

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кубанский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Факультет компьютерных технологий и прикладной математики
Кафедра математического моделирования

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования, первый
проректор

Хагуров Т.А.

подпись

« 27 »

сентября

2018г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.12 « ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ»

Направление подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика
Профиль Математическое моделирование

Квалификация (степень) выпускника – магистр
Форма обучения: очная

Краснодар 2018

Рабочая программа дисциплины Исследование операций и системный анализ составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, направленность (профиль): Математическое моделирование.

Программу составили: Кармазин В.Н. – кандидат физико-математических наук, доцент



ПОДПИСЬ

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры прикладной математики протокол № 7 «18» апреля 2018 г.

Заведующий кафедрой прикладной математики д.ф.-м.н., профессор М.Х. Уртенов



ПОДПИСЬ

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математического моделирования от 16 апреля 2018 г., протокол № 11.

Заведующий кафедрой математического моделирования Бабешко В.А.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики от 20 апреля 2018 г., протокол № 1.

Председатель УМК факультета компьютерных технологий и прикладной

математики к.ф.-м.н., доцент К.В. Малыхин



Рецензенты:

Шапошникова Татьяна Леонидовна.

Доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, профессор. Почетный работник высшего профессионального образования РФ. Директор института фундаментальных наук (ИФН) ФГБОУ ВО «КубГТУ».

Марков Виталий Николаевич.

Доктор технических наук. Профессор кафедры информационных систем и программирования института компьютерных систем и информационной безопасности (ИКСиИБ) ФГБОУ ВО «КубГТУ».

1. Цели и задачи учебной дисциплины

1.1 Цели изучения дисциплины определены государственным образовательным стандартом высшего образования и соотнесены с общими целями ООП ВО по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика», в рамках которой преподается дисциплина.

Цель дисциплины: развитие профессиональных компетентностей приобретения практических навыков и использования математических моделей теории и методов исследования операций и основных положений системного анализа.

1.2 Задачи дисциплины:

- характеристика основных системно-теоретических задач;
- изучение системного анализа как методологии решения проблем;
- приобретение навыков анализа методов и процедур принятия решений;
- приобретение навыков решения структуризованных, проблем;
- приобретение навыков решения слабоструктуризованных и неструктуризованных проблем.

1.3 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Она направлена на формирование знаний и навыков системного анализа и системного подхода при решении ряда прикладных задач производственно-хозяйственной деятельности. Обеспечивает способность у обучающихся к теоретико-методологическому анализу проблем оценки экономической деятельности предприятий и регионов; формирование компетенций в анализе методов и процедур принятия решений для структуризованных, слабоструктуризованных и неструктуризованных проблем.

Курсы обязательные для предварительного изучения: методы оптимизации, исследование операций.

Дисциплины, в которых используется материал данной дисциплины: статистическое моделирование сложных систем, математические методы представления и анализа моделей моделирование экономических систем, методы анализа данных.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения курса

Код компетенции	Формулировка компетенции
ПК-1	способностью проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива
Знать	– теоретические основы системного анализа и системного подхода; – методы приобретения знаний для систем поддержки принятия решений
Уметь	– характеризовать системный анализ как методологию решения проблем
Владеть	– навыками применения системного подхода и математических методов исследования операций к решению задач математического моделирования

ПК-3	способностью разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности
Знать	– способы разработки и применения математических методов для решения задач научной и проектно-технологической деятельности
Уметь	– анализировать методы и процедуры принятия решений.
Владеть	– навыками решения структуризованных, слабоструктуризованных и неструктуризованных проблем

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)				
		A	___			
Контактная работа, в том числе:						
Аудиторные занятия (всего):	50	50				
Занятия лекционного типа	20	20	-	-	-	
Лабораторные занятия	30	30	-	-	-	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	
Иная контактная работа:						
Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-				
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2				
Самостоятельная работа, в том числе:						
<i>Курсовая работа</i>	-	-	-	-	-	
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>	8	8	-	-	-	
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>	6	6	-	-	-	
<i>Реферат</i>	4	4	-	-	-	
Подготовка к текущему контролю	3,8	3,8	-	-	-	
Контроль:						
Подготовка к экзамену	-	-				
Общая трудоемкость	час.	72	72	-	-	-
	в том числе контактная работа	50,2	50,2			
	зач. ед	2	2			

2.2 Структура учебной дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в семестре А

№ п/п	Наименование раздела, темы	Всего трудоемкость	Аудиторные занятия				Самостоятельная работа
			Всего	Лекции	Лабораторные	КСР	
	Раздел 1 Основные понятия и описание систем						
1.	Понятие системы.	5	2	2	-	-	3
2.	Системы. Модели систем.	7	4	4	-	-	3
	Раздел 2 Основные положения теории систем						

3.	Энтропия и количество информации.	8	6	2	4	-	2
4.	Декомпозиция систем. Агрегирование, эмерджентность, внутренняя целостность системы.	10	8	2	6	-	2
Раздел 3 Методы и процедуры принятия решений							
5.	Системный анализ в структуре современных системных исследований.	7	3	3	-	-	4
6.	Методология решения слабо структуризованных проблем.	12	10	2	8	-	2
7.	Методология решения неструктуризованных проблем.	12	10	2	8	-	2
8.	Основы принятия решений при многих критериях.	8	6	2	4	-	2
9.	Обзор изученного материала и проведение зачета.	2,8	1	1	-		1,8
	Всего по разделам:	71,8	50	20	30		21,8
	ИКР	0,2					
	Итого:	72	50	20	30		21,8

2.3 Содержание разделов дисциплины:

№ раздела	Наименование раздела/модуля	Форма текущего контроля
1	2	4
1	Основные понятия и описание систем.	1. Подготовка рефератов, презентаций, выступлений. 2. Промежуточное тестирование.
2	Основные положения теории систем.	1. Опрос по результатам индивидуального задания 2. Проверка выполнения лабораторных работ № 1, 2.
3	Методы и процедуры принятия решений.	1. Подготовка рефератов, презентаций, выступлений. 2. Промежуточное тестирование. 3. Проверка выполнения лабораторных работ № 3- 8.

защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т)

2.3.1 Занятия лекционного типа

№ раздела	Наименование раздела/модуля	Содержание раздела/модуля	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Основные понятия и описание систем.	<p>Тема 1. Понятие системы. Развитие системных представлений. Системность практической деятельности. Системность и алгоритмичность. Системность познавательной деятельности. Системность как всеобщее свойство материи.</p> <p>Тема 2. Системы. Модели систем. Первое определение системы. Модель «черного ящика». Модель состава системы. Модель структуры системы. Второе определение системы. Структурная схема системы. Динамические модели систем. Функционирование и развитие. Типы динамических моделей. Общая математическая модель динамики. Стационарные системы.</p>	<p>1. Подготовка рефератов, презентаций, выступлений.</p> <p>2. Промежуточное тестирование.</p>
2	Основные положения теории систем.	<p>Тема 3. Энтропия и количество информации. Понятие неопределенности. Энтропия и ее свойства. Дифференциальная энтропия. Фундаментальное свойство энтропии случайного процесса. Количество информации. Количество информации как мера снятой неопределенности. Количество информации как мера соответствия случайных процессов. Свойства количества информации. Единицы измерения энтропии и количества информации. Количество информации в индивидуальных событиях.</p> <p>Тема 4. Декомпозиция систем. Агрегирование, эмерджентность, внутренняя целостность системы. Модели систем как основание декомпозиции. Алгоритмизация процесса декомпозиции. Компромиссы между полнотой и простотой. Алгоритм декомпозиции. Эмерджентность как результат агрегирования. Виды агрегирования. Конфигуратор. Агрегаты-операторы. Агрегаты-структуры.</p>	<p>1. Опрос по результатам индивидуального задания</p>
3	Методы и процедуры принятия решений.	<p>Тема 5. Системный анализ в структуре современных системных исследований. Классификация проблем по степени их структуризации. Принципы решения хорошо структуризованных проблем. Принципы решения неструктуризованных проблем. Принципы решения слабо структуризованных проблем. Система предпочтений ЛПР и системный подход к процессу принятия решений.</p> <p>Тема 6. Методология решения слабо структуризованных проблем. Категория целей в системном анализе. Структуризация конечной цели в виде дерева целей.</p>	<p>1. Подготовка рефератов, презентаций, выступлений.</p> <p>2. Промежуточное тестирование.</p>

		<p>Особенности построения целевых комплексных программ. Основные методы научно-технического прогнозирования. Поиск новых технических решений на основе морфологического анализа. Проектирование систем с использованием системных принципов. Организация экспериментов с использованием системных принципов. Переоценка альтернатив на основе Байесовского подхода. Процедура структуризации проблемы в виде дерева решений. Выбор оптимальной стратегии на основе байесовской теории решений. Критерий для оптимизации решений в условиях риска и неопределенности. Выбор рациональной стратегии с использованием многих критериев.</p> <p>Тема 7. Методология решения неструктурированных проблем.</p> <p>Классификация и общая характеристика методов экспертных оценок. Принципы формализации эвристической информации. Метод парных сравнений. Метод последовательных сравнений. Метод взвешивания экспертных оценок. Метод предпочтения. Метод ранга. Метод полного попарного сопоставления. Ранжирование проектов методом парных сравнений. Ранжирование критериев по их важности методом Перстоуна. Поиск наилучшей альтернативы на основе принципа Кондорсе. Поиск результирующего ранжирования на основе Кемени-Снелла. Выбор рациональной структуры системы методом экспертных оценок. Энтропийная оценка согласованности экспертов.</p> <p>Тема 8. Основы принятия решений при многих критериях.</p> <p>Постановка задачи векторной оптимизации и классификация многокритериальных методов. Принцип согласованного оптимума В. Парето. Приемы поиска Парето-оптимальных решений. Общая технологическая схема принятия решений при многих критериях. Циклы проектирования и уровни оптимизации сложных технических систем. Структурная оптимизация систем, как процесс принятия решений. Метод ФСА (функционально-стоимостного анализа). Метод комплексной оценки структур. Методика многокритериального выбора рациональных структур. Структурная оптимизация локальной информационно-вычислительной сети. Принятие решений в процессе системного проектирования. Схема информационного взаимодействия при формировании облика системы. Сущность задач системного проектирования и природа многоканальности. Методика сравнительной оценки 2-х структур по степени доминирования. Методика структурного анализа с использованием</p>	
--	--	--	--

		<p>функций полезности. Интерактивная процедура идентификации предпочтений ЛПР на множестве частных критериев. Методика для экспресс анализа структур при многих критериях (оперативного анализа структур). Методика скаляризации векторных оценок для ранжирования структур. Отсев неперспективных структур в процессе их проверки на перспективность. Современные тенденции в области системного анализа. Принципы организации систем поддержки принятия решений. Состояние проблемы и перспективы системных исследований.</p>	
--	--	---	--

2.3.2 Семинарские занятия – не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
2.	Основные положения теории систем.	Разработка функциональной модели для решаемой задачи.	Проверка выполнения лабораторных работ № 1
		Принципы решений неструктуризованных проблем. Методы парных и последовательных сравнений.	Проверка выполнения лабораторных работ № 2
3.	Методы и процедуры принятия решений.	Принципы решения неструктуризованных проблем. Метод взвешивания экспертных оценок.	Проверка выполнения лабораторных работ № 3
		Принципы решения неструктуризованных проблем. Метод предпочтения.	Проверка выполнения лабораторных работ № 4
		Принципы решения неструктуризованных проблем. Метод ранга.	Проверка выполнения лабораторных работ № 5
		Рекуррентные сети Принципы решения неструктуризованных проблем. Метод полного попарного сопоставления	Проверка выполнения лабораторных работ № 6
		Принципы решения неструктуризованных проблем. Ранжирование проектов методом	Проверка выполнения лабораторных работ

		парных сравнений.	работ № 7
		Принципы решения неструктуризованных проблем. Поиск наилучшей альтернативы на основе принципа Кондорсе.	Проверка выполнения лабораторных работ № 8

2.3.4 Курсовые работы – не предусмотрены

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине

Целью самостоятельной работы студента является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий. Вырабатываются навыки самостоятельной работы. Закрепляются опыт и знания, полученные во время лабораторных занятий. Помещения для самостоятельной работы студентов – аудитория № 102-А и читальный зал.

