

Программа учебной дисциплины «Инструментальные методы цифровой экономики»

Утверждена

Академическим советом ООП

Протокол № от «__»____20__ г.

Автор	Ф.Т. Алескеров, д.т.н, профессор
Число кредитов	5
Контактная работа (час.)	110
Самостоятельная работа (час.)	56
Курс	2
Формат изучения дисциплины	Без использования онлайн курсов

I. ЦЕЛЬ, РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРЕРЕКВИЗИТЫ

В современных условиях развития общества мы начинаем жить в условиях цифровой экономики. Поэтому каждый член общества должен обладать знаниями по основным инструментальным методам цифровой экономики. Предлагаемый курс призван восполнить пробелы в знаниях в этой области.

Целью дисциплины «Инструментальные методы цифровой экономики» является ознакомление студентов с основными методами анализа данных, математического моделирования и принятия решений применительно к решению задач в социально-экономической, финансовой и банковской сферах.

Полученные теоретические модели сопровождаются многочисленными практическими применениями в самых разных отраслях цифровой экономики, от эффективности банков до улучшения эффективности торговли.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

- теоретические основы современных моделей в задачах принятия индивидуальных и коллективных решений и теории решений,
- основы современных моделей принятия решений в экономике, политологии,

уметь:

- строить и оценивать формализованные математические модели, описывающие реальные ситуации,
- оценивать данные, выявлять закономерности в них,
- пользоваться моделями выбора наилучших вариантов для формализации и решения различных задач в области социальных, экономических и политических процессов,

иметь навыки:

- математического моделирования различных задач в области экономики и политологии;
- принятия многокритериальных, индивидуальных и коллективных решений.

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

- Математика в объеме программы средней школы или и общего курса высшей математики для гуманитарных специальностей.

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

1. Теория игр

2. Динамическая оптимизация в экономике и финансах
3. Теория вероятностей и статистика
4. Современные макроэкономика и макроэкономика
5. Банковское дело
6. Управление сложными социально-экономическими системами

II. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Методы принятия решений в современных экономических системах.

1.1. Процесс принятия решений, его участники и этапы. Теория принятия решений, исследование операций, системный анализ; их взаимосвязь. 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).

1.2. Моделирование предпочтений. Математическая модель предпочтений; функции ценности и полезности, бинарные отношения предпочтения и безразличия. Бинарные отношения и их свойства. Операции над бинарными отношениями. Специальные классы бинарных отношений: частичный порядок, слабый порядок, линейный порядок. Модель ординальной полезности.

1.3. Интервальный выбор и функции выбора. Интервальные порядки и полупорядки. Свойства интервальных порядков и полупорядков. Функции выбора и их свойства. Суперпозиция функций выбора и ее применение для анализа больших данных.

1.4. Методы решения многокритериальных задач. Метод ведущего критерия. Метод последовательных уступок. Сведение многокритериальных задач к однокритериальным (скаляризация). Методы SMART, SMARTS. Целевое программирование (GP). Целевое множество, идеальная точка, удаленность векторной оценки варианта от целевого множества. Лексикографическое отношение предпочтения.

1.5. 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.

1.6. Задачи принятия решений в условиях вероятностной неопределенности. Личностные особенности поведения при риске (склонность и несклонность, безразличие к риску), их формальное выражение. Меры (числовые характеристики) риска как критерии принятия решений. Свойства и сравнительный анализ мер риска и использующих эти меры моделей.

1.7. Задачи принятия решений в условиях полной неопределенности. Принципы оптимальности: Вальда; оптимизма; Сэвиджа; Бернулли Лапласа. Понятие об аксиоматическом задании принципов.

Тема 2. Сетевые модели принятия решений в экономике.

2.1. Элементы теории графов применительно к сетевому анализу. Бинарные отношения и графы. Способы представления графов. Виды графов. Смежность и инцидентность в графах. Связность графа. Компоненты связности в ориентированных и неориентированных графах.

2.2. Маршруты, цепи, циклы. Эйлеровы пути и циклы. Гамильтоновы пути и циклы. Эйлеровость графов. Остовное дерево графа.

2.3. Влияние в сетевых структурах. Классические меры центральности. Индекс ближних и дальних взаимодействий (SRIC и LRIC).

2.4. Сетевые методы в экономическом анализе. Приложения и анализ реальных социальных сетей (экспорт-импортные операции, миграция, студенческий обмен и т.п.)

Тема 3. Оптимизационные модели.

