**Программа учебной дисциплины**

**«Принятие решений в условиях риска и неопределенности»**

Утверждена

Академическим советом ООП

Протокол № от «\_\_»\_\_\_\_\_20\_\_ г.

|  |  |
| --- | --- |
| Автор  | Подиновский В.В. |
| Число кредитов  | 5 |
| Контактная работа (час.)  | 60 |
| Самостоятельная работа (час.)  | 130 |
| Курс  | 3 |
| Формат изучения дисциплины | Без использования онлайн курса |

1. **ЦЕЛЬ, РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРЕРЕКВИЗИТЫ**

Целями освоения дисциплины "Принятие решений в условиях риска и неопределенности", в соответствии с Образовательным стандартом Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики" в рамках общей цели ВПО – подготовки в области основ математических и естественнонаучных знаний, получение высшего профессионально профилированного (на уровне бакалавра) образования, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности, обладать универсальными и предметно-специализированными компетенциями, способствующими его социальной мобильности и устойчивости на рынке труда, – являются ознакомление студентов с методологией принятия решений в условиях риска и неопределенности и освоение ими математических методов анализа практических задач выбора в указанных условиях.

Настоящая дисциплина относится к циклу дисциплин по выбору. Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

* Математический анализ.
* Дискретная математика.
* Линейная алгебра и геометрия.
* Теория вероятностей и математическая статистика.

Для освоения учебной дисциплины, студенты должны владеть знаниями и компетенциями (в рамках учебных программ НИУ ВШЭ) по вышеуказанным дисциплинам.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:

* Исследование операций.
* Теория игр.
* Теория выбора и принятия решений.
* Системный анализ.

# Содержание УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Раздел I. Математическое описание проблемной ситуации**

Тема 1. Математическая модель ситуации принятия решения

Процесс принятиярешений, его участники и этапы. Теория принятия решений, исследование операций, системный анализ; их взаимосвязь. Нормативный и дескриптивный подходы к анализу решений.

Математическая модель проблемной ситуации. Классификации задач принятия решений.

Основные понятия математической теории измерений. Измерение как построение числовой модели признака. Шкала; основные типы шкал. Адекватные утверждения. Количественные и качественные признаки (критерии).

Аудиторная работа 4 час. (лекции 2 час., семинары 2 час.), самостоятельная работа 8 час. (в том числе на подготовку к семинарским занятиям 4 час.).

Основная литература

1. *Кини Р., Райфа Х.* Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1981. Гл. 1. (Хрестоматия 2, С. 3 – 22).
2. *Подиновский В.В.* Математическая теория выработки решений в сложных ситуациях: Учебник. М.: МО СССР, 1981. § 1.4. (Хрестоматия 2, С. 171 – 174).

Дополнительная литература

1. *Ларичев О.И.* Теория и методы принятия решений: Учебник. М.: Университетская книга, Логос, 2006. Лекция 1.
2. *Горский П.* Введение в прикладную дисциплину «Поддержка принятия решений». http://www.gorskiy.ru

Тема 2. Моделирование предпочтений и неопределенности

Виды неопределенности в сведениях о предпочтениях и об окружающей среде (о ее состоянии, действиях акторов). Сведения из психологической теории решений; возможности человека по выражению (оцениванию) предпочтений и неопределенных факторов.

Математическая модель предпочтений; функции ценности и полезности, бинарные отношения предпочтения и безразличия. Принципы оптимальности и решающие правила. Оптимальные, потенциально оптимальные и недоминируемые варианты.

Математическая модель неопределенных факторов. Субъективные и объективные (количественные) вероятности; оценивание субъективных вероятностей. Качественная вероятность (полная и частичная), возможность ее числового представления.

Аудиторная работа 8 час. (лекции 4 час., семинары 4 час.), самостоятельная работа 13 час. (в том числе на подготовку к семинарским занятиям 8 час.).

Основная литература

1. *Алескеров Ф.Т.,* *Хабина Э.Л., Шварц Д.А.* Бинарные отношения, графы и коллективные решения / Учебное пособие. М.: ГУ-ВШЭ, 2006. Гл. 3.
2. *Подиновский В.В.* Математическая теория выработки решений в сложных ситуациях: Учебник. М.: МО СССР, 1981. § 1.3. (Хрестоматия 2, С. 167 – 171).