№	Вид самостоятельной работы	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка и повторение лекционного материала, материала учебной и научной литературы, подготовка к семинарским занятиям	Методические указания для подготовки к лекционным и семинарским занятиям, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г. Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.
2	Подготовка к лабораторным занятиям	Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.
3	Подготовка к решению задач и тестов	Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.
4	Подготовка докладов	Методические указания для подготовки эссе, рефератов, курсовых работ, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.
5	Подготовка к решению расчетно-графических заданий (РГЗ)	Методические указания по выполнению расчетно-графических заданий, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г. Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.
6	Подготовка к текущему контролю	Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

С точки зрения применяемых методов используются как традиционные информационно-объяснительные лекции, так и интерактивная подача материала с мультимедийной системой. Компьютерные технологии в данном случае обеспечивают возможность разнопланового отображения алгоритмов и демонстрационного материала. Такое сочетание позволяет оптимально использовать отведенное время и раскрывать логику и содержание дисциплины.

Лекции представляют собой систематические обзоры по исследованию операций и системному анализу.

Лабораторное занятие позволяет научить студента применять теоретические знания при решении и исследовании конкретных задач. Лабораторные занятия проводятся в традиционных аудиториях. Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что в процессе исследования часто встречаются задачи, для которых единых подходов не существует. Каждая конкретная задача при своем исследовании имеет множество подходов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Занятия, проводимые с использованием интерактивных технологий

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов	
		всего ауд. часов	интерактивные часы
1	2	3	4
1.	Основные понятия и описание систем.	6	0,25
2.	Основные положения теории систем.	14	1,75
3.	Методы и процедуры принятия решений.	30	4
	Итого по дисциплине:	50	6

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Учебная деятельность проходит в соответствии с графиком учебного процесса. Процесс самостоятельной работы контролируется во время аудиторных занятий и индивидуальных консультаций. Самостоятельная работа студентов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе.

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля (см. список лабораторных работ, задач и вопросов) и итоговой аттестации (зачета).

В качестве оценочных средств, используемых для текущего контроля успеваемости, предлагается перечень вопросов, которые прорабатываются в процессе освоения курса. Данный перечень охватывает все основные разделы курса, включая знания, получаемые во время самостоятельной работы. Кроме того, важным элементом технологии является самостоятельное решение студентами и сдача заданий. Это полностью индивидуальная форма обучения. Студент рассказывает свое решение преподавателю, отвечает на дополнительные вопросы.

Примерные задания на лабораторные работ

Раздел 2 Основные положения теории систем

Лабораторная работа 1: Разработка функциональной модели для решаемой задачи

Цель работы:

1. Узнать назначение и возможности использования методологии.
2. Ознакомиться с процессом создания функциональной модели.

Общие сведения о методологии IDEF0

Создание современных информационных систем представляет собой сложнейшую задачу, решение которой требует применения специальных методик и инструментов. Неудивительно, что в последнее время среди системных аналитиков и разработчиков значительно вырос интерес к CASE-технологиям и инструментальным CASE-средствам, позволяющим максимально систематизировать и автоматизировать все этапы разработки программного обеспечения: CASE-средство верхнего уровня Vpwin, поддерживающее методологии IDEF0. Erwin — case средство, позволяющее осуществить прямое и обратное проектирование базы данных, поддерживает методологию IDEF1X. Case-средство Vpwin значительно облегчают задачу создания информационной системы, позволяя осуществить декомпозицию сложной системы на более простые с тем, чтобы каждая из них могла проектироваться независимо, и для понимания любого уровня проектирования достаточно было оперировать с информацией о немногих ее частях.

Варианты индивидуальных заданий:

1. Разработать функциональную модель программы по учету покупок ювелирного магазина.
2. Разработать функциональную модель программы по учету жилищного фонда
3. Разработать функциональную модель программы по учету стройматериалов.
4. Разработать функциональную модель программы по расчету сырья промышленного предприятия (поставщики, тип сырья, закупка, фирма-перевозчик). Программа должна обеспечивать расчет суммы, необходимой для закупки сырья.
5. Разработать функциональную модель программы по расчету прибыли от выполняемых работ по ремонту офисов многофилиального концерна. Программа должна обеспечивать расчет прибыли с учетом налоговых выплат.
6. Разработать функциональную модель программы по расчету себестоимости изделия. Программа должна обеспечивать вывод списка деталей, используемых в данном изделии в виде таблицы, отсортированной по стоимости и расчет суммарной стоимости всех деталей, используемых в данном изделии.

7. Разработать функциональную модель программы по определению затрат рабочего времени на выполнения строительных работ.
8. Разработать функциональную модель программы по определению величины таможенных сборов на базе контрактов коммерческой фирмы.

Лабораторная работа 2: Принципы решений неструктуризованных проблем. Методы парных и последовательных сравнений

Цель работы:

Освоить методы: парных сравнений, последовательных сравнений.

Методология решения неструктуризованных проблем. Классификация и общая характеристика методов экспертных оценок

Все методы экспертных оценок целесообразно разбить на 2 класса:

1. Методы формирования индивидуальных экспертных оценок, причем отдельный эксперт может использоваться: для получения информации типа интервью; свободная беседа, беседа по принципу вопрос-ответ; перекрестный допрос и др. Для сбора исходных данных в методе парных сравнений и других. Для консультаций ЛПП и системных аналитиков.
2. Методы формирования коллективных экспертных оценок, причем группа экспертов может использоваться:

для коллективной работы за круглым столом (метод комиссий — совещание для решения некоего вопроса; метод мозговой атаки; метод суда и др.);

для сбора исходных данных в методе Delfi и др.;

для проведения деловой игры;

для разработки сценария;

для построения дерева целей.

Принципы формализации эвристической информации

Полученную от экспертов эвристическую информацию необходимо представить в качественной форме, которая удобна для обработки и анализа. При этом для формализации эвристической информации служат следующие типы шкал:

1. шкала классификаций, позволяющая изучать исследуемые объекты с помощью тех или иных чисел;
2. шкала порядка, позволяющая упорядочить исследуемые объекты по какому-либо признаку;
3. шкала интервалов, позволяющая приписать исследуемым объектам относительные числовые значения;
4. шкала отношений, позволяющая приписать исследуемым объектам абсолютные числовые значения.

Приведем пример шкал для формализации эвристической информации:

Лингвистические оценки	Бальные оценки	Шкала Е. Харрингтона
Отлично	5	0,8 — 1
Хорошо	4	0,63 — 0,8
Удовлетворительно	3	0,37 — 0,63
Плохо	2	0,2 — 0,37
Очень плохо	1	0 — 0,2

Шкала Харрингтона имеет аналитическое описание в виде функции полезности:

$$y = \exp[-\exp(-x)], \quad y \in [0,1],$$

где x — исследуемая величина в диапазоне $[-6;6]$

С помощью шкалы Харрингтона можно привести векторные оценки с различной размерностью к безразмерному виду.

Метод парных сравнений

Метод предусматривает использование эксперта, который проводит оценку целей. Z_1, Z_2, \dots, Z_n .

Согласно методу осуществляются парные сравнения целей во всех возможных сочетаниях. В каждой паре выделяется наиболее предпочтительная цель. И это предпочтение выражается с помощью оценки по какой-либо шкале. Обработка матрицы оценок позволяет найти веса целей, характеризующие их относительную важность. Одна из возможных модификаций метода состоит в следующем:

1. составляется матрица бинарных предпочтений, в которой предпочтение целей выражается с помощью булевых переменных;
2. определяется цена каждой цели путем суммирования булевых переменных по соответствующей строке матрицы.

Варианты заданий:

1. Для продвижения товаров и услуг на рынке холдингу необходимо провести дополнительные рекламные мероприятия. Эксперт из отдела сбыта проводит анализ четырех вариантов решения этого вопроса :
 1. Создание интернет-магазина;
 2. Введение круглосуточного режима работы, увеличение кадров;
 3. Открытие еще одного филиала;
 4. Усилить рекламу в СМИ;

Оценки эксперта предложенных вариантов приведены в матрице

Z_i	Z_2	Z_4	Z_3	Z_1
p_i	100	65	40	35

Где $Z_{1..j}$ — цели

Определить наиболее информативный способ расширения и рекламы;

2. В результате эффективного использования иностранных инвестиций и грамотной политики предприятие получило значительную прибыль. Руководитель и инвесторы утвердили эксперта для решения проблемы выбора объекта, которому будут выделены средства на развитие. Эксперту предложены следующие цели:
 1. Строительство ФОК для сотрудников на территории предприятия;
 2. Заказ проекта корпоративного сайта;
 3. Инвестирование крупного строительного проекта;

Оценки эксперта предложенных целей приведены в матрице

Z_i / Z_j	Z_1	Z_2	Z_3
Z_1		0	1
Z_2	1		1
Z_3	0	0	

Где $Z_{1..j}$ — проекты

Определить наилучшую альтернативу

3. В результате успешной деятельности банка и востребования его услуг руководство стоит перед проблемой организации дальнейшего бесперебойного предоставления услуг населению, расширения, привлечения новых клиентов. Для этого эксперту поручено определить наиболее удачный вариант решения вопроса:
 1. Открытие дополнительного филиала в городе;
 2. Приобретение здания необходимого размера для перемещения банка и его расширения;

3. Введение круглосуточного режима работы, увеличение кадров; Оценки эксперта предложенных целей приведены в матрице

Z_j	Z_2	Z_3	Z_1
p_i	100	75	30

Раздел 3 Методы и процедуры принятия решений

Лабораторная работа 3: Принципы решения неструктуризованных проблем. Метод взвешивания экспертных оценок

Цель работы:

Освоить метод взвешивания экспертных оценок.

Пусть имеется m экспертов: $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2, \dots, \mathcal{E}_m$, которые характеризуются оценками компетентности: R_1, R_2, \dots, R_m

Каждый эксперт независимо от других экспертов проводит оценку целей. Z_1, Z_2, \dots, Z_n

В результате m независимых экспертиз получена матрица весов целей V_{ji}

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	...	Z_n
\mathcal{E}_1	ϑ_{11}	ϑ_{12}	...	ϑ_{1n}
\mathcal{E}_2	ϑ_{21}	ϑ_{22}	...	ϑ_{2n}
...
\mathcal{E}_m	ϑ_{m1}	ϑ_{m2}	...	ϑ_{mn}

В этих условиях веса целей определяются формулой:

$$\omega_i = \sum \vartheta_{ji} \cdot Z_j$$

Относительный коэффициент компетентности:

$$Z_j = R_i / \sum R_j, j = 1, m$$

Компетентность экспертов зависит от множества факторов:

- занимаемой должности;
- ученой степени;
- ученого звания;
- опыта практической работы;
- числа научных трудов;
- знания достижений науки и техники;

- понимания проблем и перспектив развития и др.

