

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра «Техническая кибернетика»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ Н.Г. Зарипов
« ____ » _____ 20 ____ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ»**

Уровень подготовки: высшее образование – подготовка магистров

Направление подготовки магистров
38.04.08 Финансы и кредит
(код и наименование направления подготовки)

Направленность подготовки
Финансовый инжиниринг
(наименование программы подготовки)

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
очная

Уфа 2015

Содержание

1.	Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	3
2.	Перечень результатов обучения.....	4
3.	Содержание и структура дисциплины (модуля).....	5
4.	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.....	9
5.	Фонд оценочных средств.....	11
5.1	Типовые оценочные материалы	13
5.2	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы формирования компетенций	15
6.	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).	16
7.	Образовательные технологии.....	32
8.	Методические указания по освоению дисциплины.....	32
9.	Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	41
10.	Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ.....	41
	Лист согласования рабочей программы дисциплины.....	42
	Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины.....	43

1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Системный анализ» является дисциплиной базовой части учебного плана.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 38.04.08 «Финансы и кредит», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от "30" _марта_ 2015 г. № 325.

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 38.04.08 «Финансы и кредит»

Задачи:

- углубленное изучение теоретических и методологических основ системного анализа, формирование у студентов знаний о принципах системного анализа, оптимизации и принятия решений;
- изучение теоретических основ системного анализа, оптимизации и методов принятия решений, а также получение студентами практических навыков их применения;
- формирование знаний о назначении и основных принципах организации системного анализа, обобщения научно-технической информации на базе системно-аналитического исследования, принципов и технологий управления, оптимизации и теории принятия решений;
- формирование умений и навыков системного анализа и синтеза управляющих систем и процессов, оптимизации и принятия решений;
- владения основными методами и средствами информационных технологий и способами их применения для решения задач системного анализа и управления в различных предметных областях.

Входные компетенции:

На пороговом уровне ряд компетенций был сформирован за счет обучения на предыдущих уровнях высшего образования (специалитет, бакалавриат).

Описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими дисциплинами образовательной программы показано в следующей таблице.

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции*	Название дисциплины (модуля), сформировавшего данную компетенцию
1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	ОК-1	базовый уровень первого этапа освоения компетенции	Философия

*- **пороговый уровень** дает общее представление о виде деятельности, основных

закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

- **базовый уровень** позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

- **повышенный уровень** предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

Исходящие компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Название дисциплины (модуля), для которой данная компетенция является входной
2	способность провести анализ и дать оценку существующих финансово-экономических рисков, составить и обосновать прогноз динамики основных финансово-экономических показателей на микро-, макро- и мезоуровне	ПК-4	базовый	Финансовый анализ

2. Перечень результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций.

Планируемые результаты обучения по дисциплине

№	Формируемые компетенции	Код	Знать	Уметь	Владеть
1	Способность использовать количественные и качественные методы для проведения прикладных	ПК-4	Методы системного анализа и принятия решений в экономических и социальных системах; назначение и	Формулировать задачи системного анализа и принятия решений, выбирать соответствующие модели и методы оптимизации,	Владеть приемами разработки функционального программного обеспечения для проектируемых систем управления и

исследований и управления бизнес-процессами, готовить аналитические материалы по результатам их применения	основных принципы организации системного анализа, обобщения информации на базе системно-аналитического исследования, принципов и технологий управления, оптимизации и теории принятия решений; Теоретические основы построения и использования моделей оптимизации и принятия решений; методы анализа и синтеза систем управления научно-исследовательской и финансово-экономической деятельностью с применением методов оптимизации и принятия решений.	разрабатывать алгоритмы решения задач; принимать оптимальные или рациональные решения из множества альтернатив; Проводить поиск, анализ и оценка финансовой и экономической информации для проведения финансовых расчетов и обоснования принимаемых управленческих решений.	принятия решений;
--	--	---	-------------------

3. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц (72 часов).

Трудоемкость дисциплины по видам работ

Вид работы	Трудоемкость, час.
	1 семестр
Лекции (Л)	10
Практические занятия (ПЗ)	10
Лабораторные работы (ЛР)	

КСР	2
Курсовая проект работа (КР)	
Расчетно - графическая работа (РГР)	
Самостоятельная работа (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	41
Подготовка и сдача экзамена	
Подготовка и сдача зачета	9
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	

Содержание разделов дисциплины и формы текущего контроля

№	Наименование и содержание раздела	Количество часов							Литература, рекомендуемая студентам*	Виды интерактивных образовательных технологий**
		Аудиторная работа					СРС	Всего		
		Л	ПЗ	ЛР	КСР					
1	Основные понятия теории систем и системного анализа. Основные принципы системного анализа и принятия решений. Основные приемы формализации задач системного анализа. Классификация моделей систем. Построение (выбор) модели объекта, явления или процесса.	2					5	7	Л1, глава 1,2	Лекция-визуализация. Аудиторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения для презентации учебного материала
2	Общесистемные законы и принципы строения, функционирования и развития системы. Процесс принятия решений.	2	2				6	10	Л. 1, главы 1, 8	Лекция-визуализация. Аудиторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения для презентации учебного материала
3	Методы системного анализа. Общая постановка	2	2			1	10	15	Л.1., глава 8.	Работа в команде с

	задач оптимизации. Математическое программирование.								Л.4, часть1, гл.1-2	применением компьютерного обеспечения.
4	Методы принятия решений в конфликтной ситуации и в условиях частичной неопределенности. Основы теории матричных игр.	2		4		1	10	17	Л.1., глава 8.	Работа в команде с применением компьютерного обеспечения. Мозговой штурм.
5	Методы многокритериального принятия решений. Методы принятия коллективных решений. Задача коллективного выбора.. Классификация задач и методов коллективного выбора.	2		4		1	10	17	Л.1., глава 8.	Работа в команде с применением компьютерного обеспечения. Мозговой штурм.

Занятия, проводимые в форме работы в команде с применением компьютерного обеспечения, мозговой штурм, составляют 100 % от общего количества аудиторных часов по дисциплине «Системный анализ».

Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Формализация задач организационного управления с применением общесистемных законов и принципов строения, функционирования и развития системы. Постановка задачи принятия решений. Поиск, анализ и оценка финансовой и экономической информации для проведения финансовых расчетов и обоснования принимаемых управленческих решений.	2
2	3	Постановка задач оптимизации управления ресурсами с применением моделей математического программирования. Решение задач математического программирования с применением компьютерного моделирования в программной системе MATLAB.	2
3	4	Методы принятия решений в конфликтной ситуации и в условиях частичной неопределенности. Решение нестратегических матричных игр методом формализации задач с применением модели линейного программирования в программной системе MATLAB. Принятие решений в условиях стохастической неопределенности и риска с применением модели игры с «природой».	2
4	5	Многокритериальная оптимизация.. Понятие парето-оптимального решения. Классификация методов многокритериального принятия решений. Метод аналитической иерархии Т. Саати.	2
5	5	Методы принятия коллективных решений. Применение экспертных технологий принятия коллективных решений. Схемы работы в группе с применением экспертных технологий принятия коллективных решений.	2

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Основные понятия теории систем и системного анализа. Основные принципы системного анализа и принятия решений. Основные приемы формализации задач системного анализа. Классификация моделей систем. Построение (выбор) модели объекта, явления или процесса.

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Моделирование как метод научного познания. Основные положения и определения теории моделирования. Выявление, формирование и анализа проблемы и проблемной ситуации.
2. Формирование цели системы, ее структуризация и анализ. Формирование критериев.

3. Обоснование корректности моделей. Основные этапы системного анализа. Выявление и формирование целей и критериев в процессе принятия решений. Схема процесса принятия решений.

Тема 2 Общесистемные законы и принципы строения, функционирования и развития системы. Процесс принятия решений.

1. Системные принципы: принцип декомпозиции, принцип композиции. Принцип адекватности, принцип контролируемости (наблюдаемости), принцип согласованности, принцип совместимости (достижимости, непротиворечивости), принцип оперативности (своевременности) принятия решений, принцип самоорганизации и др.
2. Основные понятия и определения теории принятия решений
3. Общая постановка задач принятия решений. Схема процесса принятия решений.

Тема 3. Методы системного анализа. Общая постановка задач оптимизации. Математическое программирование.

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Модели и методы математического программирования: формальная постановка и решение задач линейного программирования, целочисленного программирования, квадратичного программирования.
2. Постановка задач оптимизации издержек производства и объема выпуска продукции. Решение задач многокритериального линейного программирования с применением симплекс-метода в программной среде MATLAB.
3. Решение задач математического программирования в программной среде MATLAB (Optimization Toolbox) с применением функций *LINPROG*, *QUADPROG*, *BINTPROG*.

Тема 4 Методы принятия решений в конфликтной ситуации и в условиях частичной неопределенности. Основы теории матричных игр.

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Сравнительная оценка методов многокритериальной оптимизации.
2. Подготовка данных для решения задач многокритериальной оптимизации.
3. Индивидуальные рациональные решения. Иерархический подход к выбору иерархий.

Тема 5. Методы многокритериального принятия решений. Методы принятия коллективных решений. Задача коллективного выбора. Классификация задач и методов коллективного выбора.

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Решение задач многокритериального принятия групповых решений в организационных системах методом аналитической иерархии Т. Саати.
2. Методы коллективного принятия решений. Аналитическая поддержка принятия групповых решений.
3. Решение задач управления в социальных и экономических системах с применением теории группового выбора. Анализ процедур голосования. Модели агрегирования индивидуальных предпочтений.
4. Сравнительная оценка преимуществ и недостатков индивидуальных и групповых методов принятия решений.

5. Фонд оценочных средств

Оценка уровня освоения дисциплины осуществляется в виде текущего и промежуточного контроля успеваемости студентов университета, и на основе критериев оценки уровня освоения дисциплины.

