

Федеральное агентство по образованию

Северо-Западный государственный заочный технический университет

Кафедра теории и методов прогнозирования

ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Рабочая программа

Задания на контрольные работы

Задания для самостоятельной работы

Методические указания к решению задач

Факультет **экономики, менеджмента и автомобильного транспорта**

Специальности **060800 – экономика и управление на предприятии (по отраслям)**

240100 – организация перевозок и управление на автомобильном транспорте

Направления **521500 – менеджмент**

552100 -эксплуатация транспортных средств

Санкт-Петербург 2006

Предисловие

Дисциплина «Основы системного анализа» имеет целью выработать навыки системного мышления у студентов и подготовить их к решению практических задач анализа и синтеза систем. Задачей дисциплины является изучение методологии системного подхода, широко применяемого при решении глобальных и специальных проблем, таких как экологический мониторинг, управление технологическими процессами, промышленными и транспортными системами, научные исследования, медицинское и техническое диагностирование, таможенная деятельность и т.п.

В результате изучения дисциплины студент должен: знать методологию анализа и синтеза систем, классификацию, структурные и динамические свойства систем, методы моделирования систем, методы принятия решений в человеко-машинных системах и другие вопросы, входящие в образовательный стандарт по данной дисциплине; уметь проводить анализ систем и решать задачи многокритериальной оптимизации в системах, иметь представление о проблемах системного анализа как научного направления и основных областях его применения.

Дисциплина «Основы системного анализа» базируется на курсах «Высшая математика», «Физика», и является в свою очередь основой для специальных дисциплин, занимающихся изучением систем различной природы: физических, информационно-измерительных, экологических, промышленных, транспортных, экономических, социальных.

1. Рабочая программа (объем курса 100 часов)

Введение (2 часа)

Связь системных исследований с наукой и практикой. Системный подход и современная научно-техническая революция. Краткое содержание курса.

1.1. Принципы системного подхода (12 часов)

1.1.1. Обзор развития системной методологии

[1], с. 4...7 или [2], с. 6...10

Системный анализ как техника изучения и моделирования сложных объектов, Основные идеи системного анализа: приоритет целей и функций,

учет влияния внешних систем, сопоставление результатов и ресурсов, учет последствий решения. О терминах системный анализ, общая теория систем, системный подход, системология. Круг задач системного анализа. История развития системного анализа. Вклад Л. Берталанфи, К. Боулдинга, Н. Винера, У. Эшби. Разработка математических основ теории систем в работах М. Месаровича, М. Арбиба. Работы отечественных ученых по теории систем А. А. Богданова, И. И. Шмальгаузена, В. Н. Беклемишева и др.

1.1.2. Причины распространения системного подхода

[1], с. 7...8 или [2], с. 10...11

Распространенность систем в окружающем мире. Тенденция усложнения систем. Необходимость изучения сложных систем и управления ими. Нарушение упорядоченности при управлении различными сферами жизни и деятельности. Появление глобальных проблем, проявляющихся в национальном и мировом масштабе: сокращение ресурсов, стихийные бедствия, нарушение экологии и т.п. Системный подход как методология управления сложными системами. Преимущество системных решений перед частными. Системный подход как сочетание комплексного анализа, системного моделирования и системного управления.

1.1.3. Системная парадигма

[1], с. 8...11 или [2], с. 11...15

Сравнение двух методологий: улучшение систем и системное проектирование. Аналитический метод и программно-целевой метод. Основные принципы системного подхода к решению задач.

1.2. Системы и их свойства (16 часов)

1.2.1. Определение системы

[1], с. 11...15 или [2], с. 16...20

Различные подходы к определению системы: число элементов, способ описания. Характерные признаки системы. Классификация систем: физические и абстрактные системы, естественные и искусственные, живые и неживые, статические и динамические. Дискретные, непрерывные и импульсные системы; ограниченные и неограниченные, закрытые и открытые. Технические, организационно-технические и социальные системы. Общие системы, или системы в целом. Информационно-измерительные системы. Системы в таможенной деятельности. Экономические и транспортные системы как

разновидность организационно- технических систем. Классификация систем по С.Биру. Классификация систем по К.Бouldдингу.