Если учитывать только 2 первых фактора, то можно предложить матрицу оценок компетентности экспертов.

Занимаемая должность	(R_j)				
	специалист степени	без	кандидат наук	доктор наук	академик
Ведущий инженер	1	—	—	—	—
С.Н.С., Н.С., М.Н.С.	1	—	1,5	—	—
Гл. Н.С., вед. Н.С.	—	—	2,25	3	—
Зав. лабораторией, сектора	2	—	3	4	6
Зав. отдела, заместитель	2,5	—	3,75	5	7,5
Руководитель комплекса, отделения	3	—	4,5	6	9
Директор, заместитель	4	—	6	8	12

Рассмотрим методику оценки компетентности экспертов, которая базируется на применении формул:

$$R_j = (0,1 \cdot R_u + R_a) / 2$$

R_u и R_a — коэффициенты информированности и аргументированности эксперта по решаемой проблеме.

Коэффициент R_u определяется на основе самооценки эксперта по решаемой проблеме.

$R_u = 0$ — эксперт совсем не знает проблемы;

$R_u = 1/3$ — эксперт поверхностно знаком с проблемой, но она ходит вокруг его интересов;

$R_u = 4/6$ — эксперт знаком с проблемой, но не принимает непосредственное участие в ее решении;

$R_u = 7/9$ — эксперт знаком с проблемой и принимает непосредственное участие в ее решении;

$R_u = 10$ — эксперт отлично знает проблему.

R_i определяется: в результате суммирования баллов по отметкам эксперта в следующей таблице:

Источники аргументаций	Степень влияния источника на ваше мнение		
	высокая	средняя	низкая
Проведенный вами теоретический анализ	0,3	0,2	0,1
Ваш производственный опыт	0,5	0,4	0,2
Обобщение работ зарубежных авторов	0,05	0,05	0,05
Ваше личное знакомство с состоянием дел за рубежом	0,05	0,05	0,05
Ваша интуиция	0,05	0,05	0,05

Пример:

два эксперта \mathcal{E}_1 и \mathcal{E}_2 заводят оценку 4-х целей: Z_1, Z_2, Z_3, Z_4

В результате 2-х независимых экспертиз получена матрица весов целей:

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
\mathcal{E}_1	0,5	0	0,33	0,17
\mathcal{E}_2	0,54	0,04	0,2	0,17

Определим оценки компетентности экспертов, используя таблицу:

\mathcal{E}_1 (руководитель комплекса, кандидат наук) $\rightarrow R_1 = 4,5$

\mathcal{E}_2 (директор доктор наук) $\rightarrow R_2 = 8$

Вычислим относительные оценки компетентности экспертов:

$$Z_1 = 4,5/12,5 = 0,36$$

$$Z_2 = 8/12,5 = 0,64$$

Найдем искомые веса целей:

$$W_1 = 0,5 \cdot 0,36 + 0,54 \cdot 0,64 = 0,53$$

$$W_2 = \dots = 0,02$$

$$W_3 = \dots = 0,28$$

$$W_4 = \dots = 0,17$$

Где сумма всех W_i должна равняться 1.

Получаем следовательно предпочтения целей: Z_1, Z_3, Z_4, Z_2

Варианты заданий:

1. В новом спальном районе столицы планируется на незастроенном месте :
 1. Построить парк отдыха с аттракционами для детей.
 2. Благоустроить пруд.
 3. Сохранить лесной массив.

Выбором проекта занимаются два эксперта: \mathcal{E}_1 — ведущий архитектор градостроительства; \mathcal{E}_2 — специалист центрального комитета охраны труда.

Оценки компетентности $R_1 = 7, R_2 = 8$.

Получена матрица весов целей:

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3
\mathcal{E}_1	0,3	0,6	0,1
\mathcal{E}_2	0,1	0,6	0,3

Рассчитать методом взвешивания экспертных оценок наиболее предпочтительный проект.

2. Два эксперта проводят оценку 4-х целей, которые связаны с решением транспортной проблемы в густо заселенном новом районе столицы.
 1. Построить метрополитен
 2. Приобрести 2-хэтажный автобус
 3. Расширить транспортную сеть
 4. Ввести скоростной трамвай

В результате проведения экспертизы получена матрица весов целей:

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
\mathcal{E}_1	0,2	0,14	0,16	0,5

\mathcal{E}_2	0,4	0,25	0,15	0,2
-----------------	-----	------	------	-----

\mathcal{E}_1 — главный архитектор столицы.

\mathcal{E}_2 — председатель комитета по градостроительству.

Оценки компетентности, основанные на стаже работы, равны $R_1 = 8$ и $R_2 = 8,5$.

3. В результате эффективного использования иностранных инвестиций и грамотной политики предприятие получило значительную прибыль. Для решения проблемы выбора объекта, которому будут выделены средства на развитие, выбраны два квалифицированных эксперта. Им предложены следующие цели:
1. Строительство ФОК для сотрудников на территории предприятия;
 2. Заказ проекта корпоративного сайта;
 3. Инвестирование крупного строительного проекта;

Оценки экспертов предложенных альтернатив приведены в матрице весов целей

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3
\mathcal{E}_1	0,2	0,3	0,5
\mathcal{E}_2	0,3	0,3	0,4

\mathcal{E}_1 — генеральный директор предприятия.

\mathcal{E}_2 — начальник отдела по управлению финансами.

Оценки компетентности, основанные на стаже работы, равны $R_1 = 9$ и $R_2 = 8,5$.

Лабораторная работа 4: Принципы решения неструктуризованных проблем. Метод предпочтения

Цель работы: Освоить метод предпочтения.

Пусть имеется m экспертов: $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2, \dots, \mathcal{E}_m$ и n целей: Z_1, Z_2, \dots, Z_n .

Каждый эксперт проводит оценку целей, пользуясь числами натурального ряда. Наиболее важной цели присваивается 1, менее важно -2 и т.д. В этих условиях веса целей определяются следующим образом:

1. Составляется исходная матрица предпочтений

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	...	Z_n
---------------------	-------	-------	-----	-------

\mathcal{E}_1	k_{11}	k_{12}	...	k_{1n}
\mathcal{E}_2	k_{21}	k_{22}	...	k_{2n}
...
\mathcal{E}_m	k_{m1}	k_{m2}	...	k_{mn}

- $1 \leq k_{ji} \leq n, (j = 1, m, i = 1, n)$
- Составляется модифицированная матрица предпочтений. С оценками

$$K_{ji} = n - k_{ji} \quad (1 < j < m; 1 < i < n)$$

- Находятся суммарные оценки предпочтений по каждой цели:

$$k_{ji} = \sum k_{ji} \quad (i = 1, n)$$

- Вычисляются исходные веса целей

$$\omega_i K_i / \sum K_i \quad (i = 1, n), \text{ где } \sum \omega_i = 1$$

Пример:

найдем веса целей методом предпочтения для случая: $m = 2$ и $n = 6$ (т.е. 2 эксперта и 6 целей).

- Исходная матрица предпочтений:

\mathcal{E}_j / Z_i	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6
\mathcal{E}_1	1	3	2	6	5	6
\mathcal{E}_2	2	4	1	5	6	3

- Модифицированная матрица предпочтения:

\mathcal{E}_j / Z_i	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6
\mathcal{E}_1	5	3	4	0	1	2
\mathcal{E}_2	4	2	5	1	0	3

- Суммарные оценки предпочтения:

$$K_1 = 9; K_2 = 5; K_3 = 9;$$

$$K_4 = 1; K_5 = 1; K_6 = 5;$$

4. Искомые веса целей:

$$\omega_1 = 9/\text{сумма всех оценок}=0,3; \omega_2 = 0,166; \omega_3 = 0,3$$

$$\omega_4 = 0,033; \omega_5 = 0,033; \omega_6 = 0,166$$

Пример:

Группа экспертов из 3-х человек проводит оценку четырех вариантов по строительству торгового центра:

1. достроить одноэтажное неиспользуемое помещение в центральном районе города;
2. построить новый супермаркет, требующий крупных капиталовложений, с выгодным расположением;
3. построить супермаркет за чертой города, с небольшими затратами;
4. построить торговый центр на окраине города, район оснащен развитой транспортной сетью и паркингом;

Оценки экспертов приведены в матрице

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
\mathcal{E}_1	4	2	3	1
\mathcal{E}_2	3	1	4	2
\mathcal{E}_3	1	4	2	3

Где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты, $Z_{1...j}$ — проекты

Найти оптимальный вариант проекта

Результат выполнения работы:

0,222222

0,277778

0,166667

0,333333

Вывод:

учитывая максимальное значение 4-го значения весов целей: 0,333333, самым оптимальным будет 4-ый вариант, а именно, построить торговый центр на окраине города, район оснащен развитой транспортной сетью и паркингом.

Варианты заданий

1. Группа экспертов из 3-х человек проводит оценку четырех вариантов по строительству торгового центра:
 1. достроить одноэтажное неиспользуемое помещение в центральном районе города;
 2. построить новый супермаркет, требующий крупных капиталовложений, с выгодным расположением;
 3. построить супермаркет за чертой города, с небольшими затратами;
 4. построить торговый центр на окраине города, район оснащен развитой транспортной сетью и паркингом;

Оценки экспертов приведены в матрице

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
\mathcal{E}_1	4	2	3	1
\mathcal{E}_2	3	1	4	2
\mathcal{E}_3	1	4	2	3

Где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты, $Z_{1...j}$ — проекты

Найти оптимальный вариант проекта.

2. Собрана группа экспертов в составе 3-х человек для выбора объекта инвестирования. Были предложены варианты:
 1. Московский автомобильный завод
 2. Московский завод холодильников «Атлант»
 3. Кондитерская фабрика «Сладкоежка»
 4. ОАО «Нафтан»
 5. «Роскоммунмаш»
 6. Ивановская швейная фабрика «Элема»

Оценки экспертов прибыльности предприятий приведены в матрице:

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6
\mathcal{E}_1	1	5	4	2	6	3
\mathcal{E}_2	3	4	1	6	5	2

Э ₃	5	2	4	6	3	1
----------------	---	---	---	---	---	---

Где Э_{1...i} — эксперты, Z_{1...j} — проекты

Определить наиболее перспективный объект инвестирования.

3. Анализ результатов экономической деятельности предприятия показал его неспособность функционировать на рынке. Пригласили 4-х экспертов для помощи руководству принять решение о выходе из сложившейся ситуации. Рассматриваются следующие варианты:
1. Ликвидировать предприятие
 2. Выставить на продажу
 3. Объявить банкротом
 4. Провести санацию

Оценки экспертов предложенных вариантов приведены в матрице

Э _j /Z _i	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄
Э ₁	2	3	4	1
Э ₂	3	1	2	4
Э ₃	1	4	3	2
Э ₄	1	3	4	2

Где Э_{1...i} — эксперты, Z_{1...j} — проекты

Выяснить оптимальный путь дальнейшего развития предприятия.

Лабораторная работа 5: Принципы решения неструктуризованных проблем. Метод ранга

Цель работы:

Освоить метод ранга.