3.1. Паросочетания. Совершенные и максимальные паросочетания. Условие Холла. Чередующиеся цепи. Алгоритм построения максимального паросочетания. Трансверсали. Найм на работу. Предпочтения участников. Задача о свадьбах с предпочтениями участников в виде линейных порядков. Устойчивые паросочетания. Теорема Гейла-Шепли. Управление персоналом. Многокритериальные модели построения обобщенных паросочетаний.

3.2. Сетевое планирование и управление. Поточковые сети, задача о максимальном потоке в сети. Критический путь в сетевом графике. Транспортная задача.

3.3. Динамическая оптимизация и задачи оптимального управления (задача о рюкзаке, задача о замене оборудования, задача распределения ресурсов). Управление и переменная состояния в динамических моделях. Задание критерия в динамических задачах оптимизации. Принципы построения динамического управления: построение программной траектории и использование обратной связи. Принцип оптимальности. Функция Беллмана. Уравнение Беллмана в многошаговых задачах оптимизации. Решение задач динамического программирования.

Тема 4. Оценка эффективности функционирования социально-экономических систем.

4.1. DEA анализ (оболочечный анализ данных). Построение границы эффективности. Оценка эффективности университетов с помощью DEA анализа. Модифицированный метод DEA для случая неоднородной выборки.

4.2. Метод порогового агрегирования. Оценка вклада научных работников методом порогового агрегирования.

4.3. Экспертные оценки, согласование экспертных мнений. Методы проведения экспертиз. Компетентность экспертов. Индивидуальные оценки и коллективные решения. Интервальные оценки в экспертизе.

4.4. Процедуры построения коллективных решений в группах. Классы процедур построения коллективных решений. Построение рейтингов методами коллективного выбора, методами сетевого анализа. Построение агрегированных рейтингов научных журналов.

Тема 5. Методы анализа данных в экономических задачах

5.1. Введение в анализ данных. Наборы данных и их атрибуты. Классификация видов данных. Способы визуального представления данных. Методы предварительной обработки данных.

5.2. Методы классификации данных. Линейные модели. Деревья решений и алгоритмы конструирования. Применение методов классификации при анализе данных анкетирования.

5.3. Методы кластеризации данных. Выделение признаков и задача уменьшения размерности. Применение методов кластерного анализа в экономических задачах.

5.4. Анализ паттернов в системе параллельных координат. Специфика методов анализа паттернов. Анализ паттернов, основанный на парном сравнении показателей. Применение методов анализа паттернов при анализе данных науки, образования и инновационной деятельности в регионах РФ.

Тема 6. Выявление предпочтений потребителей

6.1. Общественные блага. Оценка готовности людей платить за общественные блага. методы выявленных и методы объявленных предпочтений.

6.2. Методы выявления предпочтений по опросам общественного мнения: метод условных оценок, эксперименты дискретного выбора. Достоинства и недостатки методов. Кластерный анализ в случае гетерогенной выборки респондентов.

6.3. Примеры задач на выявление предпочтений. Определение тарифов на общественный транспорт и моделирование спроса (на примере пригородного железнодорожного сообщения Московского региона). Оценка степени удовлетворенности населения условиями проживания в округе.

Тема 7. Пространственный анализ, геомаркетинг

7.1. Задача пространственного анализа. Оценка расположения магазинов в городе. Построение маршрутов, зон транспортной доступности. Модели конкурентного взаимодействия

7.2. Оценка потоков потребителей и посещаемости. Модель розничной гравитации Рейли. Гравитационная модель Хаффа для выбора стратегии при размещении бизнеса в городе. Модель Наканиши – Купера. Определение конкурентной среды для расчета гравитационной модели.

7.3. Примеры задач геомаркетинга. Эффективность функционирования и расположения отделений банка. Размещение новых отделений, оптимизация существующей сети.

III. ОЦЕНИВАНИЕ

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется преподавателями для регулярного и систематического оценивания хода освоения студентами учебных дисциплин и включает в себя несколько элементов контроля: домашние задания, контрольную работу и экзамен.

Промежуточная аттестация студентов – это расчет окончательной оценки по Дисциплине, результат которой зависит от оценок по всем элементам контроля. Оценка по промежуточной аттестации рассчитывается как взвешенная сумма оценок по элементам контроля:

$$\text{Оитоговая} = 0,25 \cdot \text{Окр} + 0,25 \cdot \text{Одз} + 0,5 \cdot \text{Оэкз.} \quad (1)$$

Оценки за контрольную работу, за домашние задания и за экзамен переводятся в 10-балльную шкалу и не округляются. Оценка за промежуточную аттестацию (Оитоговая) выставляется в 10-балльной шкале и округляется согласно следующему правилу:

Оитоговая до округления	Оитоговая после округления
0	0
(0; 1,5)	1
[1,5; 2,5)	2
[2,5; 4)	3
[4; 4,5)	4
[4,5; 5,5)	5
[5,5; 6,5)	6
[6,5; 7,5)	7
[7,5; 8,5)	8
[8,5; 9,5)	9
[9,5; 10]	10

В таблице обозначение $[x; y)$ следует читать так: интервал от числа x до числа y , в котором левая граница (число x) входит в интервал, а правая граница (число y) – нет.