1.2.2. Понятия, характеризующие систему

[1], с. 15...26 или [2], с. 20...33

Элементы и подсистемы. Входные элементы, ресурсы и затраты. Выходные элементы, результаты и прибыль. Установление границ системы: система в целом, полная система и подсистемы. Окружающая среда. Назначение и функция. Признаки, характеризующие элементы системы. Задачи и цели. Классификация целей: общественные цели; цели, связанные с результатами работы; цели системы; цели, связанные с характеристиками продукции и услуг; производственные цели; цели организации и личные цели. Меры эффективности (критерии достижения целей). Компоненты, программы, задания (работы). Руководители, ЛПР и исполнители. Принятие решений в системах. Структура системы. Состояния и потоки. Поведение системы. Уровень анализа. Деятельность системы. Организация системы. Алгоритмичность поведения систем. Класс систем, называемых автоматами. Типы поведения автоматов. Примеры, показывающие, как определение границ системы влияет на принятие решений и выбор критериев эффективности системы, установление целей, определение структуры программы и построение матрицы «программы-элементы», а также на описание управления системой. Примеры применения системного подхода к изучению систем различной природы: информационно-измерительных, транспортных, экономических, таможенных.

1.2.3. Свойства систем

[1], с. 26...32 или [2], с. 33...39

Общие свойства, определяющие тип системы. Структурные свойства: иерархическая упорядоченность, централизация, вертикальная целостность и горизонтальная обособленность. Динамические свойства: систематизация, изоляция, рост, стабильность, адаптивность, инерционность и т.п. Свойства, характеризующие описание и управление системой: неполнота (нечеткость) информации, многоцелевой(многокритериальный) характер описания, неоднозначность оценок оптимальности, многовариантный характер управления. Свойства организационно-технических систем. Инерционность систем. Двойственность свойств сложных систем. Оценка свойств систем.

1.2.4. Сложность систем

[1], с. 32...41 или [2], с. 40...50

Многоаспектность понятия сложности: структурная сложность, динамическая сложность, вычислительная сложность. Основные принципы оценки сложности системы: описательная (дескриптивная) сложность, неполнота информации о системе, предел Бреммерманна. Классификация задач по сложности. Понятие машины Тьюринга. Детерминированная машина Тьюринга. Временная функция сложности. Полиномиальные алгоритмы (класс P). Экспоненциальные алгоритмы (класс E). Задачи, не попадающие ни в класс P, ни в класс E. Недетерминированные полиномиальные задачи (класс NP). Недетерминированная машина Тьюринга. NP-полные задачи.

1.3. Системное моделирование (12 часов)

1.3.1. Основные проблемы теории систем

[1], с. 42...50 или [2], с. 51...60

Проблема анализа. Алгоритм анализа. Проблема синтеза. Алгоритм синтеза. Проблема оценки внешней среды. Проблема «черного ящика». Некоторые задачи исследования операций: задача планирования производства, транспортная задача, задача составления расписаний. Типы ограничений, используемых в задаче составления расписаний: ограничения, описывающие взаимную зависимость работ: ограничения на объемы ресурсов для выполнения работ.

1.3.2. Модели и моделирование

[1], с. 50...56 или [2], с. 60...67

Принципы отбора, используемые при моделировании на разных уровнях организации систем. Физические и критериальные ограничения. Механизмы поддержания равновесия в системах: энтропийный, гомеостатический, морфогенетический. Роль обратной связи и информации для поддержания стабильности систем. Моделирование поведения биологических систем. Управляемые системы рефлексивного типа. Моделирование поведения организационно-технических и социальных систем. Кибернетические системы. Модели без управления. Оптимизационные системы. Модели для анализа конфликтных ситуаций. Взаимосвязь модели структуры, модели программы и модели поведения. Отношение изоморфизма как основа определения понятия модели. Методы описания поведения систем: структурно-параметрические, функционально-операторные, информационные, целевого управления.

1.4. Декомпозиция и агрегирование систем (16 часов)

1.4.1. Декомпозиция систем

[1], с. 57...60 или [2], с. 68...73

Декомпозиция при решении задач, связанных с системами: генерирование и отбор вариантов решений. Построение дерева целей (дерева решений). Определение размеров дерева «вширь». Критерии сравнения элементов одного уровня: существенность, независимость и однородность. Определение размеров дерева «вглубь». Критерии затрат и эффективности. Алгоритм декомпозиции. Применение морфологического анализа при построении декомпозиционного дерева. Типы критериев принятия решений в организационно-технических системах. Виды оценок, используемых при определении значений критериев. Использование декомпозиции при проведении экспертиз (метод дерева целей, программно-целевой метод).