Пусть имеется m экспертов Э₁, Э₂, ..., Э _{m} и n целей Z₁, Z₂, ..., Z _{n} .

Каждый эксперт проводит оценку целей, пользуясь 10-бальной шкалой, причем оценки могут быть как целыми, так и дробными. В этих условиях веса целей определяются следующим образом:

1. Составляется матрица оценок экспертов:

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	...	Z_n
\mathcal{E}_1	S_{11}	S_{12}	...	S_{1n}
\mathcal{E}_2	S_{21}	S_{22}	...	S_{2n}
...
\mathcal{E}_m	S_{m1}	S_{m2}	...	S_{mn}

$$2. \quad 0 \leq p_{ji} \leq 10 \quad (j = 1, m, i = 1, n)$$

3. Составляется матрица нормированных оценок:

$$\omega = p_{ji} / \sum p_{ji} \quad (j = 1, m, i = 1, n)$$

4. Вычисляются искомые веса целей:

$$\omega_i = \sum \omega_{ij} / \sum \sum \omega_{ij} \quad (i = 1, n) \quad \sum \omega_i = 1$$

Пример:

найдем веса целей для случая $m = 2$ и $n = 6$

1. Матрица оценок экспертов:

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6
\mathcal{E}_1	10	7	9	3	4	5
\mathcal{E}_2	8	6	10	4	2	7

2. Матрица нормированных оценок:

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6
\mathcal{E}_1	10/38	7/38	9/38	3/38	4/38	5/38
\mathcal{E}_2	8/38	6/38	10/38	4/38	2/38	7/38

3. Искомые веса целей:

$$\omega_1 = (10/38 + 8/37)/2 = 0,239;$$

$$\omega_2 = \dots = 0,173;$$

$$\omega_3 = \dots = 0,254;$$

$$\omega_4 = \dots = 0,093;$$

$$\omega_5 = \dots = 0,079;$$

$$\omega_6 = \dots = 0,16.$$

Варианты заданий:

1. Группа экспертов из 3-х человек проводит оценку четырех вариантов по строительству торгового центра:
 1. достроить одноэтажное неиспользуемое помещение в центральном районе города;
 2. построить новый супермаркет, требующий крупных капиталовложений, с выгодным расположением;
 3. построить супермаркет за чертой города, с небольшими затратами;
 4. построить торговый центр на окраине города, район оснащен развитой транспортной сетью и паркингом;

Оценки экспертов приведены в матрице

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
\mathcal{E}_1	4	2	3	1
\mathcal{E}_2	3	1	4	2
\mathcal{E}_3	1	4	2	3

Где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты, $Z_{1...j}$ — проекты

Найти оптимальный вариант проекта.

2. Для решения проблемы, связанной с невозможностью предоставления жилья иногородним студентам была создана группа экспертов из 4-х человек .

Предложено несколько альтернатив:

1. Построить новое общежитие
2. Снять многоквартирный дом и частично оплачивать жилье
3. Назначить доплату незаселенным студентам

Оценки экспертов предложенных альтернатив приведены в матрице

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3
\mathcal{E}_1	1	2	3
\mathcal{E}_2	2	1	3
\mathcal{E}_3	2	3	1
\mathcal{E}_4	3	2	1
\mathcal{E}_5	3	1	2
\mathcal{E}_6	1	2	3

Где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты, $Z_{1...j}$ — проекты

Определить наилучшую альтернативу.

3. На заседании правительства РФ были сформулированы некоторые предложения, направленные на развитие экономики, укрепление финансовой стабильности в стране. Группа экспертов созвана для выбора наиболее важного курса проведения реформ:
1. стимулирование динамичного экономического роста;
 2. реструктуризация в сельском хозяйстве;
 3. формирование эффективной финансовой системы;
 4. интеграция в мировые экономические системы;
 5. развитие всех форм собственности;

Оценки экспертов предложенных объектов приведены в матрице

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5
\mathcal{E}_1	3	5	2	1	4
\mathcal{E}_2	2	3	1	4	5
\mathcal{E}_3	4	2	1	3	5
\mathcal{E}_4	3	5	2	1	4
\mathcal{E}_5	1	4	2	3	5

Где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты, $Z_{1...j}$ — проекты

Определить наиболее необходимый курс реформирования.

4. Группе экспертов необходимо определить вариант нового закона, вводимого для поддержки начинающих частных предпринимателей. Были представлены следующие варианты проектов:
1. Предоставление льготных условий на получение кредита (льготный процент, значительная отсрочка погашения займа);
 2. Не облагать предприятие налогами в течение 2-х лет;
 3. Не облагать налогами на прибыль в течение 5 лет;

Оценки экспертов предложенных законопроектов приведены в матрице

\mathcal{E}_j/Z_i	Z_1	Z_2	Z_3
\mathcal{E}_1	1	2	3
\mathcal{E}_2	2	1	3
\mathcal{E}_3	2	3	1
\mathcal{E}_4	3	2	1
\mathcal{E}_5	3	1	2
\mathcal{E}_6	1	2	3

Где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты, $Z_{1...j}$ — проекты

Определить наилучшую альтернативу.

Лабораторная работа 6: Принципы решения неструктуризованных проблем. Метод полного попарного сопоставления

Цель работы:

Освоить метод полного попарного сопоставления.

Постановка задачи: пусть имеется m экспертов $\mathcal{E}_1... \mathcal{E}_n$ и n целей Z_1, Z_2, \dots, Z_n .

Каждый эксперт проводит попарное сопоставление целей в прямом и обратном направлениях, формируя матрицу частот, превалирования целей друг над другом, причем общее число суждений эксперта определяется формулой

$N = n \cdot (n-1)$. В прямом и обратном направлении, т.е. заполняем не только наддиагональную часть. Это более точный метод. В этих условиях веса целей определяются следующим образом:

1. Формируются матрицы частот (каждый эксперт заполняет свою матрицу).

Смысл частот: характеризуют предпочтение одной цели перед другой.

\mathcal{Z}_j	Z_1	Z_2	...	Z_n
Z_1		$f(Z_1/Z_2)_j$...	$f(Z_1/Z_n)_j$
Z_2	$f(Z_2/Z_1)_j$...	$f(Z_2/Z_n)_j$
...
Z_n	$f(Z_n/Z_1)_j$	$f(Z_n/Z_2)_j$...	

2. Определяются оценки предпочтений:

$$f_{kj} = \sum (Z_k/Z_l)_j \quad (k = 1, n, j = 1, m)$$

Сначала задаем j и т.д.

3. Определяются нормированные оценки:

$$\mathfrak{g}_{kj} = f_{kj}/N \quad \text{для всех } k = 1, n, j = 1, m$$

4. Вычисляются искомые веса целей:

$$\omega_k = \sum_j \mathfrak{g}_{kj} / \sum_k \sum_j \mathfrak{g}_{kj} \quad (k = 1, n) \quad \text{где } \sum \omega_k = 1$$

Пример:

Найдем веса целей методом полного попарного сопоставления для случая $m = 2$ и $n = 6$ размер шкалы 30 (т.е. в 29 случаях из 30 предпочтение отдается Z_1). Можно корректировать оценки экспертов, т.е. $Z_1 > Z_2 + Z_2$ и Z_1 должно быть = 1.

- 1.

\mathcal{Z}_1	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6
Z_1		29/30	27/30	1	1	29/30
Z_2	1/30		1/30	1	29/30	21/30
Z_3	3/30	28/30		1	29/30	29/30
Z_4	0	1/30	1/30		1/30	0

Z₅	1/30	0	1/30	23/30		1/30
Z₆	1/30	4/30	1/30	1	28/30	

2.

Э₂	Z₁	Z₂	Z₃	Z₄	Z₅	Z₆
Z₁		28/30	1/30	29/30	1	26/30
Z₂	1/30		0	29/30	29/30	2/30
Z₃	1	1		1	1	29/30
Z₄	1/30	0	0		27/30	1/30
Z₅	0	1/30	1/30	2/30		0
Z₆	5/30	29/30	1/30	29/30	1	

3. Оценки предпочтений:

$$f_{11} = 145/30$$

$$f_{12} = 114/30$$

$$f_{21} = 88/30$$

$$f_{22} = 61/30$$

$$f_{31} = 119/30$$

$$f_{32} = 149/30$$

$$f_{41} = 3/30$$

$$f_{42} = 29/30$$

$$f_{51} = 32/30$$

$$f_{52} = 4/30$$

$$f_{61} = 64/30$$

$$f_{62} = 94/30$$

4. Нормированные оценки. $N = 6 \cdot 5 = 30$

$$\vartheta_{11} = 145/30/30$$

$$\vartheta_{12} = 114/30/30$$

$$\vartheta_{21} = 88/30/30$$

$$\vartheta_{22} = 61/30/30$$

$$\vartheta_{31} = 119/30/30$$

$$\vartheta_{32} = 149/30/30$$

$$\vartheta_{41} = 3/30/30$$

$$\vartheta_{42} = 29/30/30$$

$$\vartheta_{51} = 32/30/30$$

$$\vartheta_{52} = 4/30/30$$

$$\vartheta_{61} = 64/30/30$$

$$\vartheta_{62} = 99/30/30$$

5. Искомые веса целей:

$$\omega_1 = (145/900 + 114/900)/902/900 = 0,287$$

$$\omega_2 = \dots = 0,165$$

$$\omega_3 = \dots = 0,297$$

$$\omega_4 = \dots = 0,035$$

$$\omega_5 = \dots = 0,04$$

$$\omega_6 = \dots = 0,175$$

Варианты заданий:

1. Министерство образования решило внести некоторые изменения в порядок зачисления в высшие учебные заведения. После проведения «мозговой атаки» на суд 3-х экспертов были вынесены следующие варианты:

Z_1 — вступительные экзамены

Z_2 — централизованное тестирования

Z_3 — засчитывать результаты выпускных экзаменов

Z_4 — принимать пакет документов(характеристики, аттестат, эссе, и т.д.) через Internet

Матрицы попарного сопоставления альтернатив приведены ниже(размер шкалы 20):

\mathcal{E}_1	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
Z_1		18/20	1/20	12
Z_2	2/20		7/20	16/20
Z_3	19/20	13/20		3/20
Z_4	8/20	4/20	17/20	

\mathcal{E}_2	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
Z_1		17/20	4/20	10/20
Z_2	3/20		5/20	17/20
Z_3	16/20	15/20		2/20
Z_4	10/20	3/20	18/20	

\mathcal{E}_3	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
Z_1		19/20	3/20	11/20
Z_2	1/20		6/20	18/20
Z_3	17/20	14/20		0
Z_4	9/20	2/20	1/20	

где $\mathcal{E}_{1..i}$ — эксперты, $Z_{1..j}$ — объекты экспертизы

Определить наиболее предпочтительный вариант

2. Руководство города столкнулось с проблемой некупаемости общественного транспорта.

