирования с безрисковым активом. Построение множества

эффективных решений и эффективной границы для общей задачи инвестирования на примере задачи с n=3 активами. Теоремы о связи теории полезности и (μ,σ) – предпочтений.

Р а з д е л 5. Предварительный анализ данных

Типология шкал. Номинальная, порядковая, интервальная и относительная шкалы. Допустимые преобразования и операции. Анализ диаграмм рассеивания. Анализ диаграмм Бокса – Вискера для номинальных и порядковых переменных. Анализ корреляционной матрицы для интервальных и относительных переменных.

Р а з д е л 6. Модель линейной регрессии (МЛР). Метод наименьших квадратов

Определение МЛР. Нелинейная, внутренне линейная модель. Логолинейная модель. Оценка параметров МЛР методом наименьших квадратов (МНК). Оценка качества аппроксимации данных. Метод наименьших квадратов. Аналитическое представление МНК оценки параметров МЛР. Коэффициент детерминации, коэффициент множественной корреляции. Методы выбора структуры модели. Модифицированный коэффициент детерминации. Информационные критерии выбора структуры. Математическое ожидание и дисперсия МНК оценок параметров МЛР. Несмещенность МНК оценки параметров МЛР. Ковариационная матрица оценок. Эффективность МНК оценок параметров МЛР. Теорема Гаусса-Маркова. Оценка дисперсии случайной составляющей МЛР. Некоррелированность этой оценки и МНК оценок параметров МЛР.

Р а з д е л 7. Анализ значимости регрессоров. Прогнозирование.

Проверка гипотез о значимости регрессоров. Значимость регрессоров. Критерий Стьюдента проверки значимости. Связь t-статистики и модифицированного коэффициента детерминации. Доверительный интервал для истинного значения коэффициента МЛР. Проверка значимости всего множества регрессоров. Прогнозирование новых значений зависимой переменной. Доверительный интервал для линейной регрессии. Доверительный интервал для нового значения зависимой переменной.

Р а з д е л 8. Нарушение основных гипотез МЛР.

Нарушение предположения о полноте ранга. Коллинеарность и мультиколлинеарность. Гребневая регрессия. Гетероскедастичность и наличие автокорреляции. Критерии обнаружения. Критерий Уайта. Стандартные ошибки в

форме Уайта и Ньюи-Веста. Статистика Дарбина – Ватсона. Анализ закона распределения случайной составляющей. Критерий Жаку-Бера. Нормальная кривая.

Р а з д е л 9. Проверка гипотез о свойствах объектов и явлений с помощью МЛР.

Гипотезы и структура МЛР. Принципы организации проверки экономических и управленческих гипотез. Общее понятие модели. Теория, обладающая проверяемыми следствиями. Вложенные и не вложенные модели. МЛР с переменной структурой (фиктивные переменные). Общая линейная гипотеза. Критерий Вальда. Критерий Чоу.

3. Оценивание

Студент должен продемонстрировать знания основных определений, формулировок и доказательств теорем; умение решать типовые задачи, аналогичные разобранным на семинарских занятиях, а также уметь применять знания, полученные на лекциях, для анализа и исследования задач.

По дисциплине во 2 модуле предусмотрены следующие элементы контроля: контрольная работа, самостоятельная работа и работа в аудитории .

Контрольная работа №1 проверяет знания и навыки по теме «Линейная теория полезности». Максимальная оценка за работу $О_{кр1}$ – 8 баллов.

Контрольная работа проводится, как правило, в аудитории. Продолжительность 80 минут.

Самостоятельная работа №1 проверяет навыки построения оптимального инвестиционного портфеля (три вида ценных бумаг). Максимальная оценка за работу $О_{ср1}$ – 8 баллов. Оценка за самостоятельную работу учитывает:

- точность и полноту объяснения полученных результатов;
- насколько полно изучена математическая модель и методы решения задачи;
- качество оформления результатов;
- насколько студент правильно и аргументировано ответил на все вопросы при обсуждении выполненного задания. Если студент не ответил ни на один вопрос по работе, максимальная оценка за работу 1 балл.

Активность на семинарах учитывает работу студента на семинарах, которая включает в себя решение задач у доски, результаты аудиторных мини-проверочных

работ на основе задач тренировочных домашних заданий. Максимальная оценка $О_{ауд1}$ 8 баллов.

По итогам обучения во 2 модуле определяется $О_{текущая1}$ по результатам за Элементы контроля по правилу

$$О_{текущая1} = 10 * \frac{(О_{кр1} + О_{ср1} + О_{ауд1})}{24}$$

$О_{текущая1}$ – целое число от 0 до 10, округление арифметическое.

