

# ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ В УСЛОВИЯХ РИСКА И НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ»

УТВЕРЖДЕНА

Проректор

С.Ю. Роцин

« » 2022 г.

Авторы	А.Е. Лепский, д.ф.-м.н., доцент
Число кредитов	3
Контактная работа (час.)	36
Самостоятельная работа (час.)	78
Курс	3-4
Формат изучения дисциплины	без использования онлайн курса

## I. ЦЕЛЬ, РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРЕРЕКВИЗИТЫ

Анализируя сложные процессы функционирования экономических систем, исследователь или лицо, принимающее решения, сталкивается с различными типами неопределенности. Эти неопределенности могут иметь как стохастический характер, так и иную природу. Поэтому для современного экономиста-исследователя и практика является актуальным владеть основными инструментариями принятия решений в условиях риска и неопределенности.

Целью изучения дисциплины «Принятие решений в задачах цифровой экономики в условиях риска и неопределённости» является ознакомление студентов с некоторыми современными нестохастическими моделями описания неопределенности и их применению в задачах анализа экономических данных и принятия решений.

В ходе изучения этой дисциплины рассматриваются различные кейсы применения изученных теоретических положений к решению реальных задач анализа экономической информации и принятия решений.

В результате освоения дисциплины студент должен:

### **знать:**

- основные положения теории нечетких множеств и методы работы с нечеткими данными, принятия решений при нечеткой информации;
- основные модели описания неопределенности нестохастического характера и принятия решений в условиях такой неопределенности;

### **уметь:**

- работать с нечеткими данными при решении задач регрессионного анализа, анализа данных, принятия решений;
- анализировать экспертную информацию методами теории свидетельств;

**иметь навыки** решения экономических задач анализа данных и принятия решений, связанных с описанием неопределенности нестохастического характера и/или нечетких данных.

Для освоения учебной дисциплины студенты должны владеть базовыми знаниями и компетенциями:

- математического анализа;
- линейной алгебры;
- теории вероятностей и математической статистики.

Основные положения дисциплины могут быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин магистратуры (программа «Прикладная экономика»):

- макроэкономика (продвинутый уровень);
- расчетные модели макроэкономической динамики;
- нечетко-вероятностный анализ в финансах, эконометрике и оптимизации;
- эконометрика (продвинутый уровень);
- прикладной социологический анализ рынков;
- количественные методы бизнес-аналитики, и др.

## **II. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

(24 часов лекций и 12 часов семинарских занятий)

- 2.1. Нечеткие множества и операции над ними. Способы построения функций принадлежности НМ. Задача выбора торговой стратегии. Основные способы определения степени размытия НМ. Применение показателя размытия для анализа согласованности позиций экспертов (политиков) в задачах принятия решений. Обобщение операций над нечеткими множествами. Примеры.
- 2.2. Нечеткие отношения: понятие свойства, применение. Задача кластеризации банков по отношению согласованности их рекомендаций о прогностической стоимости акций. Задача метрического анализа согласованности позиций экспертов (политиков) на основе построения нечеткого отношения различия.
- 2.3. Нечеткие числа и нечеткая арифметика. Метрики и отношения порядка на нечетких числах. Примеры.
- 2.4. Лингвистическая переменная и нечеткий вывод в задачах принятия решений. Применение в задачах анализа фондового и валютного рынков.
- 2.5. Принятие решений при нечетких данных в задачах экономического анализа.
- 2.6. Нечеткая классификация и кластеризация.
- 2.7. Нечеткая регрессия в задачах экономического анализа.
- 2.8. Элементы теории свидетельств и их применение в задачах анализа экспертной информации и принятия решений. Задача оценки качества экспертной информации: от группы экспертов – оценка степени неопределенности информации, оценка степеней доверия и правдоподобия прогнозов; от нескольких групп экспертов – оценивание конфликтности (согласованности) экспертных заключений, агрегирование экспертной информации с учетом надежности, конфликтности и т.д.
- 2.9. Другие модели неточных вероятностей: монотонные меры, теория возможностей и пр. Нечеткие интегралы, как универсальные агрегирующие операторы. Примеры применения в задачах экономического анализа. Задача о наилучшем распределении средств сервисной компании (гостиница, авиакомпания и пр.), как задача максимизации нечеткого агрегирующего интеграла (агрегируются отзывы клиентов по нескольким критериям с учетом их неаддитивного взаимодействия) при определенных бюджетных ограничениях.