Контроль представляет собой набор заданий и проводится в форме контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине и пр.);

степень усвоения теоретических знаний;

уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

результаты самостоятельной работы.

Активность обучающегося на занятиях оценивается на основе выполненных работ и заданий, предусмотренных ФОС дисциплины.

Оценивание проводится преподавателем независимо от наличия или отсутствия обучающегося (по уважительной или неуважительной причине) на занятии. Оценка носит комплексный характер и учитывает достижения обучающегося по основным компонентам учебного процесса за текущий период.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Наименование оценочного средства
2	Общесистемные законы и принципы строения, функционирования и развития системы. Процесс принятия решений.	ПК-4	базовый	Круглый стол, устный групповой опрос, тестирование

3	Методы системного анализа. Общая постановка задач оптимизации. Математическое программирование.	ПК-4	базовый	Тестирование, индивидуальное задание, анкетирование
4	Методы принятия решений в конфликтной ситуации и в условиях частичной неопределенности. Основы теории матричных игр.	ПК-4	базовый	Тестирование, индивидуальное задание, ответы на вопросы
5	Методы многокритериального принятия решений. Методы принятия коллективных решений. Задача коллективного выбора.. Классификация задач и методов коллективного выбора.	ПК-4	базовый	Тестирование, комплексное задание, зачет

** Планируемые формы контроля: защита написание реферата (Р), тестирование, ответы на вопросы (Т), индивидуальное задание, комплексное задание и др.*

Вопросы к зачету

1. Определение и основные принципы системного анализа
2. Определение системы и основные характеристики системы
3. Дайте описание основных задач системного анализа. Перечислите основные этапы проведения системного анализа
4. Классификация моделей систем
5. Основные принципы принятия решений, проблема принятия решений
6. Формализация проблемы принятия решений; процедура и схема принятия решений
7. Постановка задачи принятия оптимальных решений
8. Математические постановки задач, приводящие к моделям математического программирования
9. Постановка задач линейного программирования
10. Пример решения задачи линейного программирования симплекс-методом. Решение задач линейного программирования с применением программной среды MATLAB.
11. Постановка транспортных задач линейного программирования. Методы нахождения начального опорного плана. Решение транспортных задач с применением программной среды MATLAB
12. Постановка задачи дискретного программирования. Целочисленное программирование
13. Общая математическая формулировка игровых моделей
14. Опишите метод нахождения оптимальной стратегии для антагонистических игр
15. Решение нестратегической матричной игры с применением модели линейного программирования

16. Принятие решений в условиях неопределенности с применением модели матричной игры «с природой»
17. Принятие решений и концепция риска. Решение задачи матричной игры с «природой», минимизирующее риск
18. Метод нахождения оптимальной стратегии для антагонистических игр по критериям Байеса и Лапласа
19. Метод нахождения оптимальной стратегии для антагонистических игр по критерию Вальда
20. Метод нахождения оптимальной стратегии для антагонистических игр по критерию Гурвица
21. Метод нахождения оптимальной стратегии для антагонистических игр по критерию Сэвиджа
22. Многокритериальная оптимизация. Методы решения многокритериальных задач
23. Решение задач многокритериальной оптимизации с применением метода анализа иерархий
24. Коллективное решение многокритериальных задач с применением экспертных технологий.

Критерии оценки знаний студентов на зачете

Оценка «зачтено» выставляется студенту при владении лекционным материалом в полном объеме и наличии отчета по практикуму. Владение лекционным материалом предусматривает подробный и полный ответ на один вопрос из перечня вопросов к зачету, а также краткие ответы на дополнительные вопросы по всему материалу.

Отчет по практикуму означает выполнение всех практических работ с демонстрацией результатов работы и ответы на контрольные вопросы.

Оценка «не зачтено» ставится, если студент не отчитался по практикуму или, при наличии отчета по практикуму, не владеет лекционным материалом.

Типовые оценочные материалы

1. Комплект тестовых заданий (фрагмент)

1. Вопрос: Методология системного анализа имеет следующие преимущества:
 - a. Организует процесс принятия решений в сложных проблемных ситуациях
 - b. Помогает представить объект исследований в виде системы
 - c. Формирует математическую модель постановки задачи
 - d. Все из вышеперечисленного
2. Вопрос: Система характеризуется наличием
 - a. Компонентов и связей между ними
 - b. Компонентов, связей между ними и цели функционирования
 - c. Компонентов, параметров компонентов, связей, структуры, цели функционирования, законов, правил и операций функционирования
3. Вопрос: Структура системы определяется как
 - a. Перечисление компонентов системы
 - b. Связи между компонентами
 - c. Модель «вход-выход»
 - d. Организованность системы, устойчивая упорядоченность компонентов и связей
4. Вопрос: Какому методу математического программирования соответствует постановка задачи: Найти $F(x) = \max (cTx)$ при условии $AX \leq B; X \geq 0, X=(x_1, \dots, x_n) \in D$, где D - некоторое множество $R(n)$, которое является конечным или счетным

- a. Линейное программирование
- b. Нелинейное программирование
- c. Квадратичное программирование
- d. Дискретное программирование
- e. Динамическое программирование

5. Вопрос: Какому методу математического программирования соответствует постановка задачи:

Найти $F(x) = \max (cTx)$ при условии $AX \leq B; X \geq 0$

- a. Линейное программирование
- b. Нелинейное программирование
- c. Квадратичное программирование
- d. Дискретное программирование
- e. Динамическое программирование

6. Вопрос: Какую модель можно использовать для решения задачи в следующей постановке: найти значения переменных x_1, \dots, x_n , доставляющие оптимум заданной линейной формы при выполнении системы ограничений, представляющих также линейные формы

- a. Симплекс-метод
- b. Метод ветвей и границ
- c. Метод множителей Лагранжа

Критерии оценки результатов тестирования показаны в таблице:

Доля правильных ответов, %	Числовой эквивалент
91 – 100	5 «отлично»
74 – 90	4 «хорошо»
61 – 73	3 «удовлетворительно»
0-60	2 «неудовлетворительно»

Результаты контроля анализируются преподавателем, по результатам анализа осуществляется текущая корректировка организации проведения учебных мероприятий по данной дисциплине. При этом в первую очередь обращается внимание на выявление отстающих студентов, на умение студентов четко организовать свой труд, на обеспечение ритмичной учебной работы.

2. Темы для рефератов по самостоятельной работе

1. Решение задач об оптимизации кредитного портфеля с применением методов математического программирования
2. Применение модели квадратичного программирования примере задачи Марковица об определении состава инвестиционного портфеля рискованных ценных бумаг.
3. Решение задач оптимального финансового планирования с применением методов математического программирования

4. Решение задач оптимального планирования производства продукции с применением квадратичного программирования и использования функций Optimization Toolbox в системе MATLAB.

7. Решение задач массового обслуживания на примерах моделирования динамических процессов в области управления сложными экономическими системами

8. Обоснование решений в условиях неопределенности с применением игровых моделей (на примере выбора стратегии в конкретной предметной области)

9. Оценка эффективности инновационных проектов в условиях неопределенности с применением методов теории игр

10. Исследование объектов организационной системы на основе опыта и знаний экспертов с применением методов агрегирования экспертных оценок

11. SWOT анализ предприятия на основе метода анализа иерархий

12. Принятие решений в области персонального финансового планирования с применением модели игры с «природой»

13. Выбор вариантов управленческих решений методом анализа иерархий

14. Выбор наиболее эффективного решения в области финансового кредитования с применением метода анализа иерархий

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если содержание реферата полностью соответствует теме реферата, текст реферата написан логично и грамотно, расчетная часть работы выполнена с высокой точностью, пояснительная записка оформлена в соответствии с требованиями к оформлению документа, студент правильно отвечает на вопросы по реферату.

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме реферата, текст реферата написан логично и грамотно, расчетная часть работы выполнена с высокой точностью, имеются замечания по оформлению документа.

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если не полностью раскрыта заданная тема, в тексте реферата содержатся ошибки, расчетная часть работы выполнена недостаточно точно, имеются замечания по оформлению документа.

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если содержание реферата не соответствует заданной теме реферата, нарушены сроки сдачи реферата.

Типовые оценочные материалы

Раздел (тема) дисциплины «Системный анализ»

Основные понятия теории систем и системного анализа. Основные принципы системного анализа и принятия решений. Основные приемы формализации задач системного анализа. Классификация моделей систем. Построение (выбор) модели объекта, явления или процесса.

Перечень дискуссионных тем для круглого стола:

1. Системный подход к практической деятельности
2. Системный подход к процессу мышления (познания) как основной форме научной деятельности
3. Модели систем и их разновидности

Общесистемные законы и принципы строения, функционирования и развития системы. Процесс принятия решений.

Перечень дискуссионных тем для круглого стола:

1. Принципы строения, функционирования и развития системы
2. Формирование цели системы, ее структуризация и анализ
3. Проблемы принятия решений

Методы системного анализа. Общая постановка задач оптимизации. Математическое программирование.

Перечень дискуссионных тем для круглого стола:

1. Классификация моделей и методов решения задач оптимизации
2. Когнитивные структуры процесса принятия решений
3. Модели и методы математического программирования

Методы принятия решений в конфликтной ситуации и в условиях частичной неопределенности. Основы теории матричных игр.

Перечень дискуссионных тем для круглого стола:

1. Онтология теории игр.
2. Решение игр в чистых и смешанных стратегиях. Теорема фон Неймана.
3. Решение матричных игр в смешанных стратегиях с применением методов линейного программирования.

Методы многокритериального принятия решений. Методы принятия коллективных решений. Задача коллективного выбора.. Классификация задач и методов коллективного выбора.