В 3 модуле по дисциплине предусмотрены следующие элементы контроля: самостоятельная работа, работа в аудитории и Экзамен.

В начале модуля все студенты получают доступ к Интернет-ресурсу, на котором размещен шаблон отчета о самостоятельной работе. Он содержит формулировки заданий и требования к их выполнению, а также график представления результатов. Задание выдается на бригаду из не более, чем трех человек. Также на указанном ресурсе находятся вспомогательные методические материалы и данные, которые можно использовать для выполнения задания. Самостоятельный подбор данных по согласованию с преподавателем, ведущим семинары, дает студенту два дополнительных балла к оценке за выполнение самостоятельной работы.

Документ «Шаблон отчета о самостоятельной работе» содержит описание минимальных требований к полученным результатам. Их невыполнение (отсутствие тех или иных разделов или несоответствие их содержания шаблону) автоматически влечет за собой оценку 0 (ноль баллов). Оценка за самостоятельную работу является экспертной оценкой преподавателем качества реализации выданного задания для самостоятельной работы.

Задание для самостоятельной работы состоит из нескольких частей, указанных в шаблоне отчета. По мере выполнения частей задания в соответствии с графиком выполнения работ студенты представляют результаты работы преподавателю, ведущему семинары, который однократно их комментирует в течение десяти дней с момента представления и возвращает студенту с комментариями. Студенты могут внести необходимые исправления в финальную версию отчета.

Финальная версия отчета представляется в конце модуля с учетом сроков формирования накопленной оценки и оценивается преподавателем, ведущим семинары,

по десятибалльной системе. При этом учитывается соблюдение сроков представления результатов выполнения частей задания в соответствии с графиком выполнения работ. Наличие задержек до трех дней автоматически приводит к снижению оценки на десять процентов, на больший срок — приводит к снижению оценки на двадцать процентов от полученной. Оценка качества выполнения задания для самостоятельной работы образует компоненту оценки $О_{ср2}$. Максимальная оценка за самостоятельную работу №2 – 10 баллов.

За работу на семинаре студент может получить от одного до пяти баллов. Один балл – студент посетил семинар, но фактически не участвовал в его работе, пять баллов – студент проявил высокую активность, например, первым решал все предложенные задачи. В начале семинара преподаватель, ведущий занятия, проводит выборочную проверку усвоенного материала по теории, изложенной на предыдущей лекции. Если студент не может ответить на вопрос, он получает один штрафной балл. В конце модуля накопленные баллы за работу на семинарах переводятся в десятибалльную шкалу с учетом штрафных баллов и образуют оценку $О_{ауд2}$. Максимальная оценка $О_{ауд2}$ равна 10 баллам.

По итогам обучения в 3 модуле определяется $О_{текущая2}$ по результатам за Элементы контроля по правилу

$$О_{текущая2} = 0{,}6 * О_{ср1} + 0{,}4 * О_{ауд1}$$

$О_{текущая2}$ – целое число от 0 до 10, округление арифметическое.

Экзамен проводится в конце 3 модуля в виде письменного теста на 45 минут с вариантами ответов на вопросы. Каждый вопрос предполагает один или несколько правильных вариантов ответа. Результат оценивается по десятибалльной шкале. Оценка за экзамен образует компоненту оценки $О_{эк}$.

Преподаватель может незначительно корректировать количество и процедуры организации отдельных форм Элементов контроля. В этом случае он должен информировать студентов об изменениях не позднее, чем за сутки до начала проведения Элемента контроля, в отношении которого произошли изменения. (П.28 Положения об организации промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости студентов НИУ ВШЭ, https://www.hse.ru/docs/231102058.html)

Студентам не разрешается использовать лекции, справочные материалы, учебники, интернет-ресурсы и пр. на экзамене и при выполнении аудиторных работ.

Пересдаче не подлежат элементы контроля: активность на семинарах. По остальным элементам контроля разрешается пересдача, результат пересдачи засчитывается с весом 0.8.

Блокирующие элементы не предусмотрены.

По итогам обучения в течение 2-3 модулей определяется окончательная оценка по дисциплине по следующей формуле:

$$О = 0.4 * О_{текущая1} + 0.3 * О_{текущая2} + 0.3 * О_{экзамен},$$

Во всех случаях округление арифметическое.

Перевод в 5-балльную шкалу итоговой оценки осуществляется по правилу:

- 0- 3 б - неудовлетворительно,
- 4-5 б - удовлетворительно,
- 6-7 б - хорошо,
- 8-10 б - отлично.