Для ее решения создали комиссию в составе 3-х экспертов, предложив им проанализировать возможные варианты ее решения:

Z_1 — повысить стоимость проезда

Z_2 — уменьшить количество рейсов за счет маршрутного такси

Z_3 — снизить количество рейсов за счет изменения и удлинения маршрутов

Z_4 — увеличить транспортный налог

Матрица попарного сопоставления альтернатив приведена ниже(размер шкалы 12):

\mathcal{A}_1	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
Z_1		8/12	3/12	1
Z_2	4/12		7/12	6/12
Z_3	9/12	5/12		3/12
Z_4	11/12	6/12	9/12	

\mathcal{A}_2	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
Z_1		7/12	1	3/12
Z_2	5/12		5/12	7/12
Z_3	0	7/12		2/12
Z_4	9/12	5/12	10/12	

\mathcal{A}_3	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
-----------------	-------	-------	-------	-------

Z₁		9/12	1	2/12
Z₂	3/12		6/12	8/12
Z₃	0	6/12		1/12
Z₄	10/12	4/12	11/12	

где $\mathcal{E}_{1..i}$ — эксперты, $Z_{1..j}$ — объекты экспертизы

Определить наиболее предпочтительный вариант

3. Исследования показали, что в областных городах недостаточно развита коммуникационная сеть. Местные власти приняли решение улучшить состояние связи, для чего разработали несколько проектов решения данной проблемы и предложили их комиссии из 2-х экспертов:

Z_1 — оснастить город таксофонами

Z_2 — увеличить количество телефонных станций

Z_3 — сделать более доступной мобильную связь, введя специальные областные тарифные планы

Матрица попарного сопоставления альтернатив приведена ниже(размер шкалы 18):

\mathcal{E}_1	Z_1	Z_2	Z_3
Z_1		13/18	1/18
Z_2	5/18		7/18
Z_3	17/18	11/18	

\mathcal{E}_2	Z_1	Z_2	Z_3
Z_1		11/18	4/18
Z_2	7/18		5/18

Z ₃	14/18	13/18	
----------------	-------	-------	--

где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты, $Z_{1...j}$ — объекты экспертизы

Определить наиболее предпочтительный вариант.

Лабораторная работа 7: Принципы решения неструктуризованных проблем. Ранжирование проектов методом парных сравнений

Цель работы:

Освоить метод ранжирования проектов методом парных сравнений.

Пусть имеется m экспертов $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2, \dots, \mathcal{E}_m$ и n проектов $\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n$, подлежащих оценке. Для определенности будем считать, что 4 эксперта оценивают важность 4-х проектов $\pi_1, \pi_2, \pi_3, \pi_4$. Рассмотрим метод экспертных оценок, позволяющий ранжировать проекты по их важности:

1. Эксперты осуществляют попарное сравнение проектов, оценивая их важность в долях единицы.

\mathcal{E}_j	$\pi_1 \Leftrightarrow \pi_2$		$\pi_1 \Leftrightarrow \pi_3$		$\pi_1 \Leftrightarrow \pi_4$		$\pi_2 \Leftrightarrow \pi_3$		$\pi_2 \Leftrightarrow \pi_4$		$\pi_3 \Leftrightarrow \pi_4$	
\mathcal{E}_1	0,4	0,6	0,65	0,35	0,5	0,5	0,6	0,4	0,7	0,3	0,6	0,4
\mathcal{E}_2	0,3	0,7	0,55	0,45	0,6	0,4	0,7	0,3	0,6	0,4	0,6	0,4
\mathcal{E}_3	0,4	0,6	0,5	0,5	0,7	0,3	0,6	0,4	0,6	0,4	0,5	0,5
\mathcal{E}_4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,7	0,3	0,7	0,3
Σ	1,6	2,4	2,2	1,8	2,4	1,6	2,4	1,6	2,6	1,4	2,4	1,6

2. Находятся оценки, характеризующие предпочтение одного из проектов над всеми прочими проектами

$$f(\pi_1) = 1,6 + 2,2 + 2,4 = 6,2$$

$$f(\pi_2) = 2,4 + 2,4 + 2,6 = 7,4$$

$$f(\pi_3) = 1,8 + 1,6 + 2,4 = 5,8$$

$$f(\pi_4) = 1,6 + 1,4 + 1,6 = 4,6$$

3. Вычисляются веса проектов:

$$a_1 = 0,26; a_2 = 0,31; a_3 = 0,24; a_4 = 0,19$$

Полученные веса позволяют ранжировать проекты по их важности

$\pi_1, \pi_2, \pi_3, \pi_4$ — результат решения.

Пример:

Собрана группа экспертов в составе 4-х человек для выбора объекта инвестирования. Были предложены проекты:

1. Московский автомобильный завод
2. Московский завод холодильников «Атлант»
3. Кондитерская фабрика «Сладкоежка»
4. Ивановская швейная фабрика «Элема»

Эксперты оценивают выгодность проектов в долях единицах:

\mathcal{E}_j	$\Pi_1 \Leftrightarrow \Pi_2$		$\Pi_1 \Leftrightarrow \Pi_3$		$\Pi_1 \Leftrightarrow \Pi_4$		$\Pi_2 \Leftrightarrow \Pi_3$		$\Pi_2 \Leftrightarrow \Pi_4$		$\Pi_3 \Leftrightarrow \Pi_4$	
\mathcal{E}_1	0,4	0,6	0,65	0,35	0,6	0,4	0,7	0,3	0,6	0,4	0,5	0,5
\mathcal{E}_2	0,3	0,7	0,55	0,45	0,7	0,3	0,6	0,4	0,6	0,4	0,6	0,4
\mathcal{E}_3	0,4	0,6	0,5	0,5	0,6	0,4	0,6	0,4	0,5	0,5	0,7	0,3
\mathcal{E}_4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,3	0,7	0,3	0,6	0,4

Где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты, $\Pi_{1...j}$ — проекты

Определить наиболее перспективный объект инвестирования.

Результат выполнения работы:

Получили искомые веса целей:

$$a_1 = 0,26, a_2 = 0,31, a_3 = 0,24, a_4 = 0,19.$$

Следовательно получаем предпочтения проектов: $\Pi_2, \Pi_1, \Pi_3, \Pi_4$

Варианты заданий:

1. Руководство компании мобильной связи МТС, желая увеличить количество абонентов, Объявила конкурс среди сотрудников на лучшую акцию по достижению поставленной цели. Наиболее перспективные проекты были вынесены на суд 2-х экспертов:

Z_1 — бесплатные разговоры внутри сети

Z_2 — подарки каждому новому(3-му, 4-му...) абоненту

Z_3 — льготы тем, кто привел друзей

Z_4 — телефоны в рассрочку

Z_5 — каждому новому абоненту — 60 минут звонков на город бесплатно

Определить наиболее предпочтительный вариант

2. Городское управление решило организовать мероприятие по озеленению центра города. Для этого собирается группа экспертов в составе 4-х человек для выбора наилучшего проекта из предложенных:

Z_1 — разбить клумбы с цветами;

Z_2 — посадить деревья;

Z_3 — поставить искусственные деревья;

Z_4 — повесить на столбы кашпо с цветами.

$Z_{1...j}$ — объекты экспертизы

Определить наиболее предпочтительный вариант

3. Руководство университета выделило деньги на техническое переоснащение аудиторий. Для этого администрация пригласила группу экспертов из 5-ти человек, которые оценивают ниже перечисленные варианты:

Z_1 — купить новые компьютеры;

Z_2 — купить новое оборудование в лингвистический кабинет;

Z_3 — оснастить аудитории новыми телевизорами;

$Z_{1...j}$ — объекты экспертизы

Определить наиболее предпочтительный вариант

4. Руководству университета выделили деньги на обеспечение иногородних студентов жильем. Для чего разработали несколько проектов решения данной проблемы и предложили их комиссии из 2-х экспертов:

Z_1 — построить новое общежитие;

Z_2 — сделать пристройку к общежитию;

Z_3 — арендовать многоэтажный дом;

$Z_{1...j}$ — объекты экспертизы

Определить наиболее предпочтительный вариант.

Лабораторная работа 8: Принципы решения неструктуризованных проблем. Поиск наилучшей альтернативы на основе принципа Кондорсе

Цель работы:

Освоить метод поиска наилучшей альтернативы на основе принципа Кондорсе.

Рассмотрим принцип Кондорсе, базируясь на результатах частных ранжированиях альтернатив: a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 .

1. Эксперты осуществляют ранжирование альтернатив:

Θ_1	Θ_2	Θ_3	Θ_4	Θ_5
a_1	a_1	a_1	a_2	a_2
a_3	a_2	a_2	a_3	a_4
a_2	a_4	a_5	a_1	a_3
a_5	a_3	a_3	a_5	a_1
a_4	a_5	a_4	a_4	a_5

2. Находятся оценки m_{ik} , характеризующих предпочтение альтернатив в парных предпочтениях

m_{ik}	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
a_1		3	3	4	5
a_2	2		4	5	5
a_3	2	1		3	4
a_4	1	0	2		2
a_5	0	0	1	3	

3. Выполняются проверки согласно принципу Кондорсе: наилучшей является альтернатива a_i , если $m_{ik} \geq m_{ki}$ для всех k не равных i .

$K = 4, m_{14} \geq m_{41}, 4 > 1$ — выполняется, т.е. правилу Кондорсе удовлетворяет только альтернатива a_1 .

4. Выбирается альтернатива Кондорсе. Это a_1 .

Пример:

Правительство приняло решение выделить денежные средства из бюджета наиболее важному социальному объекту. Для выделения самого приоритетного была создана комиссия из 5-и экспертов и рассмотрены предложенные варианты:

1. Разбить парк отдыха
2. Построить теннисные корты
3. Построить новую телебашню
4. Реконструировать центральную площадь
5. Построить библиотеку

Эксперты осуществляют ранжирование альтернатив:

m_{ik}	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
a_1		3	3	4	5
a_2	2		4	5	5
a_3	2	1		3	4
a_4	1	0	2		2
a_5	0	0	1	3	

Где $\mathcal{E}_{1...i}$ — эксперты, $a_{1...j}$ — альтернативы

Определить наилучшую альтернативу..

Решение:

Получаем наилучшую альтернативу a_1

Варианты заданий:

1. Администрация университета решила повысить эффективность пожарной системы в общежитии. Для этого студгородку выделены деньги. Совет студгородка создал группу экспертов из 3-х человек для выбора наилучшего варианта:
 1. Обновить пожарную систему;
 2. Выдать в каждую комнату огнетушитель;
 3. Установить новую противопожарную систему;
 4. Проверить готовность студентов к ЧС;

Ранжирование альтернатив экспертами выполните самостоятельно:

Где $\Theta_{1...i}$ — эксперты, $a_{1...j}$ — альтернативы

Определить наилучшую альтернативу.

2. Администрация района решила помочь многодетным семьям. Собрана группа экспертов для выбора наилучшей альтернативы.
 1. Выдать материальную помощь семьям в размере 50 базовых величин;
 2. Отправить детей на оплачиваемые администрацией курсы для получения специальности;
 3. Выделить путевки в санатории и дома отдыха;

Ранжирование альтернатив экспертами выполните самостоятельно:

Где $\Theta_{1...i}$ — эксперты, $a_{1...j}$ — альтернативы

Определить наилучшую альтернативу.

3. Домоуправлению выделены деньги для повышения безопасности жильцов. Для выбора лучшего варианта собрана группа экспертов. Возможные альтернативы:
 1. Поставить кодовые двери в подъезды;
 2. Поставить железные двери при входе на лестничную площадку;
 3. Поставить в квартирах панорамные зрачки;
 4. Подключить квартиры к сигнализации;

Ранжирование альтернатив экспертами выполните самостоятельно:

Где $\Theta_{1...i}$ — эксперты, $a_{1...j}$ — альтернативы

Определить наилучшую альтернативу.

4. В связи с увеличением на рынке труда «специалистов» с поддельными дипломами государство решило принять меры.