Оценки за контрольную работу, домашние задания и экзамен не являются блокирующими.

Пересдаче в случае неявки по уважительной причине подлежат только контрольная работа и экзамен, домашние работы не подлежат пересдаче.

Итоговая оценка по учебной дисциплине (Оитоговая) выставляется преподавателями в рабочую и экзаменационную ведомости.

Оценивание элементов контроля:

1) На семинарских занятиях студентам выдаются домашние работы для самостоятельного выполнения, правильность выполнения которых проверяется преподавателями. Домашние задания могут быть как индивидуальными, так и групповыми.

Срок сдачи и формат выполнения домашних заданий определяются преподавателями. Домашние задания могут быть подвергнуты процедуре защиты как в устной, так и в письменной форме посредством написания проверочных работ, тестов и т.д. Окончательная оценка за домашнее задание выставляется после проведения защиты домашнего задания.

Домашние работы, сданные позже крайнего срока сдачи, указанного преподавателями, не принимаются к проверке и оцениваются в «0». Домашние работы пересдаче не подлежат.

Оценка за домашние работы (Одз) равняется среднему арифметическому оценок за все домашние задания.

2) Контрольная работа состоит из задач, эквивалентных или аналогичных тем, которые были разобраны на лекциях и семинарах, а также даны студентам в домашних заданиях для самостоятельной работы. Контрольная работа выполняется студентом самостоятельно. Пользоваться какими-либо материалами (в печатном и электронном виде) запрещено.

Контрольная работа проводится более чем за десять календарных дней до сессии.

Студенты, пропустившие контрольную работу по уважительной причине, могут написать контрольную работу в другой день. Пересдача контрольной работы для таких студентов проводится до начала сессии и для всех тех студентов, кто пропустил ее по уважительной причине, назначается один день написания контрольной работы.

3) Экзамен состоит из задач, эквивалентных или аналогичных тем, которые были разобраны на лекциях и семинарах, а также даны студентам в контрольной работе и в домашних

заданиях для самостоятельной работы. Экзаменационная работа выполняется студентом самостоятельно. Пользоваться какими-либо материалами (в печатном и электронном виде) запрещено.

Экзамен проводится в период сессии/ в течение 10 дней до сессии.

4) Процедура первой пересдачи промежуточной аттестации полностью соответствует процедуре сдачи экзамена. Пересдаче подлежит только оценка, полученная на экзамене. Ранее накопленная оценка (то есть оценка за контрольную работу и за домашние работы) не может изменяться.

После проведения первой пересдачи промежуточная оценка по дисциплине выводится по первоначальной формуле (1), описанной в ПУД, но с учетом новой оценки за пересданный экзамен. Оценки по элементам контроля, не подлежащим пересдаче, остаются прежними и входят в формулу (1) с изначально объявленным весом.

В случае неудовлетворительной оценки по результатам первой пересдачи на второй пересдаче (комиссии) оценка по дисциплине также выводится по первоначальной формуле (1), описанной в ПУД, но с учетом новой оценки за пересданный экзамен. Оценки по элементам контроля, не подлежащим пересдаче, остаются прежними и входят в формулу (1) с изначально объявленным весом.

IV. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Примеры заданий текущего и промежуточного контроля

1. Пусть бинарное отношение R на множестве $\Omega = \{a, b, c, d, e\}$ отношение «быть братом или сестрой», а бинарное отношение Q описывает отношение «быть сыном, дочерью». Как описать отношение «быть племянником, племянницей»?
2. Проверьте, удовлетворяет ли функция выбора $C(X)$ условию наследования (Н), согласия (С), отбрасывания (О). Докажите, если удовлетворяет, и приведите контрпример(ы), если не удовлетворяет.