Перечень дискуссионных тем для круглого стола:

1. Обзор и сравнительный анализ методов многокритериального принятия решений..
2. Методы принятия коллективных решений.
3. Сопоставительный анализ эффективности применения различных методов коллективного выбора.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература

1. Основы теории систем и системного анализа: учеб. пособие/ Б.Г. Ильясов, И.Б. Герасимова, Е.А. Макарова, Н.В. Хасанова, Л.Р. Черняховская. – Уфа: УГАТУ, 2014. 217 с.
2. Волкова В. Н. Теория систем и системный анализ: [учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 010502 (351400) "Прикладная информатика"] / В. Н. Волкова, А. А. Денисов - Москва: Юрайт, 2012 - 679 с.
3. Козлов В.Н. Системный анализ, оптимизация и принятие решений. Учебное пособие. - Москва: Проспект, 2010. - 176 с.

6.2 Дополнительная литература

1. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: теория принятия решений: учебник / А.И. Орлов. – М.: КНОРУС, 2011. – 568 с.

6.3. Интернет-ресурсы (электронные учебно-методические издания, лицензионное программное обеспечение)

На сайте библиотеки УГАТУ <http://library.ugatu.ac.ru/> в разделе «Информационные ресурсы», подраздел «Доступ к БД» размещены ссылки на интернет-ресурсы.

6.4 Методические указания к практическим занятиям

Черняховская Л.Р. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Системный анализ»/ Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т; 2015 (кафедральное издание, электронный вариант).

Практическое занятие № 1. Решение задач многокритериального принятия решений методом аналитической иерархии

Оценивается умение магистрантов применять методы решения многокритериальных задач.

Решить задачу многокритериального принятия решений с применением метода анализа иерархий Т. Саати.

Найти аналитическую модель выбора поставщика, основывающуюся на целесообразности его условий, ориентированную на достижение стратегических целей компании. Именно такой подход опирается на экономические расчеты, стратегическое планирование и проведение маркетинговых исследований. Основой предложенного метода выбора поставщика является построение алгоритмической и математической модели, которая позволяет оценить конечный экономический эффект при работе с выбранным поставщиком в предположении наличия всей необходимой информации, которая может быть обработана современной информационной системой. Речь идет о том, чтобы дать менеджеру инструмент объективной оценки, позволяющий принимать обоснованное решение, соответствующее целям компании.

Модель строится в три этапа по следующему принципу:

1. Определяется критерий оценки поставщика.
2. Устанавливается набор параметров поставщика, отвечающий условиям:
 - все параметры являются релевантными для выбранного критерия оценки,
 - в совокупности максимально полно описывает поставщика с точки зрения критерия оценки,
 - параметры могут быть легко получены из доступных источников и являются универсальными для любого поставщика,
 - количество параметров должно быть разумным, чтобы не вызвать затруднений у конечных пользователей модели в текущей деятельности.
3. Разрабатывается алгоритм расчета выбранного критерия оценки на основе выбранных параметров поставщика.

Рассмотрим подробнее. Как уже отмечалось ранее, представленная модель является оптимизационной, следовательно, мы должны определить критерий оптимизации (оценки). Предполагается, что выбор того или иного поставщика определяется его экономической целесообразностью с точки зрения компании, то есть величиной годовой прибыли (до уплаты налогов) при работе с этим поставщиком. Выбор именно годовой прибыли взят из имеющегося

опыта и исходит из своего рода оптимизации: с одной стороны выбрать период, соотносимый с периодом работы с одним поставщиком, а с другой стороны являющийся достаточно хорошо прогнозируемым и предсказуемым.

Исходя из приведенных выше соображений о составе критерия оценки и обозначенных требований к набору параметров выделяем характеристики поставщика:

- качество;
- цена товара у поставщика (набор совокупностей: заказываемое количество и цена за единицу);
- дополнительные расходы на обработку поставки (упаковка, обработка, дополнительные коммерческие расходы и т.д.);
- стоимость выполнения заказа (командировки, транспорт, экспедиция и т.д.);
- сроки поставки;
- возможные отклонения от установленного срока поставки (дисциплина);
- минимальный и максимально возможный объем одной поставки;
- гарантированная производительность;
- условия платежа (набор совокупностей: доля от общей суммы и срок отсрочки для данной доли или лимит кредитования);
- вероятность стабильности заявленного уровня условий в течение года.

Пусть известно, что для выявления оптимальной поставки продукции в результате анализа определено три варианта поставщиков: Поставщик №1 (D1), Поставщик №2 (D2), Поставщик №3 (D3).

Предположим, что из множества показателей эффективности выбора оптимальной поставки продукции руководитель выбрал следующие показатели (критерии):

V1. Экономические показатели

C1. Стоимость поставки

C2. Срок поставки

C3. Условия оплаты

V2. Технические показатели

C4. Транспортировка

C5. Хранение

C6. Степень соответствия требуемым техническим характеристикам

C7. Гарантированная производительность

V3. Сервисные показатели

C8. Гарантийный срок

C9. Пусконаладка оборудования

C10. Послепродажное обслуживание

Руководителю необходимо выбрать лучший вариант разработки, с учетом набора этих показателей эффективности.

Для поставленной задачи можно построить следующую иерархию: (рис. 4.4). Оптимальная поставка → Виды критериев → Критерии → Поставщики.

Оптимальный выбор поставщика осуществляется экспертами на основании данных о конкурсных предложениях полученных из базы данных ERP-системы в отношении предложенных критериев поставки продукции.

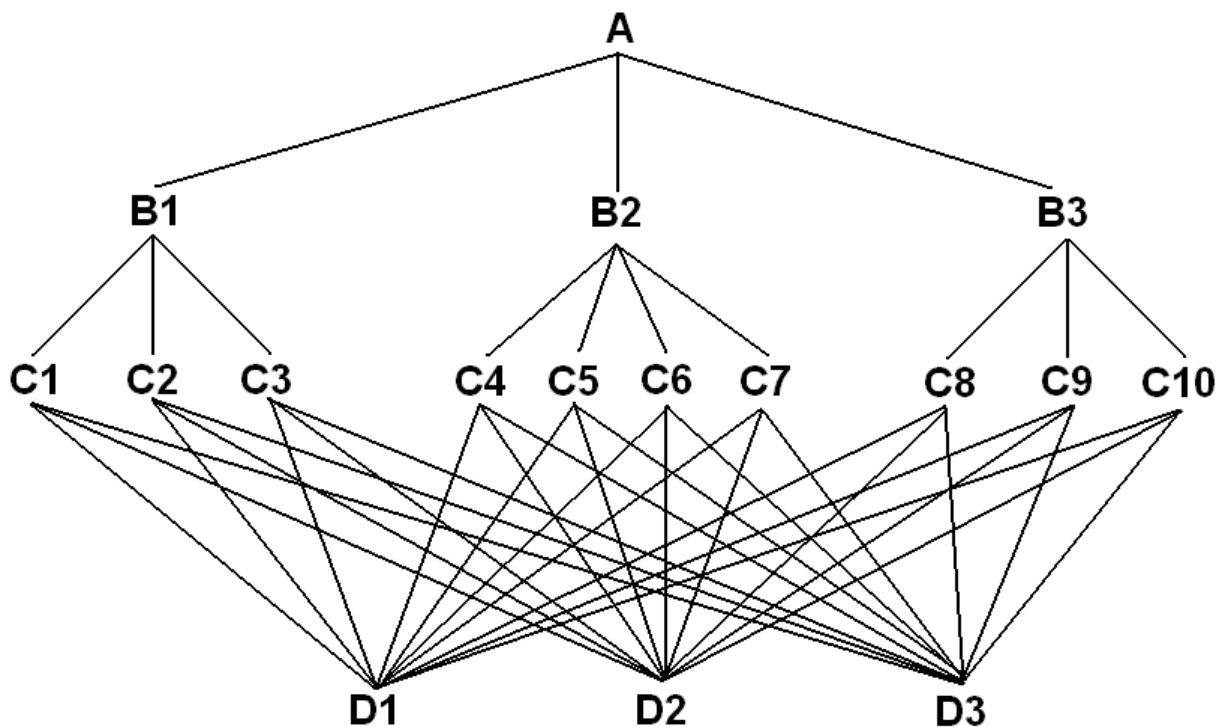


Рис. 1.1 – Иерархия выбора оптимального поставщика

Здесь буквами В обозначены виды критериев (показателей) оптимальной поставки, буквы С обозначают конкретные критерии, буквы D — поставщики.

В данном примере, как и большинстве случаев, встречающихся при решении реальных стратегических задач, каждый из показателей имеет свою размерность. Однако в соответствии с методом анализа иерархий все значения матрицы должны быть одной размерности, поэтому требуется задать общую шкалу. В качестве шкалы выберем ряд значений от 1 до 9 предложенный Т. Саати:

1 - одинаковая значимость (два сравниваемых фактора (объекта) вносят одинаковый вклад в конечный результат);

3 - слабое преобладание (легкое предпочтение отдается 1 объекту);

5 - существенное преобладание;

7 - очевидное преобладание;

9 - абсолютное преобладание;

2, 4, 6, 8 - промежуточные значения преобладания (например, 2 -слабо-существенное преобладание).

Матрица парных сравнений (суждений или приоритетов), построенная на основе полученных оценок экспертов, оказались следующей:

Таблица 1. 1-ый уровень иерархии. Матрица приоритетов показателей эффективности поставки (видов критериев)

A	B1	B2	B3	Σ по строке	П(A)
B1	1	2	5		
B2	1/2	1	3		

B3	1/5	1/3	1		
----	-----	-----	---	--	--

Вычисляем оценку согласованности матрицы. В случае удовлетворения условия согласованности переходим на уровень иерархии 2.