### III. ОЦЕНИВАНИЕ

Накопленная оценка формируется по результатам контрольной работы.

Итоговый контроль знаний и навыков студентов осуществляется в ходе экзамена.

Все оценки формируются по 10-балльной шкале. Накопленная и экзаменационная оценки округляются только для выставления в экзаменационную ведомость. При формировании результирующей оценки по нижеприведенным формулам накопленная и экзаменационная оценки берутся без округления. Способ округления результирующей оценки – арифметический (до 0,5 баллов оценка округляется в меньшую сторону, после 0,5 включительно – в большую).

Накопленная оценка по дисциплине определяется перед итоговым контролем и формируется следующим образом:

$$\text{Онакопленная} = \text{Оконтрольная.}$$

Передача контрольной работы не производится.

Оценка за итоговый контроль (экзамен) не является блокирующей.

Результирующая оценка за дисциплину рассчитывается следующим образом (в этой формуле Онакопл и Оэкз – неокругленные накопленная и экзаменационная оценки соответственно):

$$\text{Результ} = \max\{0,4*\text{Онакопл} + 0,5*\text{Оэкз}; 4\},$$

если на экзамене студент набирает не менее 4-х баллов (без округления);

$$\text{Результ} = 0,4*\text{Онакопл} + 0,5*\text{Оэкз} -$$

в противном случае (т.е. если студент набирает на экзамене менее 4-х баллов).

Студенты, набравшие не менее 7 (итоговых) баллов, имеют право на получение 1-2 бонусных баллов (до 10-ти итоговых баллов) по результатам дополнительного собеседования (решения дополнительных задач повышенной сложности, ответы на вопросы повышенной сложности и пр.).

Оценка за экзамен и результирующая оценка по учебной дисциплине выставляются преподавателем в рабочую и экзаменационную ведомости. В диплом выставляется результирующая оценка по учебной дисциплине.

### IV. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

#### 5.1 Примеры заданий текущего /итогового контроля

1. Найдите функцию принадлежности нечеткому множеству по экспертной информации о парных сравнениях значений функции принадлежности, заданной в виде матрицы: а) методом собственных значений; б) оптимизационным методом.

2. Задача выбора торговой стратегии. Три торговые стратегии – “покупать” (buy), “держат” (hold) или “продавать” (sell) – определяются тремя нечеткими множествами  $Sell$ ,  $Hold$ ,  $Buy$ , общий параметрический вид которых известен:  $\mu_{Sell}(\mathbf{a}_{Sell}; t)$ ,  $\mu_{Hold}(\mathbf{a}_{Hold}; t)$  и  $\mu_{Buy}(\mathbf{a}_{Buy}; t)$ . Решение принимается системой на основании значения технического индикатора  $t$ . Известна обучающая выборка  $\{(t_i, y_i)\}_{i=1}^N$ , где  $t_i$  – значение технического индикатора,  $y_i \in \{sell, hold, buy\}$  – метки определенной торговой стратегии. Найдите значения неизвестных параметров функций принадлежности методом минимизации функционала среднеквадратичной ошибки, построенного по обучающей выборке.

3. Найдите метрику на множестве четырёх политиков  $X = \{A, B, C, D\}$  с помощью отношения сходства  $R$ , построенного на основании результатов голосования этих политиков

	1	2	3	4	5		
по пяти вопросам:	A	+	+	-	-	+	(«+» – голосование «за», «-» – голосование «против»).
	B	-	+	-	+	+	
	C	+	+	+	+	-	
	D	-	-	-	+	+	

4. Решите задачу рейтингования трех студентов по успеваемости по трем предметам («Математический анализ», «Микроэкономика», «Английский язык»), если их успеваемости – нечеткие числа (указаны в задании), а веса трех предметов – другие нечеткие числа (указаны в задании).

5. Решите задачу нечеткой кластеризации указанных данных по указанному числу кластеров.

6. Решите задачу нечеткой регрессии для указанных данных. Варианты – линейная регрессия с нечеткими параметрами и неразмытыми данными; линейная регрессия с нечеткими данными.