1.4.2. Процесс проектирования систем

[1], с. 61...67 или [2], с. 73...80

Основные этапы (фазы) процесса проектирования систем. Этап формирования стратегии, или предварительного планирования. Этап оценивания. Этап реализации. Основные задачи, решаемые на каждом этапе.

1.4.3. Информационные аспекты изучения систем

[1], с. 67...76 или [2], с. 80...91

Роль информации при решении системных проблем. Тип информационной среды: определенность, риск, неопределенность, нечеткость. Количество информации как мера организованности системы и мера уменьшения разнообразия. Влияние информации на живучесть систем. Факторы, которые необходимо учитывать, проводя изменения в сложных системах. Оптимальное дозирование управляющих воздействий. Гомеокинетическое плато системы. Закон необходимого разнообразия У. Эшби.

1.5. Принятие решений в сложных системах (20 часов)

1.5.1. Классификация задач принятия решений

[1], с. 76...82 или [2], с. 92...97

Основные понятия, характеризующие процесс принятия решений: альтернатива, последствие, система предпочтений, решение. Подходы к принятию решений: классический и поведенческий. Структура процесса принятия решений. Формализация задачи принятия решений. Классификация задач принятия решений в зависимости от различных факторов: типа исхода, метода описания информации, метода поиска решения, числа критериев, типа

оценки решения, области применения. Меры информации, применяемые при различных типах исходов.

1.5.2. Модели принятия решений

[1], с. 82...88 или [2], с. 97...103

Процесс построения модели. Типы моделей принятия решений. Одно - и многоцелевые модели. Одноцелевые модели «прибыль - издержки» и эффективность - затраты». Процедуры сравнения многомерных вариантов. Метод анализа иерархий. Метод Кли. Метод функции полезности. Метрическое и неметрическое шкалирование. Методы неметрического шкалирования: метод анализа размерностей, метод Черчмена-Акоффа. Примеры применения моделей к решению задач в экономических, транспортных и таможенных системах.

1.5.3. Модели оптимизации

[1], с. 88...98 или [2], с. 103...114

Способы сведения многокритериальной задачи к однокритериальной: построение общего критерия, выделение главного критерия, использование пороговых критериев, введение меры расстояния в критериальном пространстве. Схемы агрегирования (свертки) частных критериев: аддитивная, мультипликативная и максимная свертки. Построение множества Парето. Принцип Парето. Эффективные решения. Принятие решений в системах с учетом воздействия окружающей среды. Стратегия наилучшей реакции окружающей среды (гарантированного результата). Стратегия равновесия Нэша. Компромиссные решения. Устойчивые решения. Взаимосвязь равновесных и эффективных решений. Описание задачи принятия решений на основе функций выбора. Примеры функций выбора: выбор по Парето, локально-экстремальный выбор, оптимальный выбор. Понятие бинарного отношения. Свойства бинарных отношений: транзитивность, рефлексивность (антирефлексивность), симметричность (антисимметричность), цикличность. Понятие об интерактивных человеко-машинных методах принятия решений.

1.5.4. Методы поиска решения

[1], с. 98...100 или [2], с. 114...119

Метод полного перебора. Метод имплицитного (неявного) перебора. Эвристический метод поиска решения. Методы поиска по состояниям. Методы

поиска по задачам. Методы, основанные на логическом выводе. Применение теории нечетких множеств к решению задачи оптимального выбора.

1.6. Математические методы в теории систем (12 часов)

[1], с. 103...110 или [2], с. 120...129

Математическое описание системы на языке теории множеств. Методы изучения структуры системы: топологический анализ, понятие покрытия (разбиения) и иерархии. Упрощение системы: построение разрешающих форм в системе с отношениями. Аксиоматический подход к понятию сложности.

Заключение (2 часа)

Краткое обобщение основных вопросов курса. Направления самостоятельной работы по углублению знаний в области системного анализа.

Темы практических занятий (8 часов)

1. Техника анализа систем.
2. Принятие решений в системах.