Таблица 2. 2-ой уровень иерархии

Матрицы приоритетов показателей эффективности поставки (критериев)

B1	B1C1	B1C2	B1C3	Σ по строке	П(B1)	
B1C1	1	1/3	2			
B1C2	3	1	1/4			
B1C3	1/2	4	1			
B2	B2C4	B2C5	B2C6	B2C7	Σ по строке	П(B2)
B2C4	1	2	5	1		
B2C5	1/2	1	3	5		
B2C6	1/5	1/3	1	3		
B2C7	1	1/5	1/3	1		
B3	B3C8	B3C9	B3C10	Σ по строке	П(B3)	
B3C8	1	1/3	1/5			
B3C9	3	1	1			
B3C10	5	1	1			

Матрица приоритетов критериев выбора (табл. 1) содержит три вектора приоритетов, каждый из которых нормирован и представляет набор критериев определенного вида. Однако как следует из матрицы приоритетов видов критериев (табл. 2) каждый вид критериев также имеет свой приоритет, поэтому, чтобы получить истинные значения векторов приоритетов, необходимо умножить соответствующий вектор $\Pi(B_i)$ на соответствующее ему элемент вектора $\Pi(A)$:

После этого шага составляется 10 матриц (по числу критериев) приоритетов вариантов выбора оптимального поставщика (табл. 3):

Таблица 3. 3-й уровень иерархии

Матрицы приоритетов вариантов выбора оптимального поставщика

C1	C1D1	C1D2	C1D3	Σ по строке	П(C1)
C1D1	1	2	5		
C1D2	1/2	1	1/4		
C1D3	1/5	4	1		
C2	C2D1	C2D2	C2D3	Σ по строке	П(C2)
C2D1	1	3	1/2		
C2D2	1/3	1	1		
C2D3	2	1	1		
C3	C3D1	C3D2	C3D3	Σ по строке	П(C3)
C3D1	1	1/3	4		
C3D2	3	1	1/2		
C3D3	1/4	2	1		
C4	C4D1	C4D2	C4D3	Σ по строке	П(C4)
C4D1	1	1	1/2		
C4D2	1	1	1		
C4D3	2	1	1		
C5	C5D1	C5D2	C5D3	Σ по строке	П(C5)
C5D1	1	1/3	1		
C5D2	3	1	1/2		
C5D3	1	2	1		
C6	C6D1	C6D2	C6D3	Σ по строке	П(C6)
C6D1	1	2	3		
C6D2	1/2	1	1		
C6D3	1/3	1	1		
C7	C4D1	C4D2	C4D3	Σ по строке	П(C7)

C7D1	1	4	1/2		
C7D2	1/4	1	1		
C7D3	2	1	1		
C8	C5D1	C5D2	C5D3	\sum по строке	П(C8)
C8D1	1	1	1		
C8D2	1	1	1/3		
C8D3	1	3	1		
C9	C6D1	C6D2	C6D3	\sum по строке	П(C9)
C9D1	1	2	1		
C9D2	1/2	1	1/3		
C9D3	1	3	1		
C10	C6D1	C6D2	C6D3	\sum по строке	П(C10)
C10D1	1	1/2	4		
C10D2	2	1	1		
C10D3	1/4	1	1		

Далее из десяти полученных собственных векторов-столбцов приоритетов ею формируется матрица приоритетов третьего уровня иерархии, которая умножается на векторы приоритетов $\Pi(A, V_i)$ полученный на предыдущем шаге (аналогично вычислению векторов приоритетов $\Pi(A, V_i)$) и получаются векторы приоритетов вариантов выбора оптимального поставщика $\Pi(A, V_i, C_i)$ (табл. 4). В таблице 4 приведены значения с учетом умножения на соответствующие векторы $\Pi(A, V_i)$.

Глобальный приоритет каждого из поставщиков получается как сумма по строкам матрицы приоритетов выбора оптимального поставщика.

Решение задачи получено с применением программы в программной среде MATLAB.

Таблица 4.

RESULT										
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
D1	0,078	0,077	0,097	0,030	0,026	0,031	0,015	0,004	0,015	0,026
D2	0,017	0,040	0,083	0,036	0,049	0,013	0,006	0,003	0,007	0,019
D3	0,051	0,068	0,060	0,048	0,044	0,012	0,011	0,006	0,019	0,011

D1 = 0,40

D2 = 0,27

D3 = 0,33

Практическое занятие № 2. Решение антагонистических матричных игр

Оценивается умение магистрантов применять методы решения задач в условиях конфликта, когда интересы лиц, принимающих решения, противоречивы.

Найти оптимальные смешанные стратегии и цену игры с платежными матрицами вида 1-6 в смешанных стратегиях с применением модели линейного программирования в программной среде MATLAB..

Варианты заданий

Матрица 1						Матрица 2					
A\B	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	A\B	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅
A ₁	15	15	17	22	28	A ₁	14	19	20	25	16
A ₂	21	17	18	23	25	A ₂	21	17	18	23	25
A ₃	19	20	25	19	27	A ₃	19	20	25	21	33
A ₄	23	13	18	11	12	A ₄	23	13	18	11	12
A ₅	20	17	18	23	29	A ₅	21	17	18	43	25

Матрица 3						Матрица 4					
A\B	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	A\B	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅
A ₁	41	32	29	31	39	A ₁	21	23	21	22	25
A ₂	25	38	37	31	34	A ₂	22	25	24	24	24
A ₃	36	40	28	30	33	A ₃	23	22	21	21	27
A ₄	35	34	28	39	21	A ₄	25	26	29	26	30
A ₅	28	27	28	30	38	A ₅	22	24	23	28	27

Матрица 5						Матрица 6					
A\B	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	A\B	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅
A ₁	27	28	25	21	24	A ₁	18	21	25	31	29
A ₂	29	11	26	23	22	A ₂	32	36	34	32	34
A ₃	20	21	19	28	20	A ₃	31	39	27	31	36
A ₄	21	22	24	19	17	A ₄	35	34	28	29	21
A ₅	14	14	24	27	18	A ₅	22	22	28	30	28

Пример решения задачи. Найти оптимальные стратегии и цену игры в игре 3×3 с платежной

матрицей $A = \begin{vmatrix} 4 & 2 & 0 \\ 0 & 5 & 0 \\ 2 & 1 & 3 \end{vmatrix}$

Сформулируем двойственные задачи линейного программирования

<p>Максимизировать $y_1+y_2+y_3$</p> <p>при условиях</p> $4y_1+2y_2 \leq 1,$ $5y_2 \leq 1,$ $2y_1+1y_2+3y_3 \leq 1,$ $y_j \geq 0, j=1,2,3.$	<p>Минимизировать $x_1+x_2+x_3$</p> <p>при условиях</p> $4x_1 + 2x_3 \geq 1,$ $2x_1+5x_2+1x_3 \geq 1,$ $3x_3 \geq 1,$ $x_i \geq 0, i=1,2,3.$
--	---

Решение игры в среде MATLAB с применением функции *LINPROG*.

Текст m.script

clc;

X=linprog([1 1 1], -[4 2 0; 0 5 0; 2 1 3], -[1;1;1];[],[], 0 0 0);

disp(X); fopt=f*X; v=1/fopt; disp(v);

P=X/fopt; disp(P);

Решение этих задач симплексным методом дает оптимальные значения

$$X = \{ 0.2903, 0.3871, 0.3226 \}, V = 1.9355$$

Дадим объяснение полученному ответу. Выигрыш игрока А составит 1.9355. Проигрыш игрока В составит 1.9355. Игрок В : использует стратегию В₁ на 29.03 %; использует стратегию В₂ на 38.70 %; использует стратегию В₃ на 32.25 %.

Следует учесть, что мы здесь ограничиваемся рассмотрением игр, реализация которых может осуществляться любое число раз, не зависит от результата предыдущих действий.

Занятие 3. Принятие решений в условиях частичной неопределенности и риска.

Рассмотрим следующую задачу. Инвестиционная привлекательность проекта определяется как процент прироста дохода по отношению к сумме капитальных вложений, оценка которых известна при каждой стратегии и каждом состоянии природы. Эти данные представлены в следующей матрице выигрышей игрока А (табл. 3.1) размера 6 x 5, в последней, дополнительной строке которой указаны вероятности состояний природы. Выбрать стратегию развития предприятия так, чтобы наиболее эффективно использовать капиталовложения.

Таблица 3.1. Матрица выигрышей игрока А

Стратегии	Ситуация	Ситуация	Ситуация	Ситуация	Ситуация
	П1	П2	П3	П4	П5
Стратегия А1	60	85	70	40	35
Стратегия А2	70	80	65	50	20
Стратегия А3	55	70	40	35	50
Стратегия А4	75	80	60	45	30
Стратегия А5	40	55	30	50	25
q _j	0,2	0,2	0,1	0,3	0,15
	5	0	0	0	

Принимая решения в условиях риска, мы считаем известным распределение вероятностей будущих состояний природы. Для этого применяются правило максимизации ожидаемого дохода (правило Байеса), правило отсутствия достаточной уверенности (правило Лапласа), правило минимального сожаления (правило Сэвиджа).

Для принятия решений в условиях неопределенности существуют различные критерии оптимальности (таблица 3.2)

Таблица 3.2. Коэффициенты оптимальности

Показатель	Формула	Название
Наибольшее мат. ожидание выигрыша	$E_B = \max(\sum_{ij} e_{ij} \cdot q);$	Критерий Байеса
Наибольшая осторожность	$E_g = \max_i \min_j e_{ij};$	Критерий гарантированного результата
Наименьшая осторожность	$E_g = \max_i \max_j e_{ij};$	Критерий оптимизма
Крайняя осторожность	$E_g = \min_i \min_j e_{ij};$	Критерий пессимизма
Минимальный риск	$E_g = \min_i \max_j r_{ij};$	Критерий Сэвиджа
Компромисс в решении	$E_{ig} = \max_i \left\{ k \min_j e_{ij} + (1 - k) \max_j e_{ij} \right\}$ $E_{ig} = \min_i \left\{ k \max_j r_{ij} + (1 - k) \min_j r_{ij} \right\}$ <p>k – коэффициент «оптимизма»</p>	Критерий Гурвица относительно выигрышей Критерий Гурвица относительно матрицы рисков
Доверие игрока распределению вероятностей	$G = \max_i \{ (1 - l)E_{Gi} + lE_{Bi} \}$	Критерий Ходжа-Лемана

Возможность выбора критерия дает свободу лицам, принимающим экономические решения, при условии, что они располагают достаточными средствами для постановки подобной задачи. Всякий критерий должен согласовываться с намерениями решающего задачу и соответствовать его характеру, знаниям и убеждениям.