Дополнительная литература

1. *Наумов Г.Е.,* *Подиновский В.В. Подиновский Вик.В.* Субъективная вероятность: способы представления и методы получения // Известия АН СССР. Техническая кибернетика. 1991. № 1. С. 94 – 109.
2. *Горский П.* Введение в прикладную дисциплину «Поддержка принятия решений». <http://www.gorskiy.ru>
3. Decision-making process / Denis Bouyssou et al. (Eds). 2009. ISTE and Wiley. Ch. 3.

**Раздел II. Многокритериальные задачи принятия решений**

Тема 3. Методы анализа многокритериальных задач принятия решений

Векторный критерий и векторные оценки вариантов. Критериальное пространство и достижимые векторные оценки. Описание многокритериальных предпочтений. Аддитивная функция ценности. Лексикографическое отношение предпочтения.

Доминирование по Парето. Парето-оптимальные (эффективные) векторные оценки и варианты, их свойства. теорема Гермейера.

Классификации методов анализа решений при многих критериях. Сведéние многокритериальных задач к однокритериальным (скаляризация). Методы *SMART*, *SMARTS.*

Целевое программирование (*GP*). Целевое множество, идеальная точка, удаленность векторной оценки варианта от целевого множества.

Метод анализа иерархий (*AHP*). Иерархическая структура целей, критериев и вариантов. Оценивание коэффициентов весомости критериев и предпочтительности вариантов по результатам парных сравнений; расчет векторов приоритетов; оценка степени согласованности результатов парных сравнений.

Аудиторная работа 14 час. (лекции 6 час., семинары 8 час.), самостоятельная работа 24 час. (в том числе на подготовку к семинарским занятиям 16 час.).

Основная литература

1. *Кини Р., Райфа Х.* Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1981. Гл. 2, 3. (Хрестоматия 2, С. 22 – 65).
2. *Ларичев О.И.* Теория и методы принятия решений: Учебник. М.: Университетская книга, Логос, 2006. Лекции 4, 5.
3. *Лотов А.В., Поспелова И.И.* Многокритериальные задачи принятия решений: Учебное пособие. М.: Издательский отдел факультета ВМиК МГУ; Макс Пресс, 2008. §§ 5.1, 5.2, 6.2, 8.1, 8.2.
4. *Подиновский В.В., Потапов М.А.* Метод взвешенной суммы критериев в анализе многокритериальных решений: Pro et contra // Бизнес-информатика. 2013. № 3 (25). С. 41 – 48.

Дополнительная литература

1. *Саати Т.* Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. Ч. 1. (Хрестоматия 2, С. 95 – 148).
2. *Штойер Р.* Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения. М.: Радио и связь, 1992. Гл. 10. (Хрестоматия 2, С. 75 – 81).

Тема 4. Теория важности критериев

Предмет теории важности критериев. Однородные критерии. Основные определения качественной и количественной важности. Отношения важности на множестве критериев. Непротиворечивость и полнота информации о важности. Решающие правила (комбинаторные и аналитические). Задачи с равноважными критериями; лексиминные задачи.

Аудиторная работа 6 час. (лекции 4 час., семинары 2 час.), самостоятельная работа 18 час. (в том числе на подготовку к семинарским занятиям 6 час.).

## Основная литература

* 1. *Подиновский В.В.* Введение в теорию важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений / Учебное пособие. – М.: Физматлит, 2007.
	2. *Подиновский В.В.* Математическая теория выработки решений в сложных ситуациях / Учебник. – М.: МО СССР, 1981. § 2.3. (Хрестоматия 2, С. 182 – 187).

## Дополнительная литература

1. *Подиновский В.В.* Количественные оценки важности критериев в многокритериальной оптимизации // Научно-техническая информация, сер. 2. 1999. № 5. С. 22 – 25. (Хрестоматия 2, С. 229 – 232).
2. *Подиновский В.В.* Информация о важности критериев и их шкалах в многокритериальной оптимизации // Научно-техническая информация. Сер. 2. 2005. № 1. С. 22 – 26.

**Раздел III. Задачи принятия решений в условиях риска**

Тема 5. Методы анализа задач принятия решений при риске на базе теории полезности

Функция полезности, методы её построения. Сравнение стратегий по ожидаемой полезности. Парадоксы теории полезности. Личностные особенности поведения при риске (склонность и несклонность, безразличие к риску), их формальное выражение.

Стохастическое доминирование первого и второго порядков.

Многокритериальная функция полезности. Аддитивная и мультипликативная функции полезности.