Литература

Основная:

1. Романов В.Н. Системный анализ. - СПб: СЗТУ, 2005.
2. Романов В.Н. Системный анализ для инженеров. - СПб: СПб гос. университет, 1998.
3. Романов В.Н. Основы системного анализа. // Методические указания к практическим занятиям. - СПб.: СЗПИ, 2004.

Дополнительная:

4. Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. - М.: Наука, 1983.
5. Гиг Дж.ван. Прикладная общая теория систем: в 2-х томах. - М.: Мир, 1981.
6. Глушков В.М., Иванов В.В., Яненко В.М. Моделирование развивающихся систем. - М.: Наука, 1983.
7. Железнов И.Г. Сложные технические системы. - М.: Высшая школа, 1984.
8. Калман Р., Фалб П., Арбиб М. Очерки по математической теории систем. - М.: Мир, 1971.
9. Касти Дж. Большие системы. - М.: Мир, 1982.
10. Клир Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач. - М.: Радио и связь, 1990.

11. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. - М.: Мир, 1973.
12. Месарович М., Такахара И. Общая теория систем: Математические основы. - М.: Мир, 1978.
13. Мойсеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. - М.: Наука, 1981.
14. Оптнер С. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем. - М.: Сов. радио, 1969.
15. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П., Введение в системный анализ. - М.: Высш. школа, 1989.
16. Романов В.Н. Прогнозирование развития метрологии. - М.: Изд. стандартов, 1989.
17. Романов В.Н., Соболев В.С., Цветков Э.И. Интеллектуальные средства измерений. - М.: РИЦ «Татьянин день», 1994.
18. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. - М.: Радио и связь, 1991.
19. Саркисян С.А., Ахундов В.М., Минаев Э.С. Анализ и прогноз развития больших технических систем. - М.: Наука, 1983.
20. Сыч Е.Н. Транспортно-производственные системы. - Киев: Наукова думка, 1986.
21. Волкова В.Н., Воронков В.А., Денисов А.А. Теория систем и методы системного анализа в управлении и связи. - М.: Радио и связь, 1983.
22. Цветов Ю.М. Транспорт: системный подход. - М.: Знание, 1980.

**Тематический план лекций
для студентов очно - заочной формы обучения (16 часов)**

1. Введение. Принципы системного подхода	2 часа
2. Системы и их свойства	2 «
3. Системное моделирование	4 «
4. Декомпозиция и агрегирование систем	2 «
5. Принятие решений в сложных системах	4 «
6. Математические методы в теории систем	2 «

2.Задания на контрольные работы

Задания охватывают основные разделы курса. Контрольная работа для студентов специальности 060800 состоит из 4 задач (задача 1 - из первой контрольной и задачи 4-6 из второй контрольной); студенты специальности 240100 выполняют две контрольные работы. Задания первой контрольной направлены на закрепление и проверку навыков анализа систем, в том числе с

использованием математических методов. Тематика заданий второй контрольной основана на применении методов принятия решений в системах. Условия задач варьируются в зависимости от последней (i) и предпоследней (j) цифры шифра студента. При выполнении контрольной работы необходимо соблюдать следующие правила: выполнять работу аккуратно, этапы решения задачи обосновывать, в конце работы привести список использованной литературы. На титульном листе следует указать название дисциплины, фамилию преподавателя, свои фамилию, имя, отчество, номер шифра и домашний адрес. Работы, выполненные небрежно, с большим количеством зачеркиваний и исправлений, к проверке не принимаются.

Контрольная работа № 1

Задача № 1. Выберите хорошо известный Вам объект и проведите его системный анализ (например, это может быть измерительный или бытовой прибор, транспортное средство). При анализе определите применительно к выбранной системе следующее: 1) систему в целом, полную систему и подсистемы; 2) окружающую среду; 3) цели и назначение системы и подсистемы; 4) входы, ресурсы и (или) затраты; 5) выходы, результаты и (или) прибыль; 6) программы, подпрограммы и работы; 7) исполнителей, лиц, принимающих решения (ЛПР) и руководителей; 8) варианты системы, при использовании которых могут быть достигнуты поставленные цели; 9) критерии (меры эффективности), по которым можно оценить достижение целей; 10) модели принятия решения, с помощью которых можно оценить процесс преобразования входов в выходы или осуществить выбор вариантов; 11) тип системы; 12) обладает ли анализируемая система свойствами иерархической упорядоченности, централизации, инерционности, адаптивности, в чем они состоят; 13) предположим, что фирма хочет повысить качество выпускаемой системы. Какие другие системы, кроме анализируемой, необходимо при этом учитывать. Объясните, почему на решение этой проблемы влияет то, как устанавливаются границы системы и окружающей среды.