Для игр с одной коалицией действия множество всех ситуаций можно принять за множество стратегий этой коалиции действия и далее о стратегиях не упоминать; такие игры называются нестратегическими. Важным классом таких игр являются игры с природой, применяемые для анализа экономических ситуаций, оценки эффективности принимаемых решений и выбора наиболее предпочтительных альтернатив, в которых риск связан с совокупностью неопределенных факторов окружающей среды, именуемых «природа».

Принятие решений в условиях частичной неопределенности рассматривается как случай при известном распределении вероятностей состояний «природы». В таких случаях для определения наилучших решений рекомендуется применять несколько критериев эффективности, примеры которых приведены в таблице 1.

Подсчитаем показатели эффективности стратегий:

- по критерию Байеса при условии, что инвестор А доверяет данному распределению вероятностей состояний природы:
- по критерию Лапласа, если инвестор А не доверяет данному распределению вероятностей состояний природы и не может отдать предпочтения ни одному из рассматриваемых состояний природы:
- по критерию Вальда:
- по критерию Ходжа-Лемана с коэффициентом доверия к вероятностям состояний природы (например, $l=0,3$):
- по критерию пессимизма-оптимизма Гурвица с показателем оптимизма (например, $l=0,4$):
- по критерию Сэвиджа:

Результаты подсчета показателей эффективности и оптимальные стратегии должны быть представлены в форме таблицы 3.2.

Таблица 3.2. Показатели эффективности и оптимальных стратегий

Стратегии	Критерии					
	Байеса	Лапласа	Вальда	Ходжа-Лемана $l=0,3$	Гурвица $l=0,4$	Сэвиджа
A1						
A2						
A3						
A4						
A5						
Оптимальные стратегии						

Заметим, что, поскольку в критерии Ходжа-Лемана показатель доверия игрока А распределению вероятностей состояний, указанных в последней строке матрицы, равен $l=0,3$, то показатель пессимизма игрока А равен $1-l = 0,7$.

В критерии Гурвица показатель оптимизма игрока А равен $l=0,4$ и, следовательно, показатель его пессимизма равен $1-l = 0,6$.

Таким образом, во всех примененных критериях, учитывающих индивидуальные проявления игрока А к пессимизму и оптимизму, игрок А более склонен к пессимистической оценке ситуации, чем к оптимистической, примерно с одинаковыми показателями.

Практические занятия 4-5. Решение задач управления в социальных и экономических системах с применением теории группового выбора. Анализ процедур голосования. Модели агрегирования индивидуальных предпочтений. Сравнительная оценка преимуществ и недостатков индивидуальных и групповых методов принятия решений.

Применение экспертных технологий принятия коллективных решений

Цель работы – на основе заданных примеров научиться применять экспертные технологии принятия групповых решений на основе математических методов анализа экспертных оценок.

Теоретические сведения

Коллективное принятие решений целесообразно осуществлять для разрешения следующих проблемных ситуаций:

1. Когда проблемная ситуация является сложной и слабоструктурированной;
2. Когда проблема затрагивает интересы многих людей, при этом каждый из них имеет свой взгляд на проблему. В этом случае желательно учесть все точки зрения, прежде чем прийти к какому-либо решению.
3. Если проблема может иметь несколько верных решений (Парето-оптимальное множество решений), и выбор решения должен учитывать взгляды разных людей.
4. Когда необходимо принять согласованное решение.

Для решения подобных проблем часто применяются экспертные оценки, при этом эксперт считается хранителем большого объема знаний, а групповое мнение экспертов – близким к истинному. К наиболее употребительным процедурам экспертных измерений относятся: ранжирование; парное сравнение; непосредственная оценка и др.

Принятие решений группой экспертов (или ЛПР) включает типовые этапы, показанные на рис. 4.1.

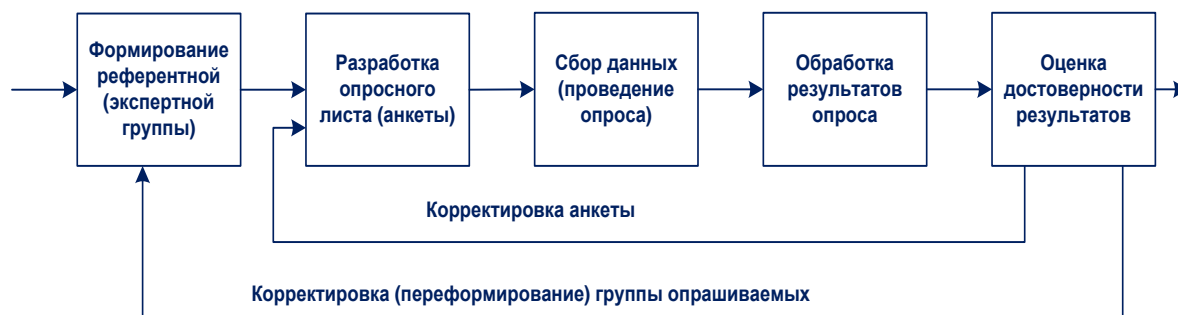


Рис. 4:1 - Схема процесса проведения сбора и обработки индивидуальных данных при принятии групповых решений

Согласно методологии теории устойчивости [3], результат обработки данных, инвариантный относительно метода обработки, соответствует реальности, а результат расчетов, зависящий от метода обработки, отражает субъективизм исследователя, а не объективные соотношения. Практика применения методов экспертных технологий для принятия решений показала, что комплексное применение различных методов для решения одной и той же задачи повышает обоснованность делаемых выводов.

Поэтому предлагается провести оценивание работ с применением двух методов: метода средних арифметических рангов и метода агрегации критериев.

Метод ранжирования (ординарный подход)

В практике ранжирования объектов используются отношения для определения большей или меньшей степени какого-то качественного признака (отношения частичного порядка, например. полезности) используются отношения типа «более предпочтительно» () Каждый член коллектива ЛПР (студент группы) упорядочивает оцениваемые факторы P_1, \dots, P_n по убыванию важности, присваивая им числа $1, 2, \dots, 1, \dots, n$. Если возникает ситуация, когда эксперт не может различить по важности два или более факторов, он может ставить их рядом и приписывать им одинаковые, так называемые связанные ранги. Напр., если не удастся различать факторы, занимающие места с p по q , то им всем присваивается ранг

$$R_{ce} = \frac{p + (p + 1 + \dots + (q - 1) + q}{q - p + 1} \quad (4.1)$$

Существенно, что сумма всех рангов для данного эксперта должна быть постоянной и равняться $1+2+\dots+n=\frac{n(n+1)}{2}$.

Результатом оценки является матрица

$$R = \begin{matrix} R_{11} & \dots & R_{1j} & \dots & R_{1n} \\ \dots & & & & \\ R_{i1} & \dots & R_{ij} & \dots & R_{in} \\ \dots & & & & \\ R_{m1} & \dots & R_{mj} & \dots & R_{mn} \end{matrix}$$

Результаты ранжирования работ сводятся в таблицу (см. пример в табл. 4.1).

Таблица 4.1. *Пример результата опроса методом ранжирования*

Работы	Номер эксперта			
	Э ₁	Э ₂	Э ₃	Э ₄
P ₁	1	1	3	1,5
P ₂	3	2	1	1,5
P ₃	2	4	3	3
P ₄	5	3	3	5
P ₅	4	5	5	4

В 3-м и 4-м столбце наблюдаются связанные ранги.

На основе исходной информации, приведенной в матрице R строится матрица преобразованных рангов R' , элементы которой вычисляются по формуле $R'_{ij}=n - R_{ij}$. Таким образом, $R'_{ij} \in [0, n-1]$, поскольку $R_{ij} \in [1, n]$.

Далее строится матрица нормированных весов $X=(x_{ij})$, где

$$x_{ij} = \frac{R'_{ij}}{\sum_{i=1}^n R'_{ij}} = \frac{R'_{ij}}{\frac{n(n-1)}{2}}. \quad (4.2)$$

Для данных, приведенных в таблице 5.4, матрица R' определяется так:

$$R' = \begin{matrix} 4 & 4 & 2 & 3,5 \\ 2 & 3 & 4 & 3,5 \\ 3 & 1 & 2 & 2 \\ 0 & 2 & 2 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \end{matrix}$$

Здесь $n(n-1)/2=10$, и после нормирования элементов

$$X = \begin{matrix} 0,4 & 0,4 & 0,2 & 0,35 \\ 0,2 & 0,3 & 0,4 & 0,35 \\ 0,3 & 0,1 & 0,2 & 0,2 \\ 0 & 0,2 & 0,2 & 0 \\ 0,1 & 0 & 0 & 0,1 \end{matrix}$$

Теперь необходимо построить групповое мнение или некоторый центроид системы векторов $x_1, \dots, x_j, \dots, x_n$. Наиболее распространенным методом построения центроида является нахождение вектора-столбца такого, что

$$\Delta(w) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (w_i - x_{ij})^2 = \min_w \Delta(w), \quad w = \begin{matrix} w_1 \\ \dots \\ w_n \end{matrix}, \quad (4.3)$$

где является средним арифметическим оценок фактора Φ_i экспертами Ξ_1, \dots, Ξ_l .

0,34

0,31

Для рассматриваемого примера $w = 0,20$

0,10

0,05

В результате могут быть получены порядковые групповые предпочтения. Более предпочтительному фактору присваивается наибольший вес.