Аудиторная работа 8 час. (лекции 4 час., семинары 4 час.), самостоятельная работа 15 час. (в том числе на подготовку к семинарским занятиям 8 час.).

Основная литература

1. *Кини Р., Райфа Х.* Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1981. Гл. 4 – 6. (Хрестоматия 1, С. 9 – 115).
2. *Подиновский В.В.* Математическая теория выработки решений в сложных ситуациях / Учебник. М.: МО СССР, 1981. §§ 3.1, 3.2. (Хрестоматия 1, С. 209 – 222).

Дополнительная литература

1. *Дубров А.М., Лагоша Б.А., Хрусталев Е.Ю., Барановская Т.П.* Моделирование рисковых ситуаций в экономике и бизнесе / Учебное пособие. М.: Финансы и статистика, 2001. Гл. 3.
2. *Райфа Г.* Анализ решений. М.: Физматлит, 1977. Гл. 1 – 6.
3. Decision-making process / Denis Bouyssou et al. (Eds). 2009. ISTE and Wiley. Ch. 8.

Тема 6. Методы анализа задач принятия решений при риске с использованием мер риска

Меры (числовые характеристики) риска как критерии принятия решений. Классификация мер риска. Характеристики среднего отклонения (двусторонние и односторонние дисперсии и средние квадратические отклонения, среднее полуотклонение); пороговые характеристики − целевые (вероятность дохода ниже уровня притязаний и др.) и квантильные (сумма под риском и др.); комбинированные характеристики (условное среднее хвоста и др.). Классификация математических моделей выбора с числовыми характеристиками риска (одно- и многокритериальные). Свойства и сравнительный анализ мер риска и использующих эти меры моделей.

Аудиторная работа 8 час. (лекции 4 час., семинары 4 час.), самостоятельная работа 16 час. (в том числе на подготовку к семинарским занятиям 8 час.).

Основная литература

1. *Подиновский В.В.* Математическая теория выработки решений в сложных ситуациях / Учебник. М.: МО СССР, 1981. §§ 3.1, 3.2. (Хрестоматия 2, С. 209 – 222).

2. *Подиновский В.В.* Меры риска как критерии выбора при вероятностной неопределенности // Искусственный интеллект и принятие решений. 2015. № 2. С. 60 – 74.

Дополнительная литература

1. *Льюс Р., Райфа Х.* Игры и решения. Введение и критический обзор. М.: ИЛ, 1961. Гл. 2. (Хрестоматия 2, С. 118 – 136).

2. *Фишберн П.* Теория полезности для принятия решений. М.: Наука, 1978. Ч. 2.

**Раздел IV. Задачи принятия решений в условиях неопределенности**

Тема 7. Задачи принятия решений в условиях полной неопределенности

Принятие решений в условиях полной неопределенности. Принципы оптимальности (критерии выбора решений): Вальда (гарантированного результата, максимина, или пессимизма), лексикографического максимина; оптимизма (максимакса), лексикографического максимакса; Гурвича (пессимизма-оптимизма); Сэвиджа (максимина сожаления); Бернулли-Лапласа (недостаточного основания). Понятие об аксиоматическом задании принципов.

Принцип максимина для частичных отношений предпочтения.

Аудиторная работа 6 час. (лекции 3 час., семинары 3 час.), самостоятельная работа 14 час. (в том числе на подготовку к семинарским и практическим занятиям 6 час.).

Основная литература

1. *Льюс Р., Райфа Х.* Игры и решения. Введение и критический обзор. М.: ИЛ, 1961. Гл. 13. (Хрестоматия 1, С. 137 – 177).
2. *Подиновский В.В.* Математическая теория выработки решений в сложных ситуациях / Учебник. М.: МО СССР, 1981. § 3.4. (Хрестоматия 2, С. 223 – 227).

Дополнительная литература

1. *Вилкас Э.Й.* Оптимальность в играх и решениях. М.: Наука, 1990. Гл.4, § 1. (Хрестоматия 1, С. 189 – 216).
2. *Жуковский В.И., Жуковская Л.В.* Риск в многокритериальных и конфликтных системах при неопределенности. М.: Едиториал УРСС, 2004. §§ 1.1 – 1.4.
3. *Подиновский В.В.* Принцип гарантированного результата для частичных отношений предпочтения // Журнал вычислительной математики и математической физики. 1979. № 6. С. 1436 – 1450. (Хрестоматия 1, С. 411 − 429).