Задача № 2. Процесс сборки изделия (автомобиля, прибора и т.п.) можно рассматривать как систему, элементами которой являются отдельные операции. Их взаимосвязь представлена матрицей инцидентий, приведенной в таблице. По данным таблицы постройте уровни порядка следования операций по очередности. Итоговый результат представьте в виде порядкового графа.

Задача № 3. По результатам испытаний приборостроительной продукции были выявлены типовые неисправности и проведено их ранжирование по ряду

признаков. Соответствующая матрица инцидентов дана в таблице. Постройте уровни порядка на множестве неисправностей по отношению предпочтения (« не менее важен чем »). Итоговый результат представьте в виде порядкового графа. Примечание: Вариант задания выбирается аналогично задаче №2 (см. примечание 2).

Таблица к задаче № 2

операции	O_1	O_2	O_3	O_4	O_5	O_6	O_7	O_8	O_9	O_{10}	O_{11}	O_{12}	O_{13}	O_{14}
O_1			1										1	
O_2													1	
O_3														
O_4			1											
O_5			1						1	1				
O_6				1							1	1	1	
O_7											1			
O_8		1		1		1	1							
O_9	1													1
O_{10}	1						1					1		
O_{11}			1											
O_{12}														
O_{13}			1											
O_{14}							1							

Примечание 1. Значение 1 в клетке (O_i, O_j) таблицы (где i - строка, j - столбец) означает, что операция O_i предшествует операции O_j .

Примечание 2. Для получения варианта задания следует вычеркнуть i -ю строку и i -й столбец, а также j -ю строку и j -й столбец из исходной матрицы (оставшиеся строки и столбцы не перенумеровываются); для $i = 0$ и (или) $j = 0$ вычеркиваются 10-я строка и 10-й столбец.

Таблица к задаче № 3

Неисправности	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}
X_1	1						1				
X_2	1	1						1			1
X_3			1	1					1	1	
X_4				1	1						
X_5				1	1						
X_6						1		1			
X_7							1				1
X_8								1			
X_9			1						1		
X_{10}	1			1	1				1	1	
X_{11}	1				1	1					1

Контрольная работа № 2

Задача № 4. Выберите проблему, с которой Вы знакомы (например, покупка дома, автомобиля и т.п., выбор места работы, выбор средства измерений и т.д.). Проведите анализ проблемы и постройте ее дерево решений. Осуществите выбор варианта решения методом анализа иерархий при условии, что число вариантов решения не менее 3. Определите положительные и отрицательные последствия принятия решения (не менее 5 каждого вида), имея в виду расход или экономию денег, времени, усилий, положительные и отрицательные эмоции и т.п.

Примечание 1. Если Вы затрудняетесь с выбором проблемы, то используйте данные таблицы.

Примечание 2. Для получения варианта задания следует вычеркнуть в списке критериев, соответствующем выбранной проблеме, j -й критерий (в порядке следования); для $j = 0$ используется весь список критериев.

Таблица к задаче № 4

Последняя цифра шифра студента, i	Проблема; варианты ее решения (множество альтернатив)	Список критериев
1	2	3
0	Покупка автомобиля; варианты: престижная иномарка, экономичная малолитражка, сравнительно новый автомобиль повышенной проходимости	Вместимость, мощность двигателя, комфорт, обеспеченность запчастями, цена, год выпуска, надежность, экономичность, дизайн
1	Выбор измерительного прибора; варианты: цифровой малогабаритный,	Стоимость, уровень автоматизации, производительность (время на одно измерение), точность,