7. Предположим, что 10 экспертов дают прогноз о перспективности развития трех технологий  $\{a, b, c\}$ : три эксперта высказались в пользу перспективности технологий  $\{a, b\}$ , четыре – в пользу технологий  $\{b, c\}$ , два – в пользу  $\{b\}$ , один – в пользу  $\{c\}$ . В рамках теории функций доверия найдите меры доверия и правдоподобия развития каждой технологии в отдельности и всевозможных их комбинаций.

8. Предположим, что вместе с первой группой экспертов (см. предыдущую задачу) другая группа из 5-ти экспертов независимо от первой группы дала следующие оценки перспективности развития технологий: два эксперта – за  $\{a, c\}$ , три эксперта – за  $\{b\}$ . Оцените конфликтность информации от двух групп экспертов. Оцените и сравните степени информационной неопределенности двух групп экспертных оценок. Постройте агрегированные оценки этих свидетельств с помощью различных правил комбинирования (правило Демпстера, правило Ягера и др).

9. Предположим известно, что в предыдущей задаче надежность информации от первой группы экспертов выше надежности информации от второй группы экспертов на 20%. Как изменятся в этом случае решения предыдущей задачи?

10. Предположим, что два эксперта независимо дают следующую информацию о прогностической стоимости акций некоторой компании через месяц: первый эксперт с уверенностью 0.7 полагает, что акции будут стоить в пределах  $[40, 50]$  и с уверенностью 0.3 –  $[50, 55]$ . А второй эксперт полагает с уверенностью 0.6, что акции будут стоить в пределах  $[40, 48]$  и с уверенностью 0.4 –  $[48, 52]$ . Насколько конфликтны эти два прогноза? Агрегируйте эти два прогноза в один прогноз с помощью указанных правил комбинирования свидетельств (правило Демпстера, правило Ягера и др). Решите задачу агрегирования, если известны различные «надежности» экспертов. Найдите верхнюю и нижнюю функции распределения прогностической стоимости акций. Найдите верхнее и нижнее математические ожидания этих стоимостей.

## V. РЕСУРСЫ

### 5.1 Основная литература

1. Броневиц А.Г., Лепский А.Е. Нечеткие модели анализа данных и принятия решений: учебное пособие. — М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2022.
2. Гисин В.Б. Нечеткие множества и мягкие вычисления в экономике и финансах: учебное

пособие / Гисин В.Б., Волкова Е.С. — Москва: КноРус, 2019. — 155 с. — (бакалавриат). — ISBN 978-5-406-06705-5. — URL: <https://book.ru/book/930521> (дата обращения: 10.10.2019). — Текст: электронный.

- Wang X., Ruan D., Kerre E.E. Mathematics of Fuzziness – Basic Issues. – Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2009.

## 5.2 Дополнительная литература

- Shafer G., Logan R. (n.d.). 18 Implementing Dempster’s Rule for Hierarchical Evidence. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&site=eds-live&db=edsbas&AN=edsbas.A0D71FF9>
- Viertl R. (2007). Fuzzy Data and Statistical Modeling. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&site=eds-live&db=edsbas&AN=edsbas.E4DD52AD>
- Dash M.K., Kumar A. (2016). Fuzzy Optimization and Multi-Criteria Decision Making in Digital Marketing. Hershey, PA: Business Science Reference. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&site=eds-live&db=edsebk&AN=1087743>
- Leondes C.T. (1998). Fuzzy Logic and Expert Systems Applications. San Diego: Academic Press. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&site=eds-live&db=edsebk&AN=210394>
- Viertl R. (2010). Statistical Methods for Fuzzy Data. Chichester, West Sussex: Wiley. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&site=eds-live&db=edsebk&AN=354087>

## 5.3 Программное обеспечение

№ п/п	Наименование	Условия доступа/скачивания
1	Microsoft Windows 8.1 Professional RUS	Из внутренней сети университета (договор)
2	Microsoft Office Professional Plus 2010	Из внутренней сети университета (договор)

## 5.4 Профессиональные базы данных, информационные справочные системы, интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)

№ п/п	Наименование	Условия доступа/скачивания
<b>Интернет-ресурсы</b>		
1		

## 5.5 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения семинаров по дисциплине необходимо наличие ноутбука (компьютера) с установленным пакетом Microsoft® PowerPoint и мультимедийного проектора.