Для анализа результатов сформированного группового мнения применяется количественная оценка степени согласованности мнений экспертов с применением коэффициента конкордации Кендалла: Коэффициент конкордации W находится в пределах $0 \leq W \leq 1$, при этом $W=0$ означает полную противоположность, а $W=1$ – полное совпадение ранжировок. Практически достоверность считается хорошей, если $W=0,7-0,8$.

Рассчитывается W по формуле:

$$W = 12 \cdot C / [K^2 \cdot (m^3 - m)], \quad (4.4)$$

где m - число экспертов в группе, n - число объектов ранжирования, C – сумма квадратов отклонений сумм рангов по каждому объекту от средней суммы рангов по всем объектам и экспертам $m \cdot [(n + 1/2)]$, т.е.

$$C = \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^m r_{ij} - m \cdot \left(\frac{n+1}{2} \right) \right]^2, \quad (4.5)$$

Таким образом, коэффициент конкордации может быть вычислен путем нормирования C :

$$W = \frac{12 \cdot \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^m r_{ij} - m \cdot \left(\frac{n+1}{2} \right) \right]^2}{m^2 (n^3 - n)}. \quad (4.6)$$

Степень согласованности мнений экспертов можно дополнительно оценить по шкале Харрингтона (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Оценка согласованности мнений экспертов

№	Значение коэффициента конкордации	Оценка степени согласованности мнений экспертов
1	$0 \leq W \leq 0,2$	Согласованность очень низкая
2	$0,2 \leq W \leq 0,37$	Согласованность низкая
3	$0,37 \leq W \leq 0,64$	Согласованность средняя
4	$0,64 \leq W \leq 0,8$	Согласованность высокая
5	$0,8 \leq W \leq 1,0$	Согласованность очень высокая

Если уровень согласованности мнений экспертов удовлетворительный и ранжирование проведено корректно, лицо, принимающее решение, выбирает среди всех вариантов, расположенных по степени их предпочтения экспертами, наилучший, согласно формуле: $r_k = \min r_i$, где r_i – суммарный ранг i -го варианта, данный ему всеми экспертами ($i = 1, n$).

Метод агрегации критериев

Здесь каждый эксперт \mathcal{E}_j присваивает объекту P_i определенный балл ρ_{ij} в соответствии с непосредственной оценкой i -го объекта по k -му критерию: Например, для оценки работ предлагается использовать следующие критерии:

- f_1 - наличие компетентностей, освоенных в результате получения образования по соответствующему направлению подготовки;
- f_2 - опыт работы в соответствующей предметной области;
- f_3 - степень ответственности, возлагаемой на сотрудника (за людей, за материальное имущество, за информационную безопасность и др.);
- f_4 : условия оплаты труда;
- f_5 : социальные гарантии.

Результатом является таблица (матрица)

$$\rho = \begin{matrix} \rho_{11} & \dots & \rho_{1j} & \dots & \rho_{1K} \\ \dots & & & & \\ \rho_{i1} & \dots & \rho_{ij} & \dots & \rho_{iK} \dots, \\ \dots & & & & \\ \rho_{k1} & \dots & \rho_{mj} & & \rho_{kK} \end{matrix}$$

где $i=1, \dots, K$, K – количество критериев; $j=1, \dots, n$, n – количество работ.

Достаточно популярным способом служит оценка значимости работ по глобальному критерию в виде взвешенной суммы локальных критериев (так называемая аддитивная свертка)

$$f^{GL}(x) = \sum_{j=1}^K w_j \rho_j \quad , \quad (4.7)$$

где w_j – вес j -го критерия, установленный с учетом условия $\sum_j w_j = 1$.

Рассчитайте глобальные критерии для каждого объекта и расположите объекты по результатам расчетов в порядке неубывания (см. табл. 4.3).

Таблица 4.3. Матрица оценок работ по критериям

$P \setminus K$	f_1	...	f_K
P_1			
P_2			
...			
P_n			

На основе рассмотренного примера продемонстрируйте сходство и различие оценок объектов, полученных по методу ранжирования и по методу агрегации критериев, а также пользу от их совместного применения.

7. Образовательные технологии

При реализации дисциплины используются различные образовательные технологии, в том числе, проблемно-деятельностное, модульное, контекстное обучение. Исходя из необходимости достижения обучающимися планируемых результатов освоения дисциплины, а также с учетом индивидуальных возможностей обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья используются средства компьютерного моделирования, проектирования, сбора и обработки информации.

8. Методические указания по освоению дисциплины

Для достижения наиболее эффективных результатов освоения дисциплины при реализации различных видов учебной работы применяются информационные технологии (использование компьютерных тестирующих средств оценки уровня знаний обучаемых, использование мультимедийного сопровождения лекций, электронных мультимедийных учебных пособий и др.) и интерактивные методы и технологии обучения (лекции-визуализации, технология проблемного обучения, технология развития критического мышления, групповая работа), с учетом содержания дисциплины и видов занятий, предусмотренных учебным планом.

Раздел 4. Методы принятия решений в конфликтной ситуации и в условиях частичной неопределенности. Основы теории матричных игр.

На изучение материала данного раздела отводится 2 часа лекционных занятий, 2 часа практических занятий и 8 часов самостоятельной работы студентов.

Решение нестратегических матричных игр с применением методов линейного программирования.

Поиск цены игры и соответствующих вероятностей сводится к решению пары двойственных задач:

<p>Максимизировать V</p> <p>при условиях</p> $\sum_{i=1}^m a_{ij} p_i \geq V, j = 1, \dots, n$ $\sum_{i=1}^m p_i = 1$ $p_i \geq 0, i = 1, \dots, m$	<p>Минимизировать V</p> <p>при условиях</p> $\sum_{j=1}^n a_{ij} q_j \leq V, i = 1, \dots, m$ $\sum_{j=1}^n q_j = 1$ $q_j \geq 0, j = 1, \dots, n$
--	---

Если учесть, что при увеличении элементов матрицы A на любую константу C цена игры увеличится на C и это изменение не окажет влияния на искомые вероятности выборов, то всегда можно добиться положительности элементов матрицы и, следовательно, цены игры.

В предположении $V > 0$ можно провести замену переменных

$$X_i = P_i / V, Y_j = Q_j / V$$

и поставленные задачи преобразовать к задачам с меньшим числом переменных:

Минимизировать $\sum_{i=1}^m x_i$	Максимизировать $\sum_{j=1}^n y_j$
при условиях	при условиях
$\sum_{i=1}^m a_{ij} x_i \geq 1, j = 1, \dots, n$	$\sum_{j=1}^n a_{ij} y_j \leq 1, i = 1, \dots, m$
$x_i \geq 0, i = 1, \dots, m$	$y_j \geq 0, j = 1, \dots, n$

X – 1-й игрок, Y- 2-й игрок. Т.к игрок А старается увеличить свой выигрыш, т.е. цену игры v , то выражение $1/v$ будет стремиться к минимуму. Т.к игрок В старается уменьшить свой проигрыш, т.е. цену игры v , то выражение $1/v$ будет стремиться к максимуму

Лекция 3. Принятие решений в условиях частичной неопределенности и риска.

Теория статистических решений может быть истолкована как теория поиска оптимального недетерминированного поведения в условиях неопределенности. Согласно А. Вальду, поведение считается оптимальным, если оно минимизирует риск в последовательных экспериментах, т.е. математическое ожидание убытков статистического эксперимента. В такой постановке любая задача статистических решений может рассматриваться как игра двух лиц, в которой одним из игроков является "природа".

Иногда усредненные характеристики некоторого случайного процесса испытывают тенденцию к стабилизации и появляется возможность либо замены его детерминированным, либо использования каких-то методов исследования стационарных случайных процессов (методов теории массового обслуживания и др.).

Однако большинство процессов характеризуется "дурной неопределенностью" , для которой невозможно найти законы распределения и другие вероятностные характеристики. В таких ситуациях приходится прибегнуть к экспертным оценкам.

Возникает и проблема выбора критерия оптимальности, поскольку решение, оптимальное для каких-то условий, бывает неприемлемым в других и приходится искать некоторый компромисс.

Пусть задан некоторый вектор $S = (S_1, S_2, \dots, S_n)$, описывающий n состояний внешней среды, и вектор $X = (X_1, X_2, \dots, X_m)$, описывающий m допустимых решений. Требуется найти вектор $X^* = (0, 0, \dots, 0, X_i, 0, \dots, 0)$, который обеспечивает оптимум некоторой функции полезности $W(X, S)$ по некоторому критерию K .

Информацию об указанной функции представляют матрицей размерности $m \times n$ с элементами $W_{ji} = F(R_j, S_i)$ (рис. 8.7), где F – решающее правило.

	S_1	S_2	\dots	S_i	\dots	S_n
R_1	W_{11}	W_{12}	\dots	W_{1i}	\dots	W_{1n}
R_2	W_{21}	W_{22}	\dots	W_{2i}	\dots	W_{2n}
\vdots	\vdots	\vdots		\vdots		\vdots
R_j	W_{j1}	W_{j2}	\dots	W_{ji}	\dots	W_{jn}
\vdots	\vdots	\vdots		\vdots		\vdots
R_m	W_{m1}	W_{m2}	\dots	W_{mi}	\dots	W_{mn}

Рисунок 3.7 – Матрица возможных результатов принятия решения в условиях неопределенности

Имеется ряд критериев, которые используются при выборе оптимальной стратегии.

1. *Критерий Лапласа.* В основе этого критерия лежит "принцип недостаточного основания": если нет достаточных оснований считать, что вероятности того или иного спроса имеют неравномерное распределение, то они принимаются одинаковыми и задача сводится к поиску варианта, дающего

$$W = \max_{R_j} \left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n W_{ji} \right\}, \quad j = 1 \dots n.$$

При решении «игр с природой» вводят понятие риска, который показывает разность между максимально возможным выигрышем при данном состоянии природы и выигрышем, который будет получен в случае применения i -ой стратегии в тех же условиях. Риск можно понимать как недополученный выигрыш.