	высокоточный стрелочный, многофункциональный с выходом на ЭВМ	диапазон измерений, универсальность, габариты, надежность, удобство эксплуатации
2	Оценка качества промышленной продукции; варианты: отечественная, западноевропейская, американская, японская	Функциональные (потребительские) характеристики, личная безопасность, экономичность, надежность, стоимость, дизайн, удобство эксплуатации, долговечность, обеспеченность запчастями
3	Выбор места работы; варианты: частная фирма, государственное предприятие, учебный институт	Оклад, самостоятельность, профессиональный интерес, возможности получения жилплощади, дополнительные нагрузки, дополнительные выгоды, необходимость переобучения, удаленность от дома, психологический климат
4	Покупка дома; варианты: дом в пригороде, дом в деревне, дом на юге	Размеры дома, удобство сообщения, окрестности, возраст дома, общее состояние, финансовые условия покупки, благоустроенность (двор, сад), безопасность проживания, размеры участка
5	Отбор на должность; варианты: молодой специалист, опытный работник среднего возраста, бывший офицер, прошедший переобучение	Деловая квалификация, опыт работы, пол, возраст, чувство ответственности, образование, место жительства кандидата, организаторские способности, психологическая совместимость
6	Внедрение нового технологического метода (оборудования); варианты: очень новая зарубежная разработка, последняя отечественная разработка, апробированная отечественная разработка	Стоимость, безопасность, степень автоматизации, производительность, эксплуатационные расходы, универсальность, надежность, технологическая совместимость, обеспеченность сырьем
7	Выбор вида транспорта для	Стоимость билета, надежность,

	поездки; варианты: самолет, поезд, автобус	комфортабельность, время в пути, безопасность, трудность приобретения билета, удобство расписания, индивидуальная переносимость, допустимый вес багажа без дополнительной оплаты
8	Выбор принтера для персонального компьютера; варианты: матричный, струйный, лазерный	Стоимость, качество печати, скорость печати, дополнительные возможности (графика, цвет), простота и удобство ухода и обслуживания, наличие русских букв, надежность, количество шрифтов, обеспеченность запчастями
9	Оценка качества жизни; варианты: крупный промышленный центр, провинциальный малый город, пригород столичного города	Общественная безопасность, состояние окружающей среды, возможности для досуга и развлечений, возможности повышения квалификации и получения работы, медицинское обслуживание, стоимость жизни, жилищные условия, уровень доходов, ритм жизни

Задача № 5. По данным предыдущей задачи найдите наилучшее решение, используя следующие методы: а) свертку по наихудшему критерию (с учетом важности критериев и без учета), б) метод главного критерия, в) мультипликативную свертку, г) свертку по наилучшему критерию, д) аддитивную свертку (с использованием функции полезности). Обоснуйте применимость каждого метода, объясните полученные результаты и сделайте выводы.

Задача № 6. По результатам опроса экспертов составлена таблица оценок вариантов решения некоторой проблемы по 10 критериям. Используются балльные оценки в пятибалльной шкале и словесные оценки, причем большей оценке соответствует лучшее значение критерия. По данным таблицы, считая все критерии одинаково важными, требуется: а) выделить множество Парето-решений; б) представить результаты сравнения оставшихся вариантов в виде диаграммы в полярных координатах (каждая координата - отдельный критерий); в) используя диаграмму, определить, какой вариант (варианты)

решения является предпочтительным; г) проверить результат выбора, используя подходящую свертку критериев; д) оценить ошибку выбора, если ошибка оценок таблицы составляет $0,1+0,1 \cdot i$.

Примечание. Для получения варианта задания следует вычеркнуть из исходной таблицы i -й столбец и i -ю строку, а также j -столбец и j -ю строку (оставшиеся строки и столбцы не перенумеровываются), для $i = 0$ и (или) $j = 0$ вычеркивается 10-я строка и 10-й столбец.

Таблица к задаче № 6

Варианты решения	Значения критериев									
	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9	K_{10}
V_1	2	Н	2	3	С	2	3	4	4	В
V_2	4	ОВ	3	3	С	5	4	4	4	В
V_3	3	В	3	2	Н	4	3	2	1	С
V_4	4	ОВ	3	3	Н	5	4	3	4	В
V_5	1	С	3	2	ОН	3	2	4	2	Н
V_6	5	В	4	4	С	4	5	4	4	В
V_7	4	В	4	4	ОН	3	4	2	3	С
V_8	3	ОН	4	3	С	4	3	3	2	С
V_9	4	В	4	3	В	3	4	4	4	В
V_{10}	5	ОВ	4	3	В	4	5	4	4	ОВ
V_{11}	3	С	2	2	С	3	4	3	1	В
V_{12}	2	В	3	3	В	4	4	4	4	С
V_{13}	5	В	4	3	В	4	5	4	4	ОВ
V_{14}	4	ОВ	4	4	В	4	5	4	4	ОВ
V_{15}	3	С	4	4	В	4	5	4	4	С

Примечание. В таблице использованы обозначения: ОВ – очень высокое значение, В – высокое, С – среднее, Н – низкое, ОН – очень низкое.