X	a	b	c	a, b	a, c	b, c	a, b, c
$C(X)$	a	b	c	a,b	a,c	b	a,b

3. Совет директоров банка состоит из 5 человек P, A, B, C и D . Президент банка P имеет 3 голоса, вице-президенты A и B – по 2 голоса, остальные члены совета директоров – по одному голосу. Правило принятия решений – минимум 5 голосов «за». Известно, что вице-президенты A и B в силу определенных причин никогда не голосуют за одно решение. Найдите индексы Банцафа для каждого члена совета директоров.
4. Пусть $M = \{m_1; m_2; m_3; m_4\}, W = \{w_1; w_2; w_3; w_4\}$. Предпочтения участников имеют следующий вид:

$$\begin{aligned}
 P_{m_1} &: w_1, w_2, w_3, w_4, (m_1) & P_{w_1} &: m_3, m_2, m_1, m_4, (w_1) \\
 P_{m_2} &: w_2, w_3, w_1, w_4, (m_4) & P_{w_2} &: m_4, m_3, m_1, m_2, (w_2) \\
 P_{m_3} &: w_3, w_1, w_2, (m_3), w_4, & P_{w_3} &: m_1, m_4, m_3, m_2, (w_3) \\
 P_{m_4} &: w_3, w_2, w_1, w_4, (m_4) & P_{w_4} &: m_4, m_2, m_3, (w_4), m_1
 \end{aligned}$$

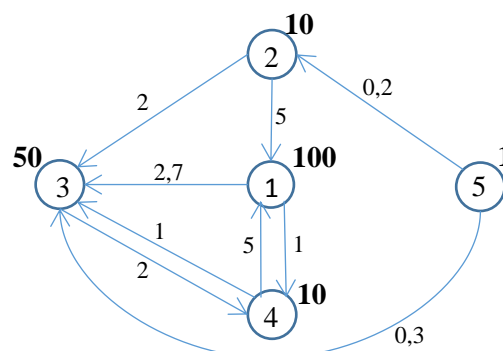
Постройте устойчивые паросочетания μ_M и μ_W .

5. Доказать адекватность утверждений в шкалах указанного типа и неадекватность в шкалах следующих за ними (по таблице) менее совершенных типов:

$$\sum_{i=1}^m \alpha_i x_i > \sum_{i=1}^m \alpha_i y_i, \text{ все } \alpha_i > 0, \text{ где все } x_i, y_i - \text{ в шкале интервалов, } \alpha_i - \text{ в шкале отношений.}$$

6. В матрице $A = (a_{ij})$ приведены потоки миграции между 5 странами (в тыс.чел.), где a_{ij} обозначает количество мигрантов из страны i в страну j . Население стран: страна 1 – 100 тыс. чел., страна 2 – 10 тыс. чел., страна 3 – 50 тыс. чел., страна 4 – 10 тыс. чел., страна 5 – 1 тыс. чел. Квота равна 10% населения.

	1	2	3	4	5
1	0	0	2,7	1	0
2	5	0	2	0	0
3	0	0	0	2	0
4	5	0	1	0	0
5	0	0,2	0,3	0	0



- оцените прямое влияние стран друг на друга и постройте матрицу прямого влияния для индекса LRIC,
 - оцените косвенное влияние страны 2 на страну 3 (можете использовать любую агрегирующую функцию из числа известных Вам).
7. В банке проводится оценка эффективности работы отделений. Информация, известная по каждому отделению, представлена в таблице.

Отделение	Кол-во операций (тыс.)	Число сотрудников	Площадь отд-я
«Тверское»	6	12	24
«Маросейка»	4	24	16
«Люблино»	8	16	24
«Полянка»	4	6	14

- Пусть сначала принимаются во внимание только первые два показателя: кол-во операций и число сотрудников в отделении. Решите задачу анализа эффективности организационных единиц с одним входом и одним выходом. Постройте график, найдите эффективные по Парето отделения. Постройте на графике границу множества производственных возможностей. Рассчитайте показатель эффективности (графически или аналитически). Дайте содержательную интерпретацию полученных результатов для отделений «Люблино» и «Маросейка».
- Пусть теперь принимаются во внимание все три показателя. Получаем задачу анализа эффективности организационных единиц с двумя входными и одним выходным параметром. Перейдите к двум показателям - отношениям входа и выхода. Постройте график и нанесите на него точки, соответствующие отделениям. Изобразите границу множества производственных возможностей. Рассчитайте для отделения «Тверское» показатель эффективности (координаты точек можно искать приблизительно по графику). Дайте содержательную интерпретацию.