Тема 8. Задачи принятия решений в условиях частичной неопределенности

Анализ решений при множественных (в частности, интервальных) оценках вероятностей значений неопределенных факторов. Задание отношений предпочтения-безразличия. Оптимизационные и алгебраические решающие правила (Фишберна, Кирквуда и Сейрина, Коррицозы и др.).

Применение методов теории важности критериев для анализа решений при полной и частичной качественной вероятности.

Принцип вероятностно-лексикографического максимина.

Аудиторная работа 10 час. (лекции 5 час., семинары 5 час.), самостоятельная работа 18 час. (в том числе на подготовку к семинарским и практическим занятиям 10 час.).

Основная литература

1. *Подиновский В.В.* Применение неточной информации о критериях и неопределенных факторах при моделировании предпочтений. I. Количественный случай // Научно-техническая информация, сер. 2. 2003. № 12. С. 19 – 28. (Хрестоматия 1, с. 233 – 242).

Дополнительная литература

1. *Kirkwood C.W., Sarin, R.K.* // Ranking with partial information: a method and an application. Operations Research. 1985. V. 33. P. 38 – 48.

2. *Carrizosa E. et al.* Multi-criteria analysis with partial information about the weighting coefficients // European journal of operational research. 1995. V. 81. P. 291 – 301.

3. *Podinovski V.V.* Decision making under uncertainty with unknown utility function and rank-ordered probabilities // European journal of operational research. 2014. V. 239. P. 537 – 541.

# ОЦЕНИВАНИЕ

Контроль знаний студентов включает формы текущего и итогового контроля.

Текущий контроль в 1 модуле осуществляется в виде одной письменной контрольной работы в конце модуля, письменного домашнего задания по материалам прочитанных лекций и проведенных семинаров. Текущий контроль во 2 модуле осуществляется в виде двух домашних заданий по материалам прочитанных лекций и семинаров.

Итоговый контроль осуществляется в виде письменной экзаменационной работы по изученному материалу в течение 1 и 2 модулей.

Оценки за работу на аудиторных (лекционных и семинарских) занятиях преподаватель выставляет в рабочую ведомость. Накопленные оценки по 10-ти балльной шкале за работу на семинарских и практических занятиях определяются в конце каждого модуля – *Оар*.

Преподаватель оценивает самостоятельную работу студентов (правильность выполнения домашних работ, задания для которых выдаются на семинарских занятиях, и ответов на теоретические вопросы). Оценки за самостоятельную работу студента преподаватель выставляет в рабочую ведомость. Накопленные оценки по 10-ти балльной шкале за самостоятельную работу определяется в конце каждого модуля – *Оср*.

Оценка за текущую работу в 1 модуле *Отек.1* является взвешенной суммой округленных оценок, проставляемых по 10-балльной шкале – за домашнее задание № 1 *Одз1*, за контрольную работу в конце модуля *Окр*, за работу на аудиторных (лекционных и семинарских) занятиях *Оар1*. и за самостоятельную работу *Оср1*:

*Отек.1* = 0,4*·Окр* + 0,3*·Одз1* + 0,15*·Оар1* + 0,15*·Оср1*.

Оценка за текущую работу во 2 модуле *Отек.2* является взвешенной суммой округленных оценок, проставляемых по 10-балльной шкале – за два домашних задания *Одз2* и *Одз3*, за работу на аудиторных (лекционных и семинарских) занятиях *Оар2* и за самостоятельную работу *Оср2*:

*Отек.2* = 0,3*·Одз2* + 0,3*·Одз3* *+* 0,2*·Оар2* + 0,2*·Оср2*.

Переписывание контрольной работы и исправление домашних работ не предусматривается.

Накопленная оценка за два модуля *Онак* вычисляется так:

*Онак* = 0,5*·Отек1* + 0,5*·Отек2*.

Итоговая оценка *Оитог* проставляется по итогам работы в 1 и 2 модулях и округленной оценки по 10-балльной шкале за экзаменационную работу *Оэкз*:

*Оитог* = 0,6*·Онак* + 0,4*·Оэкз*.

# Способ округления всех оценок − арифметический

# примеры оценочных средств

## 1. Тематика заданий текущего контроля

Письменная контрольная работа: задачи и вопросы по темам 1 – 4.

Домашнее задание № 1: по темам 3, 4.

Домашнее задание № 2: по темам 5, 6.

Домашнее задание № 3: по темам 7, 8.