4. Примеры оценочных средств

Вариант задания для экзамена

Выберите один или несколько верных ответов, перепишите их в свой контрольный лист, предназначенный для оценки преподавателем.

1. Регрессией называется:

a) произведение математического ожидания зависимой переменной на независимую переменную;
b) условное математическое ожидание зависимой переменной при условии знания значений независимых переменных, включенных в модель;
c) условное математическое ожидание зависимой переменной при условии знания значений всех внешних факторов.

2. Независимые переменные в модели линейной регрессии:

a) переменные, которые не зависят друг от друга;
b) переменные, отражающие влияние внешних факторов на зависимую переменную;
c) переменные, содержащие числовые характеристики внешних факторов, учтенных в модели;

3. Гипотеза о линейности предполагает:

a) линейную зависимость от параметров модели и аддитивное вхождение в модель случайной составляющей;
b) линейную зависимость зависимой переменной от независимых;
c) линейное вхождение в модель детерминированной составляющей.

4. Гипотеза о полноте ранга предполагает:

a) отсутствие линейной связи между независимыми переменными и случайной составляющей;
b) отсутствие любых видов связи между независимыми переменными;

c) отсутствие точной линейной зависимости между независимыми переменными.
5. При фиксированном количестве независимых переменных количество наблюдений:
a) должно быть больше количества независимых переменных;
b) может быть произвольным;
c) должно быть меньше некоторой измеримой функции от числа независимых переменных.
6. Гипотеза об экзогенности предполагает, что:
a) значения независимых переменных не содержат полезной информации о зависимой переменной;
b) значения независимых переменных не содержат полезной информации о случайной составляющей;
c) случайная составляющая не влияет на значения зависимой переменной.
7. Необходимым условием экзогенности независимых переменных является:
a) невырожденность ковариационной матрицы независимых переменных;
b) равенство нулю математического ожидания случайной составляющей;
c) нормальное распределение случайной составляющей.
8. Гомоскедастичность случайной составляющей МЛР заключается в том, что:
a) случайные составляющие для различных номеров измерений имеют одинаковый закон распределения;
b) условное математическое ожидание случайных составляющих для различных номеров измерений при условии знания значений независимых переменных равно нулю;
c) дисперсии случайных составляющих для различных номеров измерений одинаковы.
9. При отсутствии автокорреляции у случайной составляющей:
a) зависимая переменная может иметь отличную от нуля автокорреляцию;
b) у зависимой переменной также отсутствует автокорреляция;
c) у независимых переменных также отсутствует автокорреляция.
10. Гипотеза о нормальности предполагает, что:
a) безусловное распределение случайной составляющей является нормальным;
b) условное распределение случайной составляющей является нормальным при условии знания значений независимых переменных;
c) случайная составляющая может быть преобразована к нормально распределенной случайной величине.
11. Какие операции допустимы для порядковых переменных:
a) арифметические операции;
b) операции, основанные на квантилях;
c) только сложение.
12. Интервальная шкала отличается от относительной:
a) наличием только целочисленных элементов;
b) тем, что ее элементы обязательно больше нуля;
c) отсутствием естественно определенного начала отсчета (нуля).
13. Для анализа влияния неметрических факторов на зависимую переменную следует использовать:
a) корреляционную матрицу;
b) диаграмму Бокса-Вискера;
c) нормальную кривую.
14. Метод наименьших квадратов состоит в:
a) минимизации суммы квадратов ошибок аппроксимации;
b) минимизации суммы квадратов ошибок прогнозирования;
c) минимизации квадрата суммы ошибок аппроксимации;

15. Для существования и единственности МНК оценки параметров МЛР должна выполняться гипотеза:
a) об экзогенности;
b) о гомоскедастичности;
c) о полноте ранга.
16. Сумма апостериорных остаточных разностей:
a) всегда равна нулю;
b) равна нулю при наличии константы в модели;
c) равна среднему значению зависимой переменной.
17. Коэффициент детерминации характеризует:
a) долю объясненной изменчивости в общей изменчивости зависимой переменной;
b) долю необъясненной изменчивости в общей изменчивости зависимой переменной;
c) долю дисперсии случайной составляющей в дисперсии зависимой переменной.
18. С ростом числа независимых переменных коэффициент детерминации:
a) растет;
b) уменьшается;
c) растет до достижения оптимальной размерности, затем снижается.
19. Для обнаружения ложной корреляции используют:
a) модифицированный коэффициент детерминации;
b) статистику Дарбина – Ватсона;
c) коэффициент частной корреляции.
20. С ростом разброса (дисперсии) независимых переменных точность ММНК оценки параметров МЛР:
a) возрастает;
b) снижается;
c) не изменяется