Если в исходной задаче матрица возможных результатов представлена матрицей рисков, то критерий Лапласа принимает следующий вид:

$$W = \min_{R_j} \left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_{ji} \right\},$$

Здесь r_{ji} – элементы матрицы рисков, определяемые по формулам:

$$r_{ji} = \begin{cases} \max_j \{W_{ji}\} - W_{ji}, & \text{если } W - \text{выигрыш,} \\ W_{ji} - \min_j \{W_{ji}\}, & \text{если } W - \text{потери,} \end{cases}$$

где $\max_j \{W_{ji}\}$ – максимальный элемент в столбце i матрицы выигрышей (полезности),

$\min_j \{W_{ji}\}$ – минимальный элемент в столбце i матрицы потерь (результатов).

2. *Критерий Вальда* (минимаксный или максиминный критерий) обеспечивает выбор осторожной, пессимистической стратегии, при этом считается, что природа будет действовать наихудшим для человека образом.

Если по условию задачи значения W_{ji} представляют потери ЛПП, то при выборе оптимальной стратегии используется минимаксный критерий

$$W = \min_j \max_i \{W_{ji}\}.$$

Для определения оптимальной стратегии R_j необходимо в каждой строке матрицы результатов найти наибольший элемент W_{ji} , а затем выбрать действие R_j , которому будет соответствовать наименьший элемент из этих наибольших элементов.

Если по условию задачи значения W_{ji} представляют выигрыш (полезность) ЛПП, то при выборе оптимальной стратегии используется максиминный критерий. Для каждого решения R_j выбирается самая худшая ситуация (наименьшее из W_{ji}) и среди них отыскивается гарантированный максимальный эффект:

$$W = \max_i \min_j \{W_{ji}\}.$$

Критерий Вальда называют также критерием гарантированного результата. Им руководствуется субъект, не склонный к риску или рассматривающий возможные ситуации как пессимист.

3. *Критерий Сэвиджа* использует матрицу рисков и рекомендует в условиях неопределенности выбирать ту стратегию R_j , при которой величина риска принимает наименьшее значение в самой неблагоприятной ситуации (когда риск максимален):

$$W = \min_j \max_i \{r_{ji}\}.$$

4. *Критерий Гурвица* рекомендует при выборе решения руководствоваться некоторым средним результатом, характеризующим состояние между крайними значениями пессимизма и оптимизма: «природа» может находиться в самом невыгодном состоянии с вероятностью $(1 - \mu)$ и в самом выгодном состоянии с вероятностью μ , где μ – коэффициент оптимизма ($0 \leq \mu \leq 1$).

Если по условию задачи значения W_{ji} – прибыль, полезность, доход и т.п., то критерий Гурвица записывается

$$W = \max_j \left[\mu \max_i W_{ji} + (1 - \mu) \min_i W_{ji} \right].$$

Когда W_{ji} представляют потери (затраты), то выбирают действие

$$W = \min_j \left[\mu \min_i W_{ji} + (1 - \mu) \max_i W_{ji} \right].$$

Значение μ определяется в зависимости от склонности ЛПП к пессимизму или оптимизму. При $\mu = 0$, получается пессимистический критерий Вальда, при $\mu = 1$ – стратегия крайнего оптимизма, при $\mu = 0,5$ – отсутствует ярко выраженная склонность к пессимизму или оптимизму.

При использовании методов формализации постановки и принятия решений с учетом неопределенностей следует иметь в виду, что все они носят рекомендательный характер, и выбор окончательного решения всегда остается за человеком.

Раздел 5.: Методы многокритериального принятия решений. Методы принятия коллективных решений. Задача коллективного выбора.. Классификация задач и методов коллективного выбора..

Лекции -4. На изучение материала данного раздела отводится 2 часа лекционных занятий, 2 часа практических занятий и 8 часов самостоятельной работы студентов..

Главной целью системного анализа является оказание помощи в понимании и решении имеющейся проблемы. При этом проблема обычно заключается в выборе средств достижения цели при заданном множестве ограничений, то есть возникает задача принятия решений при проектировании или управлении сложной системой.

В общем случае задача принятия решения представима кортежем следующего вида:

$$Dec = \langle D, I, M, E, \xi \rangle,$$

где D – множество альтернатив; I – множество информации (информация в объеме, необходимом для принятия решений); M – множество методов поиска решения; E – множество критериев оценки альтернатив; ξ – множество вариантов среды решения задачи (детерминированная, вероятностная, нечеткая).

Методов системного анализа достаточно много и каждый из них имеет свои достоинства и недостатки, а также область применения по отношению как к типу объекта, так и к этапу его исследования. В таблице 1 приведена классификация задач и методов системного анализа.

Т а б л и ц а 5.1

Классификация задач и методов системного анализа

Класс задач	Методы решения
Структурированные задачи	Математические методы, позволяющие формализовать задачу: оптимизационные методы математического программирования, исследования операций
Слабо структурированные задачи	Статистические и вероятностные методы (методы корреляционного, регрессионного и кластерного анализа, метод Байеса, методы статистической классификации), методы многокритериальной оптимизации (методы поиска Парето-оптимальных решений, метод анализа иерархий, методы Электра), методы теории игр
Плохо структурированные задачи	Эвристические методы, методы искусственного интеллекта (модели и методы, использующие математическую логику, нечеткие множества, нейронные сети, генетические алгоритмы)

Системный анализ предполагает использование, как жестких количественных методов, так и логических суждений, опыта и интуиции. С помощью системного анализа можно исследовать любые проблемы, учитывая не только те факторы, влияние которых может быть выражено

количественно (используются методы формализованного представления систем), но и факторы, которые могут быть оценены качественно (используются методы, направленные на активизацию использования опыта и интуиции специалистов).

Характер методов зависит от степени формализуемости исследуемых процессов. Например, технические и экономические процессы могут быть формализованы математическими методами, а для учета социальных и политических могут оказаться более подходящими эвристические методы.

Данная классификация, предусматривающая выделение качественных и количественных методов, как и любая другая, является в достаточной степени условной. Методы, направленные на активизацию использования опыта и интуиции специалистов часто в той или иной степени используют формализованные представления (статический анализ данных, графическое описание задачи и т.п.). Строго разделения на формальные и неформальные методы не существует. Можно говорить лишь о большей или меньшей степени формализации и опоре на интуицию, «здравый смысл».

Таблица 5.2

№ case	Описание проблемной ситуации	Описание прецедента
	Необходимо выполнить несколько производственных проектов одновременно, в условиях ограниченных ресурсов	Применение метода компромиссного программирования с использованием идеальной точки к решению многокритериальной задачи линейного программирования
case 1.2	Возникла необходимость выбрать на должность руководителя отдела инноваций одного из десяти претендентов	Применение модели аналитической иерархии к решению задачи о назначении
case 1.3	В условиях жесткой конкурентной среды, с целью повышения эффективности управления, возникла проблема выбора одной из нескольких новых стратегий развития предприятия	Применение модели стохастической матричной игры к решению задачи выбора варианта стратегии
case 1.4	С целью повышения качества функционирования всех отделов и подразделений предприятия возникла острая необходимость изменения организационной структуры	Применение модели многокритериального принятия коллективных решений к решению задачи выбора варианта организационной структуры

case 1.5	Возникла необходимость выбора одного из многих вариантов поставки товара в торговые точки	Применение модели игры с природой к решению задачи о поставке товара
case 1.6	Возникла необходимость выбора производственной программы предприятия в условиях риска и неопределенности	Применение модели стохастического программирования к решению задачи определения производственной программы предприятия

Для каждой из перечисленных моделей существует множество методов поиска решений. Некоторые из этих методов приведены в следующей таблице.

Таблица 5.3. Методы многокритериального принятия коллективных решений

№	Наименование метода
1	Математические методы анализа экспертных оценок для установления рейтинга решений
2	Вербальный метод выбора вариантов
3	Метод последовательных уступок
4	Метод групповой аналитической иерархии
5	Методы Электра ранжирования вариантов
	Метод компромиссного решения задачи многокритериального программирования
7	Нечеткая многокритериальная оптимизация
8	Многокритериальная оптимизация с применением генетических алгоритмов

В процессе системного анализа на разных его этапах применяются различные методы, в которых эвристика сочетается с формализмом. Некоторые методы (методы формализованного представления систем) универсальны и могут использоваться на нескольких или даже всех этапах системного анализа.

Метод анализа иерархий (МАИ, *Analytic Hierarchy Process*) разработан известным американским ученым Томасом Саати и представляет собой математический инструмент системного подхода к решению сложных проблем принятия решений. Он позволяет, используя

экспертные оценки и суждения индивидуальных участников и групп, понятным и рациональным образом структурировать сложную проблему принятия решений в виде иерархии, определяющей суть проблемы и найти альтернативное решение из множества возможных на основе нескольких критериев. Эти критерии могут быть измеримы по номинальной или порядковой шкале, или неизмеримы, субъективны, выражающие качественные понятия и отражающие объективную реальность.

Метод состоит в декомпозиции проблемы на все более простые составляющие части и дальнейшей обработке последовательности суждений лица, принимающего решения, по парным сравнениям. Критерии (альтернативы) сравниваются между собой по парам относительно друг друга по их влиянию на конечную цель. При этом влияние других критериев (альтернатив) не учитывается.

Первым этапом применения МАИ является структурирование проблемы выбора в виде иерархии, где на первом уровне располагается цель (фокус проблемы), на втором уровне – критерии оценки проблемы, на третьем уровне – множество альтернативных решений (рис. 8.2).