Собрали группу экспертов для выбора лучших средств борьбы:

1. Вести строгий учет чистых бланков, выдаваемых ВУЗам;
2. Вести новую систему водяных знаков;
3. Обязать принимающих на работу убеждаться в подлинности диплома;

Ранжирование альтернатив экспертами выполните самостоятельно:

Где $\Theta_{1...i}$ — эксперты, $a_{1...j}$ — альтернативы

Определить наилучшую альтернативу.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Тестовые задания

Тема 1

1) Что такое системный анализ?

1. Новое, интенсивно развивающееся научное направление, которое служит для анализа сложных задач политического, военного, социального, научного, экономического и технического характера.
2. Новое, интенсивно развивающееся научное направление, которое служит для подготовки и обоснования решений по сложным проблемам политического, военного, социального, научного, экономического и технического характера.
3. Новое, интенсивно развивающееся научное направление, которое служит для изучения сложных проблем политического, военного, социального, научного, экономического и технического характера.

Тема 2

2) Какие категории лиц участвуют в процессе решения проблемы?

1. Лица, принимающие решения; лица, несущие ответственность за принятое решение; системные аналитики.
2. Исследователи, занимающиеся подготовкой и обоснованием решений; группа лиц, либо организация принимающая решение; высококвалифицированные специалисты, имеющие знание, опыт и интуицию и привлекаемые по отдельным аспектам проблемы.
3. Лица, принимающие решения и несущие за них ответственность, системные аналитики, эксперты.

3) Что следует понимать под системой?

1. Множества элементов, сложное взаимодействие которых приводит к достижению некой цели.
2. Сложное взаимодействие множества элементов.
3. Система методов для достижения некоторых целей.

4) Первое определение системы:

1. Совокупность взаимосвязанных элементов, обособленная от среды и взаимодействующая с ней как целое.
2. Средство достижения цели.
3. Совокупность взаимосвязанных элементов

5) Свойства модели «черного ящика»?

1. Целостность и полная изолированность от среды.
2. Динамичность и обособленность от среды.
3. Целостность и обособленность от среды.

6) Что входит в состав системы?

1. Элементы и подсистемы.
2. Элементы и связи между ними.
3. Элементы, связи между элементами, подсистемы.

7) Что называется структурой системы?

1. Совокупность необходимых и достаточных для достижения цели отношений между подсистемами.
2. Совокупность необходимых и достаточных для достижения цели отношений между элементами.
3. Совокупность необходимых и достаточных для достижения цели отношений между элементами и подсистемами.

8) Назовите второе определение системы?

1. Совокупность взаимосвязанных элементов, обособленная от среды и взаимодействующая с ней как целое.
2. Средство достижения цели.
3. Совокупность взаимосвязанных элементов.

9) Что указываются в структурной схеме ?

1. Все элементы системы и все связи между элементами внутри системы.
2. Все элементы системы, все связи между элементами внутри системы и связи всех элементов с окружающей средой (входы и выходы системы).
3. Все элементы системы, все связи между элементами внутри системы и связи определенных элементов с окружающей средой (входы и выходы системы).

10) Какие системы называются динамическими ?

1. Системы, в которых не происходят какие бы то ни было изменения со временем, называются динамическими.
2. Системы, в которых происходят какие бы то ни было изменения со временем, называются динамическими.

3. Системы, обособленные от среды и взаимодействующие с ней как целое, называются динамическими.

11) Что подразумевают под функционированием динамической модели?

1. Процессы, которые происходят в системе, стабильно реализующей фиксированную цель.

2. То, что происходит с системой при изменении ее целей.

3. Процессы, которые происходят вне систем, стабильно реализующей фиксированную цель.

12) Что подразумевают под развитием динамической модели?

1. Процессы, которые происходят в системе, стабильно реализующей фиксированную цель.

2. То, что происходит с системой при изменении ее целей.

3. То, что происходит в системе при изменении ее целей.

13) Что такое математическая модель системы?

1. Задание множества входов, состояний и выходов, и связей между ними.

2. Задание множества входов, состояний, пространств, выходов, и связей между ними.

3. Задание множества входов, пространств, выходов, и связей между ними.

14) Что такое стационарные системы?

1. Системы, свойства которых изменяются со временем.

2. Системы, обособленные от среды.

3. Системы, свойства которых не изменяются со временем.

15) Какие предназначения имеют блоки в BPWin?

1. Слева отображаются входные данные, справа показываются выходные ресурсы, сверху механизм, управление изображается снизу.

2. Слева отображаются входные данные, справа показываются механизмы, сверху управление, выходные ресурсы изображаются снизу.

3. Слева отображаются входные данные, справа показываются выходные ресурсы, сверху управление, механизм изображается снизу

16) Что собой представляет управление?

1. То, что воздействует на процесс выполнения описываемой блоком функции и позволяет влиять на результат выполнения действия.
2. То, посредством чего осуществляется данное действие.
3. Исходные ресурсы для описываемой блоком функции.

17) Что дает нам внутреннее математическое описание систем?

1. Представление о поведении элементов системы в некоторой локальной окрестности текущего состояния.
2. Представление о поведении системы в некоторой локальной окрестности текущего состояния.
3. Представление о поведении системы текущего состояния.

18) Что называют внешним описанием системы?

1. Описание выходов системы.
2. Описание состояния системы.
3. Связь «вход-выход».

Тема 3

19) Какую систему называют системой с конечным числом состояний?

1. Систему с конечным количеством состояний.
2. Систему, в которой бесконечная мерность пространства состояний заменяется предположением о конечности числа его элементов.
3. Систему, в которой предположение о конечной мерности пространства состояний заменяется предположением о конечности числа его элементов.

20) Что такое энтропия?

1. Энтропия является мерой упорядоченности, существующей в данной системе.
2. Энтропия является мерой беспорядка, существующего в данной системе.
3. Энтропия — это метод описания систем.

21) Что такое управляемые и неуправляемые динамические системы?

1. Системы, на которые можно оказывать влияние называются управляемые, а системы которые обладают активной динамикой называются неуправляемые динамические системы.

2. Системы на которые можно оказывать влияние называются управляемые, а системы которые не обладают средствами, с помощью которых можно было бы влиять на их динамику называются неуправляемые динамические системы.

3. Системы на которые можно оказывать пассивное влияние называются управляемые, а системы которые не обладают средствами, с помощью которых можно было бы влиять на их динамику называются неуправляемые динамические системы.

22) Что включает в себя идентификация?

1. Определение размерности пространства состояний, описание внутренней динамики системы и содержательных связей между множествами объектов, распределение вероятностей для случайных воздействий.

2. Определение размерности пространства состояний, описание внешней динамики системы и содержательных связей между множествами объектов, распределение вероятностей для случайных воздействий.

3. Определение количества состояний, описание внутренней динамики системы и содержательных связей между множествами объектов, распределение вероятностей для случайных воздействий.

23) Дайте определение типов ограничений?

1. Внутренние — ограничения, налагаемые элементами самой системы; внешние — ограничения, налагаемые на поведение системы внешними факторами.

2. Внутренние — ограничения, налагаемые структурой самой системы; внешние — ограничения, налагаемые на структуру системы внешними факторами.

3. Внутренние — ограничения, налагаемые структурой самой системы; внешние — ограничения, налагаемые на поведение системы внешними факторами.

24) Что такое оптимизация?

1. Проблема выбора критерия, т.е. вопрос о том, каким образом следует сравнивать между собой различные элементы систем.

2. Проблема выбора критерия, т.е. вопрос о том, каким образом следует сравнивать между собой различные элементы и реализации поведения систем.

3. Проблема выбора критерия, т.е. вопрос о том, каким образом следует сравнивать между собой различные реализации поведения систем.

25) Что такое образ?

1. Образ отражает внутреннее состояние системы.

2. Образ отражает внешнее состояние системы.

3. Образ отражает динамические изменения, происходящие в системе со временем.

26) Что называют случайным процессом?

1. Если ввести вероятностную меру на множество реализаций, то мы получим математическую модель, называемую случайным процессом.
2. Если ввести вероятностную меру на функцию, то мы получим математическую модель, называемую случайным процессом.
3. Если ввести вероятностную меру на переменную, то мы получим математическую модель, называемую случайным процессом.

27) Что называют энтропией?

1. Конечное множество возможных состояний с соответствующими вероятностями называют энтропией случайного объекта.
2. Мера неопределенности случайного объекта с конечным множеством возможных состояний с соответствующими вероятностями называют энтропией случайного объекта.
3. Мера неопределенности случайного объекта с конечным множеством возможных состояний называют энтропией случайного объекта.

28) Что такое дифференциальная энтропия?

1. Мера неопределенности на непрерывные случайные величины.
2. Мера неопределенности равномерно распределенной в единичном интервале.
3. Аналог энтропии дискретной величины, но аналог условный, относительный, т.к. единица измерения произвольна.

29) Что такое процесс получения информации?

1. Изменение неопределенности в результате приема полезных сигналов.
2. Изменение неопределенности в результате приема полезных сигналов и шумов.
3. Изменение неопределенности в результате приема сигнала.

30) Что такое среднее количество информации?

1. Характеристика связи двух случайных объектов.
2. Мера соответствия двух случайных объектов.
3. Мера отражение одного объекта другим, проявляющееся в соответствии их состояний.

31) Назовите свойства количества информации:

- 1.

1. Количество информации в случайном объекте X относительно объекта Y равно количеству информации в Y относительно X : $I(X, Y) = I(Y, X)$
 2. Количество информации неотрицательно: $I(X, Y) \geq 0$
 3. Для дискретных X справедливо равенство $I(X, X) = H(X)$.
 4. Преобразование $y(\cdot)$ одной случайной величины не может увеличить содержание в ней информации о другой, связанной с ней, величине: $I[y(X), Y] \leq I(X, Y)$
 5. Для независимых пар величин количество информации аддитивно.
- 2.
1. Количество информации в случайном объекте X относительно объекта Y равно количеству информации в Y относительно X : $I(X, Y) = I(Y, X)$
 2. Количество информации неотрицательно: $I(X, Y) \geq 0$
 3. Для дискретных X справедливо равенство $I(X, X) = H(X)$.
 4. Преобразование $y(\cdot)$ одной случайной величины может увеличить содержание в ней информации о другой, связанной с ней, величине: $I[y(X), Y] > I(X, Y)$
 5. Для независимых пар величин количество информации аддитивно.
- 3.
1. Количество информации в случайном объекте X относительно объекта Y равно количеству информации в Y относительно X : $I(X, Y) = I(Y, X)$
 2. Количество информации: $0 > I(X, Y) > 1$
 3. Для дискретных X справедливо равенство $I(X, X) = H(X)$.
 4. Преобразование $y(\cdot)$ одной случайной величины не может увеличить содержание в ней информации о другой, связанной с ней, величине: $I[y(X), Y] \leq I(X, Y)$
 5. Для независимых пар величин количество информации аддитивно.

32) Назовите единицы измерения энтропии и количества информации:

1. Неопределенность случайного объекта.
2. Информационная плотность.
3. Бит и нит.

Тема 4

33) Что собой представляет операция декомпозиции?

1. Объединение нескольких элементов в единое целое.
2. Как сопоставление объекта анализа с некоторой моделью, так и выделение в нем того, что соответствует элементам взятой модели.
3. Агрегирование частей в единое целое, которое приводит к появлению новых качеств, не сводящихся к качествам частей в отдельности.