Письменная экзаменационная работа: задачи и вопросы по темам 2, 5 – 8.

**2. Вопросы для оценки качества освоения дисциплины**

# Перечислите и объясните смысл основных элементов математической модели проблемной ситуации.

# Укажите классификации задач принятия решений, приведите примеры практических задач для каждого класса каждой из классификаций.

# Как понимается измерение в математической теории измерений? Дайте определение шкалы. Перечислите и охарактеризуйте основные типы шкал; приведите примеры признаков, измеряемых в шкалах разных типов.

# Сформулируйте условия существования аддитивной функции ценности.

# В чем суть функции полезности? Что означает «оптимизация по ожидаемой полезности»?

# В чем ограниченность теории полезности? Приведите примеры парадоксов, связанных с оптимизацией по ожидаемой полезности

# Что такое субъективные количественные вероятности? Как их оценивают?

# Дайте определение полной качественной вероятности. Что такое частичная качественная вероятность?

# Раскройте смысл понятия доминируемости по парето. Что такое оптимум парето, граница парето, множество эджворта-парето?

# Сформулируйте и докажите теорему гермейера, поясните её смысл

# Укажите классификации методов решения многокритериальных задач, дайте общую характеристику методам каждого класса каждой из классификаций.

#  охарактеризуйте возможности человека по оцениванию (выражению) предпочтений. Как эти возможности следует учитывать при выборе (разработке) метода решения многокритериальной задачи?

# В чем суть подхода к решению многокритериальных задач путем сведéния их к однокритериальным? В чем преимущества и недостатки (сложности применения) такого подхода?

# Каков порядок решения многокритериальных задач методом smart?

# В чем принципиальное отличие метода smarts от метода smart?

# В чем сущность метода целевого программирования? Какие основные формулы для расчета степени близости векторной оценки варианта к целевому множеству используются на практике?

# На решение каких задач ориентирован метод анализа иерархий? В чем его отличительные особенности?

# Как осуществляется сбор информации о важности критериев при помощи парных сравнений в методе анализа иерархий? Приведите формулу, определяющую вектор приоритетов критериев.

# Приведите несколько методов приближенного расчета коэффициентов весомости (приоритетов) критериев и максимального собственного числа матрицы парных сравнений. Докажите, что в случае полной согласованности результатов парных сравнений приближенные методы дают точный результат.

# Как рассчитываются приоритеты вариантов по каждому критерию?

# Как вычисляются приоритеты вариантов относительно цели и выбирается лучший вариант?

1. Какие критерии называются однородными? Как преобразовать неоднородные критерии в однородные?
2. Сформулируйте определения понятий «один критерии важнее другого» и «критерии равноважны».
3. Запишите решающее правило для случая, когда все критерии упорядочены по важности.
4. Запишите решающее правило для случая, когда все критерии равноважны.
5. Сформулируйте определение понятия «один критерии важнее другого в *h* раз».
6. Запишите решающее правило, использующее количественную информацию о важности критериев.
7. Дайте классификацию задач принятия решений в условиях неопределенности, приведите практические примеры для каждого класса задач.
8. Опишите метод построения функции полезности.
9. В чем состоят ограничения возможностей применения теории полезности?
10. Как отражаются личностные особенности поведения при риске функцией полезности?
11. Дайте определения стохастического доминирования 1 и 2 порядков.
12. Охарактеризуйте аддитивную и мультипликативную функции полезности.

# РЕСУРСЫ

* 1. **Основная литература**

Указана по разделам и темам выше (см. раздел II настоящей программы).

* 1. **Дополнительная литература**

Указана по разделам и темам выше (см. раздел II настоящей программы).

* 1. **Программное обеспечение**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование** | **Условия доступа** |
| 1. |  Microsoft Windows 7 Professional RUSMicrosoft Windows 10Microsoft Windows 8.1 Professional RUS | *Из внутренней сети университета (договор)* |
| 2. | Microsoft Office Professional Plus 2010 | *Из внутренней сети университета (договор)* |

* 1. **Профессиональные базы данных, информационные справочные системы, интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование** | **Условия доступа** |
|  | ***Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы*** |
| 1. | Консультант Плюс | *Из внутренней сети университета (договор)* |
| 2. | Электронно-библиотечная система Юрайт  | URL: https://biblio-online.ru/ |
|  | ***Интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)*** |
| 1. | Открытое образование  | URL: https://openedu.ru/ |

* 1. **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.