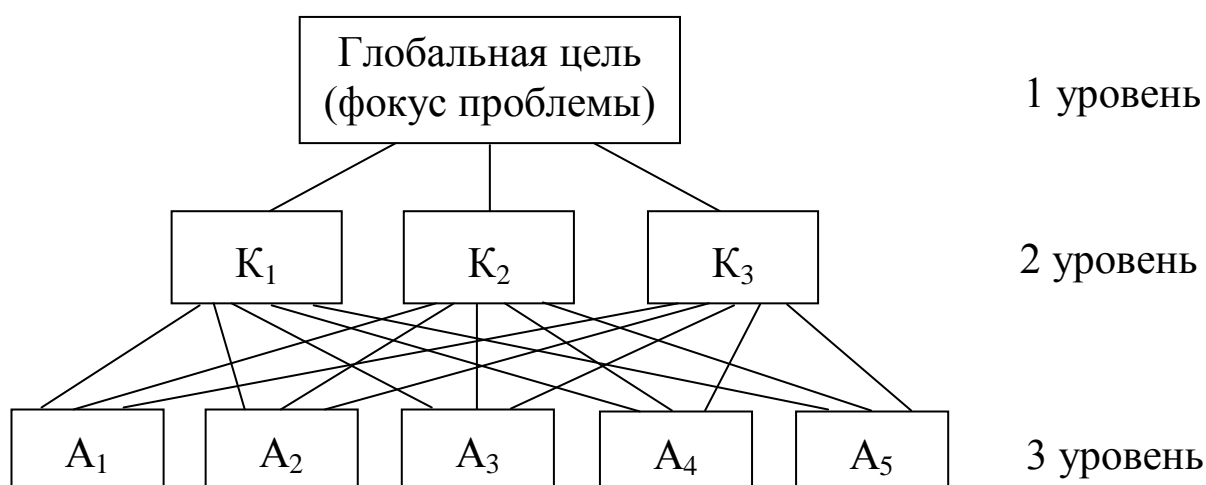


Рисунок 8.2 – Иерархическая структура целей

После построения иерархии устанавливаются приоритеты критериев, и оценивается каждая из альтернатив по критериям. Для этого необходимо построить квадратные матрицы парных сравнений. Их элементами являются числа a_{ij} (оцениваемые по девятибалльной шкале), которые отражают относительную важность i -го элемента по сравнению с j -ым. Числа шкалы отношений можно интерпретировать следующим образом: 1 – равная важность, 3 – слабое превосходство, 5 – сильное превосходство, 7 – очень сильное превосходство, 9 – абсолютное превосходство, 2, 4, 6, 8 – промежуточные случаи. При этом $a_{ij}=1$ означает, что i -ый и j -ый критерии одинаково важны,

$a_{ij}=5$ отражает мнение, что i -ый критерий сильно превосходит j -ый. Поскольку при последовательном переборе всех возможных пар критерии (альтернативы) сравниваются между собой дважды, при составлении матриц должно выполняться условие «обратной симметричности»:

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}.$$

Далее наступает третий этап определения локальных весов (элементов проблемы) и синтеза на этой основе глобальных приоритетов альтернатив решаемой проблемы многокритериального выбора. Для этого вычисляются относительные веса критериев и альтернатив в виде средних значений элементов соответствующих строк нормализованных матриц, полученных путем деления элементов каждого столбца матрицы парных сравнений на сумму элементов этого же столбца.

Следует отметить, что процедура МАИ располагает критерием качества работы эксперта – индексом согласованности (непротиворечивости), который дает информацию о степени нарушения численной (кардинальной) и транзитивной (порядковой) согласованности экспертных суждений. Если приняты некоторые правила кодировки экспертных суждений, например, от нуля до единицы, то экспертные суждения не должны выходить за рамки установленных этими правилами множества значений, т.е. быть отрицательными или больше единицы. Транзитивность позволяет проверить логику мышления эксперта. Если эксперт полагает, что фактор А превосходит фактор Б, а фактор Б, в свою очередь, превосходит фактор В, то при парном сравнении фактор В не должен превосходить фактора А.

То есть согласованность означает, что решение будет согласовано с определениями парных сравнений критериев или альтернатив. Исходная матрица сравнения является согласованной, если все столбцы нормализованной матрицы идентичны. С математической точки зрения согласованность матрицы сравнений означает, что $a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}$ для всех i, j и k .

Степень согласованности матриц парного сравнения определяется путем вычисления коэффициента согласованности

$$CR = \frac{CI}{RI},$$

где $CI = \frac{n_{\max} - n}{n - 1}$; $RI = \frac{1,98(n - 2)}{n}$ – определяется эмпирическим путем как среднее

значение коэффициента CI для большой выборки генерированных случайным образом матриц сравнения; n – размерность матрицы сравнения. Значение n_{\max} вычисляется суммированием элементов матрицы, полученной в результате умножения исходной матрицы парных сравнений на средние значения строк соответствующей нормализованной матрицы.

Если $CR \leq 0$, то уровень несогласованности является приемлемым, в противном случае экспертам следует скорректировать элементы матрицы парных сравнений.

На заключительном этапе МАИ приоритеты альтернатив относительно цели вычисляются путем умножения локального приоритета каждой альтернативы на приоритет каждого критерия и суммирования по всем критериям, то есть путем линейной свертки локальных приоритетов всех элементов.

Уникальность метода заключается в том, что он учитывает «человеческий фактор» при подготовке принятия решения, но в то же время процесс разработки модели принятия решений очень трудоемкий и требует большого количества экспертной информации.

Метод анализа иерархий можно употреблять при решении многих задач, среди которых: профессиональный отбор, планирование эффективного обучения, распределение кадров, аттестация специалистов, распределение финансовых ресурсов предприятия, реинжиниринг системы управления образовательным учреждением и т.д.

9 . Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивается наличием:

- лекционных аудиторий с современными средствами демонстрации;
- оборудования для оснащения междисциплинарных, межкафедральных, межфакультетских лабораторий, в том числе современного, высокотехнологичного оборудования, обеспечивающего реализацию ОПОП ВО с учетом направленности подготовки: Научно-исследовательская лаборатория теории управления и системного анализа (междисциплинарная), Учебно-научная лаборатория автоматизации технологических процессов (междисциплинарная), Лаборатория управления безопасностью и надежностью сложных систем (междисциплинарная);

- вычислительного и телекоммуникационного оборудования и программных средств, необходимых для реализации ОПОП ВО и обеспечения физического доступа к информационным сетям, используемым в образовательном процессе и научно-исследовательской деятельности: серверы: CPU IntelXeon E3-1240 V3 3.4GHz/4core/1+8Mb/80W/5GT ASUS P9D-C /4L LGA1150 / PCI-E SVGA 4xGbLAN SATA ATX 4DDR-III HDD 3 Tb SATA 6Gb/s SeagataConstellation CS 3,5” 7200rpm 64 MbCrucia<CT102472BD160B> DDR-III DIMM 2x8Gb <ST3000NC002> CL11; компьютерная техника: IntelCore i7-4790/ASUS Z97-K DDR3 ATX SATA3/Kingston DDR-III 2x4Gb 1600MHz/Segate 1Tb SATA-III/ Kingston SSD Disk 240Gb;

Программный комплекс – операционная система Microsoft Windows (№ договора ЭФ-193/0503-14, 1800 компьютеров, на которые распространяется право пользования)

Программный комплекс –Microsoft Office (№ договора ЭФ-193/0503-14, 1800 компьютеров, на которые распространяется право пользования)

Программный комплекс –Microsoft Project Professional (№ договора ЭФ-193/0503-14, 50 компьютеров, на которые распространяется право пользования)

Программный комплекс – операционная система Microsoft Visio Pro (№ договора ЭФ-193/0503-14, 50 компьютеров, на которые распространяется право пользования)

Программный комплекс –серверная операционная система Windows Server Datacenter (№ договора ЭФ-193/0503-14, 50 компьютеров, на которые распространяется право пользования)

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса («лицензии 13С8-140128-132040, 500 users).

Dr.Web® Desktop Security Suite (КЗ) +ЦУ (АН99-VCUN-TPPJ-6k3L, 415 рабочих станций)

ESET Smart Security Business (EAV-8424791, 500пользователей)

Пакет прикладных программ для выполнения инженерных и научных расчетов, ориентированных на работу с массивами данных - MATLAB,Simulink (Гос.контракт на основании протокола единой комиссии по размещению заказов УГАТУ №ЭА 01-271/11 от 08.12.2011 и др., до 50 мест); MATLAB Distributed Computing Server (Гос.контракт на основании протокола единой комиссии по размещению заказов УГАТУ №ЭА 01-271/11 от 08.12.2011 и др., 256 мест)

10. Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ

согласования рабочей программы

Направление подготовки: _____ 38.04.08 Финансы и кредит _____
код и наименование

Направленность подготовки (программа): _____ Финансовый инжиниринг _____
наименование

Дисциплина: _____ Системный анализ _____

Учебный год 2015/2016

РЕКОМЕНДОВАНА заседанием кафедры:

_____ Техническая кибернетика _____
наименование кафедры

протокол № _____ от " _____ " _____ 20 _____ г.
Заведующий кафедрой _____ В.Е. Гвоздев _____
подпись расшифровка подписи

Исполнители:
_____ профессор _____ Л.А. Черняховская _____
должность подпись расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

Финансы, денежное обращение и экономическая безопасность
наименование кафедры

_____ Л.Н. Родионова _____
личная подпись расшифровка подписи дата

Председатель НМС по _____ 38.04.08 Финансы и кредит
протокол № _____ от " _____ " _____ 20 _____ г.

_____ И.В. Дегтярева _____
личная подпись расшифровка подписи

Библиотека _____ Т.В. Дмитриева _____
личная подпись расшифровка подписи дата

Декан факультета ИРТ _____ Н.И. Юсупова _____
личная подпись расшифровка подписи дата

Рабочая программа зарегистрирована в ООПМА и внесена в электронную базу данных

Начальник _____ И.А. Лакман _____
личная подпись расшифровка подписи дата