34) Назвать формальные типы моделей систем:

1. Модели «черного ящика», состава, структуры, конструкции (структурной схемы) — каждая в статическом или динамическом варианте.

2. Модели «черного ящика», модели «белого ящика», состава, структуры, конструкции (структурной схемы) — каждая в статическом или динамическом варианте.

3. Модели «черного ящика», модели «белого ящика», состава, структуры, конструкции (структурной схемы) — каждая в динамическом варианте.

35) Назвать количественные требования к структуре алгоритма процесса декомпозиции:

1. Принцип конечности (свести сложный объект анализа к конечной совокупности простых подобъектов) и принцип простоты (все дерево должно быть максимально компактным — «вширь» и «вглубь»).

2. Принцип подробности (проблема должна быть рассмотрена максимально подробно) и принцип простоты (все дерево должно быть максимально компактным — «вширь» и «вглубь»).

3. Принцип полноты (проблема должна быть рассмотрена максимально всесторонне и подробно) и принцип простоты (все дерево должно быть максимально компактным — «вширь» и «вглубь»).

36) Назвать качественные требования к структуре алгоритма процесса декомпозиции:

1. Свести сложный объект анализа к конечной совокупности простых подобъектов и проблема должна быть рассмотрена максимально всесторонне и подробно.

2. Свести сложный объект анализа к конечной совокупности простых подобъектов и все дерево должно быть максимально компактным — «вширь» и «вглубь».

3. Свести сложный объект анализа к конечной совокупности простых подобъектов либо (если это не удастся) выяснить конкретную причину неустранимой сложности.

37) Что служит основанием для декомпозиции?

1. Элементы системы.

2. Содержательная модель системы.

3. Формальные модели известных типов.

38) Что такое агрегирование?

1. Операцией, противоположной декомпозиции, является операция агрегирования, т.е. объединение нескольких элементов в единое целое.

2. Объединение частей в единое целое, которое приводит к появлению новых качеств, не сводящихся к качествам частей в отдельности.

3. Сопоставление объекта анализа с некоторой моделью, как выделение в нем того, что соответствует элементам взятой модели.

39) Что такое эмерджентность?

1. Объединение нескольких элементов в единое целое.
2. Сопоставление объекта анализа с некоторой моделью, как выделение в нем того, что соответствует элементам взятой модели.
3. Основание для декомпозиции является содержательная модель системы.

40) Назовите основные агрегаты, типичные для системного анализа:

1. Конфигуратор, агрегаты-аналитики и агрегаты-структуры.
2. Конфигуратор, агрегаты-операторы и агрегаты-структуры.
3. Конфигуратор, агрегаты-операторы и агрегаты-системы.

41) Какой агрегат называют конфигуратором?

1. Агрегат, состоящий из качественно одинаковых языков описания системы и обладающего тем свойством, что число этих языков минимально, но необходимо для заданной цели называют конфигуратором.
2. Агрегат, состоящий из качественно различных языков описания системы и обладающего тем свойством, что число этих языков минимально, но необходимо для заданной цели называют конфигуратором.
3. Агрегат, состоящий из качественно одинаковых языков описания системы и обладающего тем свойством, что число этих языков максимально необходимо для заданной цели называют конфигуратором.

42) Какой тройственной совокупностью определяются агрегаты-структуры?

1. объекта, цели и средств моделирования.
2. объекта, системы и средств моделирования.
3. объекта, системы и элементов моделирования.

Тема 5

43) Что такое выбор?

1. Перенос информации во времени и в пространстве, получение новой информации.
2. Действие, придающее всей деятельности целенаправленность.
3. Принятие решения над множеством альтернатив.

44) Назовите два важных этапа системного анализа:

- 1.

1. порождение множества альтернатив, на котором предстоит осуществлять выбор;
 2. определение единственного решения.
- 2.
1. порождение множества альтернатив, на котором предстоит осуществлять выбор;
 2. оценка и сравнение альтернатив.
- 3.
1. порождение множества альтернатив, на котором предстоит осуществлять выбор;
 2. определение целей, ради достижения которых производится выбор.

45) Суть критериального языка?

1. Каждую отдельно взятую альтернативу можно оценить конкретным числом (значением критерия), и сравнение альтернатив сводится к сравнению соответствующих им чисел.
2. Каждую дополнительную альтернативу можно оценить конкретным числом (значением критерия), и сравнение альтернатив сводится к сравнению соответствующих им чисел.
3. Каждую отдельно взятую главную альтернативу можно оценить конкретным числом (значением критерия), и сравнение альтернатив сводится к сравнению соответствующих им чисел.

46) Суть поиска альтернативы с заданными свойствами?

1. Заранее могут быть указаны значения общих критериев (или их границы). Задача состоит в том, чтобы найти альтернативу, удовлетворяющую этим требованиям, либо, установив, что такая альтернатива во множестве отсутствует, найти в альтернативу, которая подходит к поставленным целям ближе всего.
2. Заранее могут быть указаны значения частных и общих критериев (или их границы). Задача состоит в том, чтобы найти альтернативу, удовлетворяющую этим требованиям, либо, установив, что такая альтернатива во множестве отсутствует, найти в альтернативу, которая подходит к поставленным целям ближе всего.
3. Заранее могут быть указаны значения частных критериев (или их границы). Задача состоит в том, чтобы найти альтернативу, удовлетворяющую этим требованиям, либо, установив, что такая альтернатива во множестве отсутствует, найти в альтернативу, которая подходит к поставленным целям ближе всего.

47) Суть нахождения паретовского множества?

1. В результате последовательного сравнения альтернатив все худшие по всем критериям альтернативы отбрасываются, а все оставшиеся несравнимые между собой принимаются.
2. В результате по парного сравнения альтернатив все худшие по всем критериям альтернативы отбрасываются, а все оставшиеся несравнимые между собой принимаются.
3. В результате по парного сравнения альтернатив все лучшие по всем критериям альтернативы отбрасываются, а все оставшиеся несравнимые между собой принимаются.

48) Суть языка бинарных отношений?

1. Рассматривать альтернативу не в отдельности, а все вместе и находить какая из них более предпочтительна.
2. Рассматривать альтернативу не в отдельности, а в паре с другой и находить какая из них более предпочтительна.
3. Рассматривать альтернативу не в отдельности, а со всеми другими и находить какая из них более предпочтительна.

49) Перечислите три языка выбора?

1. Критериальный, язык бинарных отношений и язык функций выбора.
2. Паретовский, язык бинарных отношений и язык функций выбора.
3. Критериальный, язык бинарных отношений и язык альтернативного выбора.

Темы 6-8

50) Назовите три класса проблем:

1. Хорошо структурированные или количественно выраженные проблемы, неструктурированные или качественно выраженные проблемы, слабоструктурированные (смешанные проблемы).
2. Плохо структурированные или количественно выраженные проблемы, неструктурированные или качественно выраженные проблемы, слабо структурированные (смешанные проблемы).
3. Плохо структурированные или количественно выраженные проблемы, хорошо структурированные или качественно выраженные проблемы, слабо структурированные (смешанные проблемы).

51) Какие проблемы называют хорошо структурированными (количественно выраженными) проблемами?

1. Проблемы, которые описываются лишь на содержательном уровне и решаются с использованием неформальных процедур.
2. Проблемы, которые содержат количественные и качественные проблемы, причем качественные, малоизвестные и неопределенные стороны проблем имеют тенденцию
3. Проблемы, которые поддаются математической формализации и решаются с использованием формальных методов доминирования.

52) Какие проблемы называют неструктурированными (качественно выраженными) проблемами?

1. Проблемы, которые содержат количественные и качественные проблемы, причем качественные, малоизвестные и неопределенные стороны проблем имеют тенденцию доминирования.
2. Проблемы, которые поддаются математической формализации и решаются с использованием формальных методов.
3. Проблемы, которые описываются лишь на содержательном уровне и решаются с использованием неформальных процедур.

53) Какие проблемы называют слабоструктурированными проблемами?

1. Проблемы, которые содержат количественные и качественные проблемы, причем качественные, малоизвестные и неопределенные стороны проблем имеют тенденцию доминирования.
2. Проблемы, которые поддаются математической формализации и решаются с использованием формальных методов.
3. Проблемы, которые описываются лишь на содержательном уровне и решаются с использованием неформальных процедур.

54) Какие методы используются при решении хорошо структурированных проблем?

1. Методы экспертных оценок.
2. Математические методы.
3. Методы системного анализа.

55) Какие методы используются при решении неструктурированных проблем?

1. Методы системного анализа.
2. Методы экспертных оценок.
3. Математические методы.

56) Какие методы используются при решении слабоструктурированных проблем?

1. Целесообразно использовать методы системного анализа.
2. Целесообразно использовать математические методы.
3. Целесообразно использовать методы экспертных оценок.

57) Назовите основные этапы системного анализа:

1.
 1. выбор проблемы
 2. Описание

3. установление критериев
4. выбор путей решения
5. декомпозиция (разбивка по частям),(нашли решение по частям)
6. композиция (т.е. «склеиваем» решения частей все вместе)
7. решение (выбираем наилучшее решение)

2.

1. выделение проблемы
2. Описание
3. установление критериев
4. идеализация (т.е. предельное упрощение, попытка построения модели)
5. декомпозиция (разбивка по частям),(нашли решение по частям)
6. композиция (т.е. «склеиваем» решения частей все вместе)
7. решение (выбираем наилучшее решение)

3.

1. выделение проблемы
2. Описание
3. установление критериев
4. идеализация (т.е. предельное упрощение, попытка построения модели)
5. формирование альтернативных решений
6. получение информации на основе модели
7. решение (выбираем наилучшее решение)

58) В научный инструментарий системного анализа входят следующие методы:

1.

- метод сценариев (пытаются дать описание системы)
- метод дерева целей (есть конечная цель, она разбивается на подцели, подцели на проблемы и т.д., т.е. декомпозиция до задач, которые мы можем решить)
- метод морфологического анализа (для изобретений)
- методы декомпозиции
- неструктурированный метод
- методы ИО (скалярная опт)
- методы векторной оптимизации
- методы имитационного моделирования (например, GPSS)
- структурированные методы
- матричные методы
- методы экономического анализа и др.

2.

- метод сценариев (пытаются дать описание системы)
- метод дерева целей (есть конечная цель, она разбивается на подцели, подцели на проблемы и т.д., т.е. декомпозиция до задач, которые мы можем решить)
- метод морфологического анализа (для изобретений)
- методы экспертных оценок
- вероятностно-статистические методы (теория МО, игр и т.д.)
- кибернетические методы (объект в виде черного ящика)

- методы декомпозиции
- методы векторной оптимизации
- методы имитационного моделирования (например, GPSS)
- сетевые методы
- структурированные методы
- методы экономического анализа и др.

3.

- метод сценариев (пытаются дать описание системы)
- метод дерева целей (есть конечная цель, она разбивается на подцели, подцели на проблемы и т.д., т.е. декомпозиция до задач, которые мы можем решить)
- метод агрегирования
- методы экспертных оценок
- вероятностно-статистические методы (теория МО, игр и т.д.)
- кибернетические методы (объект в виде черного ящика)
- методы ИО (скалярная opt)
- методы векторной оптимизации
- математические методы
- сетевые методы
- матричные методы экономического анализа и др.

59) Какими факторами определяется система предпочтений ЛПР?

1.