V. РЕСУРСЫ

5.1 Основная литература

- Алескеров Ф.Т., Хабина Э.Л., Шварц Д.А. Бинарные отношения, графы и коллективные решения. М.: Издательский дом ГУ-ВШЭ, 2006 (или более поздние издания).
- Рубчинский А. А. Методы и модели принятия управленческих решений : учебник и практикум для академического бакалавриата / А. А. Рубчинский. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — URL: <https://biblio-online.ru/book/metody-i-modeli-prinyatiya-upravlencheskih-resheniy-432911> - ЭБС ЮРАЙТ.
- Миркин Б.Г. Введение в анализ данных: учебник и практикум для ВУЗов. М.: Юрайт, 2015. – URL: <https://biblio-online.ru/book/vvedenie-v-analiz-dannyh-432851> - ЭБС Юрайт

5.2 Дополнительная литература

1. Оре, О. Графы и их применение / О. Оре; Пер. с англ. Л. И. Головиной; Под ред. И. М. Яглома. – Новокузнецк: НФМИ, 2000 (или более поздние издания).
2. Айзерман М.А., Алескеров Ф.Т. Выбор вариантов (основы теории). М., Наука, 1990
3. Мадера А. Г. Моделирование и принятие решений в менеджменте. Руководство для будущих менеджеров. ЛКИ, 2010 (или более поздние издания).
4. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных Странах. М., Логос, 2000 (или более поздние издания).
5. Хрестоматия 1: Хрестоматия по учебной дисциплине «Теория и методы анализа решений». – М.: ГУ-ВШЭ, 2006.
6. Хрестоматия 2: Хрестоматия по учебной дисциплине «Теория и методы принятия многокритериальных решений». – М.: ГУ-ВШЭ, 2005.
7. Додлова М. Ч., Кисельгоф С. Г., Меняшев Р. Ш., Сорокин К. С., Хмельницкая Е. А., Чернина Е. М. Тарифы на общественный транспорт и моделирование спроса (на примере пригородного железнодорожного сообщения Московского региона) // Вопросы экономики. 2013. № 6. С. 100-119.
8. Кисельгоф С. Г., Алескеров Ф. Т. Размещение отделений банка. Обзор проблемы // Бизнес-информатика. 2009. № 1. С. 59-69.
9. Мячин А. Л. Анализ паттернов: диффузионно-инвариантная паттерн-кластеризация // Проблемы управления. 2016. № 4. С. 2-9. URL: <https://publications.hse.ru/articles/194910575>
10. Fuad Aleskerov, Sergey Demin. An Assessment of the Impact of Natural and Technological Disasters Using a DEA Approach, in: Dynamics of Disasters—Key Concepts, Models, Algorithms, and Insights. Switzerland: Springer, 2016. P. 1-14.
11. Abankina I., Aleskerov F. T., Belousova V., Gokhberg L., Zinkovsky K., Kiselgof S. G., Petrushchenko S., Shvydun S. Construction of Universities' Typology via DEA, in: Data Envelopment Analysis and its Applications. Proceedings of the 13th International Conference of DEA. Braunschweig, 2016. P. 25-33.
12. Aleskerov F. T., Petrushchenko S. DEA by sequential exclusion of alternatives in heterogeneous samples // International Journal of Information Technology and Decision Making. 2016. Vol. 15. No. 01. P. 5-22.
13. Aleskerov F. T., Meshcheryakova N. G., Shvydun S. Centrality Measures in Networks based on Nodes Attributes, Long-Range Interactions and Group Influence / Издательский дом ВШЭ. Series WP7 "Математические методы анализа решений в экономике, бизнесе и политике". 2016. No. WP7/2016/04. – URL: <https://wp.hse.ru/wp7> - НИУ ВШЭ.
14. Aleskerov F. T., Meshcheryakova N. G., Rezyapova A., Shvydun S. Network analysis of international migration / Издательский дом ВШЭ. Series WP7 "Математические методы анализа решений в экономике, бизнесе и политике". 2016. No. WP7/2016/06. – URL: <https://wp.hse.ru/wp7> - НИУ ВШЭ.
15. Aleskerov F. T., Meshcheryakova N. G., Nikitina A., Shvydun S. Key Borrower Detection by Long-Range Interactions / National research university Higher School of economics. Series WP BRP "Basic research program". 2016. No. 56.. – URL: https://wp.hse.ru/en/prepfr_FE/ - НИУ ВШЭ.
16. Егорова Л. Г. Методы объявленных предпочтений для выявления предпочтений людей в отношении общественных благ и факторов среды обитания: описание методологии и примеры использования / Высшая школа экономики. Серия WP7 "Математические методы анализа решений в экономике, бизнесе и политике". 2018. № 3.

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
Интернет-ресурсы		
1		
2		
3		

5.5 Материально-техническое обеспечение дисциплины

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