5. Ресурсы

5.1. Рекомендуемая основная литература

№п/п	Наименование
1	Шоломицкий А.Г. Теория риска. Выбор при неопределенности и моделирование риска. М.: Высшая школа, 2005.
2	Голубин А.Ю. Математические вопросы управления риском в базовых моделях страхования. М.: Анкил, 2013.
3	Л. А. Петросян, Н. А. Зенкевич, Е. А. Семина. Теория игр: Учеб. пособие для университетов. М.: Книжный дом "Университет", 1998. – 304 с.
4	Демидова О. А., Малахов Д. И. Эконометрика. Учебник и практикум для прикладного бакалавриата. М.: Издательство Юрайт. Текст электронный // ЭБС Юрайт - https://biblio-online.ru/book/ekonometrika-432950
5	Под ред. Елисеевой И.И. Эконометрика. Учебник для бакалавриата и магистратуры М.: Издательство Юрайт, 2019 Текст электронный // ЭБС Юрайт - https://biblio-online.ru/book/ekonometrika-431129
6	Кремер Н. Ш., Путко Б. А. ЭКОНОМЕТРИКА 4-е изд., испр. и доп. Учебник и практикум для академического бакалавриата М.: Издательство Юрайт Текст электронный // ЭБС Юрайт - https://biblio-online.ru/book/ekonometrika-426241

5.2. Рекомендуемая дополнительная литература

№п/п	Наименование
1.	А. Ю. Иваницкий. Теория риска в страховании – М.: Факториал Пресс, 2007. – 128 с.
2.	А. В. Соколов, В. В. Токарев. Методы оптимальных решений: учеб. пособие для вузов: в 2 т. – М.: Физматлит, 2010.
3	Доугерти К. Введение в эконометрику. Учебник. 3-е изд. – М.: ИНФРА-М, 2009. 459 с.
4	Wooldridge J.M. Introductory econometrics: A modern approach. Cengage Learning, 2016. 818 p.
5	Newbold P., Carlson W. L., Thorne B.M. (2013) Statistics for business and economics. 8th ed. Pearson
6	Катышев П.К., Магнус Я.Р., Пересецкий А.А., Головань С.В. Сборник задач к начальному курсу эконометрики. Учебное пособие. – 4-е изд. М.: Дело, 2007. – 368 с. (исходные данные для решения задач размещены на сайте курса: http://econometrics.nes.ru/mkp/)
7	Вербик М. Путеводитель по современной эконометрике. М.: Научная книга, 2008. – 616 с. (исходные данные для решения некоторых задач размещены на сайте: http://www.econ.kuleuven.ac.be/GME/)

5.3. Программное обеспечение

№п/п	Наименование	Условия доступа/скачивания
1	MathLab, Mathematica.	Из внутренней сети университета (договор)
2	Microsoft Windows 7 Professional RUS Microsoft Windows 10 Microsoft Windows 8.1 Professional RUS	Из внутренней сети университета (договор)
3	Microsoft Office Professional Plus 2010	Из внутренней сети университета (договор)
4	Gretl	Свободно распространяемое ПО:
5	IBM SPSS Statistics	Из внутренней сети университета (договор)
6	STATA	Из внутренней сети университета (договор)

5.4. Профессиональные базы данных, информационные справочные системы,

интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы) --

№ п/п	Наименование	Условия доступа
1.	Консультант Плюс	Из внутренней сети университета (договор)
2.	Электронно-библиотечная система Юрайт	URL: https://biblio-online.ru/
1.	Открытое образование	URL: https://openedu.ru/

5.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для лекционных занятий по дисциплине обеспечивают использование и демонстрацию тематических иллюстраций, соответствующих программе дисциплины в составе:

ПЭВМ с доступом в Интернет (операционная система, офисные программы, антивирусные программы);

мультимедийный проектор с дистанционным управлением.

Учебные аудитории для проведения семинаров, лабораторных и самостоятельных занятий по дисциплине оснащены персональными компьютерами с возможностью подключения к сети Интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде НИУ ВШЭ.

6. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида, могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

6.1.1. *для лиц с нарушениями зрения:* в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

6.1.2. *для лиц с нарушениями слуха*: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

6.1.3. *для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата*: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

7. Дополнительные сведения