- текущая информация о состоянии некоторой операции и внешние условия ее протекания;
- синтез управления;
- юридические, экономические, социальные, психологические факторы, традиции и др.

2.

- понимание проблемы и перспектив развития;
- ограничения по ресурсам, степени самостоятельности;
- синтез управления;
- юридические, экономические, социальные, психологические факторы, традиции и др.

3.

- понимание проблемы и перспектив развития;
- текущая информация о состоянии некоторой операции и внешние условия ее протекания;
- директивы от вышестоящих инстанций и различного рода ограничений;
- юридические, экономические, социальные, психологические факторы, традиции и др.

60) Из каких процедур состоит системный подход к процессу принятия решений?

1.

1. Понимание проблемы и перспектив развития.
 2. Выделяется множество потенциально возможных решений.
 3. Из их числа отбирается множество конкурирующих решений.
 4. Выбирается рациональное решение с учетом системы предпочтений ЛПР.
- 2.
1. Выделяется множество потенциально возможных решений.
 2. Из их числа отбирается множество конкурирующих решений.
 3. Выбирается рациональное решение с учетом системы предпочтений ЛПР.
- 3.
1. Понимание проблемы и директивы от вышестоящих инстанций
 2. Отбор множество рациональных решений.
 3. Выбирается рациональное решение с учетом системы предпочтений ЛПР.

Примерный перечень вопросов к зачёту.

1. Основные понятия и описания систем.
2. Понятие системы. Системы. Модели систем.
3. Первые определения системы.
4. Модель «черного ящика».
5. Модель состава системы.
6. Модель структуры системы.
7. Второе определение системы. Структурная схема системы.
8. Динамические модели системы.
9. Функционирование и развитие.
10. Типы динамических моделей.
11. Общая математическая модель динамики.
12. Стационарные системы.
13. Разработка функциональной модели для решаемой задачи. Общие сведения о методологии IDEFO. (Модель SADT).
14. Системный анализ как методология решения проблем.
15. Классификация проблем со степени их структуризации.
16. Принципы решения хорошо структуризованных проблем.
17. Принципы решения не структуризованных проблем.
18. Принципы решения хорошо структуризованных проблем (схема основных требований к критерию эффективности исследования операций).
19. Принципы решения неструктуризованных проблем.
20. Принципы решения слабоструктуризованных проблем.
21. Классификация и общая характеристика метода экспертных оценок.
22. Принципы формирования эвристической информации.
23. Метод парных сравнений.
24. Метод последовательных сравнений.
25. Метод взвешивания экспертных оценок.
26. Метод предпочтений.
27. Метод ранга.
28. Метод полного попарного сопоставления.
29. Ранжирование проектов методом парных сравнений.
30. Ранжирование критериев по их важности методом Перстоуна.
31. Поиск наилучшей альтернативы на основе принципа Кондорсе.

32. Поиск результирующего ранжирования на основе алгоритма Кемени-Снема.
33. Выбор рациональной структуры системы методом экспертных оценок.
34. Энтропийная оценка согласованности экспертов.
35. Категория целей в системном анализе.
36. Структуризация конечной цели в виде дерева целей.
37. Основные методы научно-технического прогнозирования. Метод паттерн.
38. Метод прогнозного графа.
39. Метод-поиск новых технических решений на основе морфологии анализа.
40. Проектирование систем с исследованием системных принципов.
41. Организация экспериментов с использованием системных принципов.
42. Переоценка альтернатив на основе Байесовского подхода.
43. Переоценка структуризации проблемы в виде «дерева решений».
44. Выбор оптимальной стратегии на основе Байесовской теории решений.
45. Критерий для оптимизации решений в условиях риска и неопределенности.
46. Выбор рациональной стратегии с использованием многих критериев.
47. Основы принятия решений при многих критериях.

Форма проведения – письменный опрос.

Длительность опроса – 60 минут.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется за: умение извлекать основную, полную и необходимую информацию из пройденного на лекционных занятиях материала, умение читать и понимать тексты по специальности

- оценка «не зачтено» выставляется за: отсутствие навыков изучающего, просмотрового и поискового чтения, неумение оперировать профессионально-ориентированной литературы, отсутствие понимания пройденного материала.

3. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1 Основная литература:

1. Колбин, В.В. Математические методы коллективного принятия решений [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 254 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60042.

2. Колокольцов В. Н. Математическое моделирование многоагентных систем конкуренции и кооперации (Теория игр для всех) [Электронный ресурс] : / Колокольцов В. Н., О.А. Малафеев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 623 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3551.

3. Ржевский, С.В. Исследование операций [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 476 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=32821.

4. Мазалов, В.В. Математическая теория игр и приложения [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90066>.

5. Алескеров, Ф.Т. Бинарные отношения, графы и коллективные решения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ф.Т. Алескеров, Э.Л. Хабина, Д.А. Шварц. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2012. — 344 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59762>.

6. Горлач, Б.А. Исследование операций [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4865>.

7. Колбин, В.В. Методы принятия решений [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 640 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71785>.

8. Петров, А.В. Моделирование процессов и систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 288 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/68472>.

5.2 Дополнительная литература:

1. Мазалов В. В. Переговоры. Математическая теория [Электронный ресурс] : учебное пособие / Мазалов В. В., Менчер А. Э., Токарева Ю. С. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 303 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4359.

2. Юдович В.И. Математические модели естественных наук: учебное пособие. СПб: Лань, 2011. 336 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/689>.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Википедия, свободная энциклопедия. [Электронный ресурс]. – Wikipedia <http://ru.wikipedia.org>

2. Проектирование систем управления \ Fuzzy Logic Toolbox С.Д.Штовба "Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику" http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/1_7.php

3. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань». <http://e.lanbook.com>

7. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Контрольная работа представляет собой самостоятельную реферативную работу студентов. Каждый студент выполняет работу по одной теме.

Для написания реферата необходимо подобрать литературу. Общее количество литературных источников, включая тексты из Интернета, (публикации в журналах), должно составлять не менее 10 наименований. Учебники, как правило, в литературные источники не входят.

Рефераты выполняют на листах формата А4. Страницы текста, рисунки, формулы нумеруют, рисунки снабжают порисуночными надписями. Текст следует печатать шрифтом №14 с интервалом между строками в 1,5 интервала, без недопустимых сокращений. В конце реферата должны быть сделаны выводы.

В конце работы приводят список использованных источников.

Реферат должен быть подписан студентом с указанием даты ее оформления.

Работы, выполненные без соблюдения перечисленных требований, возвращаются на доработку.

Выполненная студентом работа определяется на проверку преподавателю в установленные сроки. Если у преподавателя есть замечания, работа возвращается и после исправлений либо вновь отправляется на проверку, если исправления существенные, либо предъявляется на зачете, где происходит ее защита.

Для разъяснения непонятных вопросов лектором и ассистентом еженедельно проводятся консультации, о времени которых группы извещаются заранее.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Творческие задания (проекты), способствующие формированию компетенций базовой части ООП

Контрольная работа представляет собой самостоятельную реферативную работу студентов. Каждый студент выполняет работу по одной теме.

Для написания реферата необходимо подобрать литературу. Общее количество литературных источников, включая тексты из Интернета, (публикации в журналах), должно составлять не менее 10 наименований. Учебники, как правило, в литературные источники не входят.

Рефераты выполняют на листах формата А4. Страницы текста, рисунки, формулы нумеруют, рисунки снабжают порисуночными надписями. Текст следует печатать шрифтом №14 с интервалом между строками в 1,5 интервала, без недопустимых сокращений. В конце реферата должны быть сделаны выводы.

В конце работы приводят список использованных источников.

Реферат должен быть подписан студентом с указанием даты ее оформления.

Работы, выполненные без соблюдения перечисленных требований, возвращаются на доработку.

Выполненная студентом работа определяется на проверку преподавателю в установленные сроки. Если у преподавателя есть замечания, работа возвращается и после исправлений либо вновь отправляется на проверку, если исправления существенные, либо предъявляется на зачете, где происходит ее защита.

Для разъяснения непонятных вопросов лектором и ассистентом еженедельно проводятся консультации, о времени которых группы извещаются заранее.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Творческие задания (проекты), способствующие формированию компетенций базовой части ООП

Игровые технологии в математике сегодня рассматривается как одно из главных новых направлений при решении задач маркетинга.

Основные направления игровых технологий для формализации реальных конфликтных ситуаций:

- Поведенческие игры;
- Рефлексивные игры;
- Переговорные процессы.

Проведите анализ по одной из выбранных вами тематик (не менее 10 слайдов и 20 листов текста). Возможно использование звукового сопровождения, анимации (аудио-, и видеоматериала).

На первой странице слайда обязательно укажите Ф.И.О. автора, курс. Оценивается работа по следующим критериям:

- полнота представленного материала;
- оформление;
- представление и защита.

Темы презентаций и докладов

1. Многомерная теория полезности.
2. Поведенческая теория игр.
3. Рефлексивные игры.
4. Переговоры.
5. Конкуренция с позиций теории игр.
6. Теория перспектив.
7. Метод анализа иерархий.
8. Мультипликативный метод анализа иерархий.
9. Игры с природой.
10. Игры на разорение.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

8.1 Перечень необходимого программного обеспечения

1. Операционная система MS Windows (разделы 1, 2, 3 дисциплины).
2. Интегрированное офисное приложение MS Office (разделы 2, 3 дисциплины).
3. Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет (разделы 2, 3 дисциплины).
4. Statistica Neural Network (раздел 2 дисциплины).
5. Matlab Neural Networks Toolbox, Fuzzy Logic Toolbox, ANFIS (разделы 1 и 3 дисциплины).

8.2 Перечень информационных справочных систем

Обучающимся должен быть обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, профессиональным справочным и поисковым системам:

Электронная библиотечная система (ЭБС) «Университетская библиотека ONLINE» (<http://www.biblioclub.ru>)

Электронная библиотечная система издательства «Лань» (<https://e.lanbook.com>)

Электронная библиотечная система «Юрайт» (<http://www.biblio-online.ru>)

Электронная библиотечная система «ZNANIUM.COM» (<https://znanium.com>)

Электронно-библиотечная система (ЭБС) BOOK.ru (<http://www.book.ru>)

Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>)

Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)

Справочно-правовая система «Гарант» (<http://www.garant.ru>)

«Консультант студента» (www.studentlibrary.ru)

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащённость
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук), соответствующим программным обеспечением, а также необходимой мебелью (доска, столы, стулья) (аудитории: 129, 131, 133, А305, А307)
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью, техническими средствами обучения (современными ПЭВМ на базе процессоров Intel или AMD, объединёнными локальной сетью) с выходом в глобальную сеть Интернет, а также современным лицензионным программным обеспечением (операционная система Windows 8/10, пакет Microsoft Office, среды программирования MS Visual Studio и Delphi) (аудитории: 101, 102, 105, 106, 107, А301а)
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория для семинарских занятий, групповых и индивидуальных консультаций, укомплектованные необходимой мебелью (доска, столы, стулья) (аудитории: 129, 131)
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория для семинарских занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья) (аудитории: 129, 131, 133, А305, А307, 147, 148, 149, 150, 100С, А3016, А512), компьютерами с лицензионным программным обеспечением и выходом в интернет (аудитории: 106, 106а. А301)
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащённый компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет, программой экранного увеличения, обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, необходимой мебелью (доска, столы, стулья) (аудитория 102а, читальный зал).