3. Задания для самостоятельной работы

Задача № 7. В таблице даны два множества X и Y , а также тип отношения R . По данным таблицы: а) выберите из множеств X и Y элементы, связанные отношением R ; б) определите систему, состоящую из элементов множеств X и Y , связанных заданным отношением R ; в) проведите топологический анализ системы, а именно: определите первый структурный

вектор Q и вектор препятствий D комплекса $K_X(Y,R)$ либо $K_Y(X,R)$; число несвязных компонентов комплекса, степень связности и эксцентриситет каждого симплекса, входящего в комплекс; укажите, какой из симплексов является наиболее адаптированным; насколько сильно связан комплекс.

Примечание. Для четного j либо $j = 0$ анализируется комплекс K_X , для нечетного j - комплекс K_Y .

Таблица к задаче № 7

Последняя цифра шифра студента, i	Множество X	Множество Y	Тип отношения R
0	Вольтметр, амперметр, ампервольтметр, тестер, мегомметр, RCL-мост, весы, тепловоз, автомобиль, манометр	Напряжение, ток, скорость, сопротивление, индуктивность, емкость, масса, ускорение, двигатель, кузов	Соответствие (прибор x_i измеряет величину y_j)
1	Цифровой вольтметр, амперметр, ампервольтметр, тестер, мегомметр, весы, автомобиль, телевизор, магнитофон, трактор	Шкала, стрелка, цифровое табло, источник питания, усилитель, ходовая часть, кузов, двигатель, кинескоп	Включение (объект x_i содержит элемент y_i)
2	Вольтметр (класс точности 0,5); вольтметр (класс точности 0,1); ампервольтметр (класс точности 0,3); тестер (класс точности 1); весы (класс точности 0,1);	Совпадает с X	Строгий порядок (прибор x_i лучше прибора y_j по классу точности)

	<p>мегомметр (класс точности 0,5); вольтметр (класс точности 0,05); манометр (класс точности 0,2); радиоприемник (чувствительность не хуже 0,4 мВ/м); магнитофон (уровень помех не хуже 42 дБ)</p>		сти)
3	<p>Вольтметр (класс точности 0,5, диапазон 10^5), вольтметр (класс точности 0,1, диапазон 10^6), весы (класс точности 0,1, диапазон 10^6), вольтметр (класс точности 0,5, диапазон $5 \cdot 10^5$), вольтметр (класс точности 0,05, диапазон 10^6), тестер (класс точности 0,2, диапазон 10^6), радиоприемник (чувствительность не хуже 0,4 мВ/М, диапазон частот 150кГц ... 70МГц)</p>	Совпадает с X	Доминирование (предпочтение) (прибор x_i не хуже прибора u_j по классу точности и диапазону)
4	<p>Магнитофон не включен; перегорел предохранитель; нажата кнопка останова; обрыв в цепи питания; происходит заедание</p>	<p>Нет питания; не горит сигнальная лампочка; лента не движется; запись не работает; прерывистый звук; нестабильная скорость; повышенный фон</p>	«Причина – следствие» (элемент x_i является

	ленты; кассета установлена не верно; удален предохранительный выступ; загрязнена головка; потянута лента; плохое качество записи; проблемы с усилителем; загрязнен тонвал		причи- ной эlemen- та y_j)
5	Вольтметр, амперметр, ампервольтметр, тестер, мегомметр, ваттметр, весы рычажные, весы электронные, автомобиль, поезд, самолет	Совпадает с X	Сход- ство (прибор x_i сходен с прибо- ром y_j по назначе- нию)
6	Вольтметр, амперметр, ампервольтметр, тестер, мегомметр, ваттметр, весы рычажные, весы электронные, автомобиль, поезд, самолет	Совпадает с X	Разли- чие (прибор x_i отличен от прибора y_j по назначе- нию)
7	Вольтметр (класс точности 0,5), ампервольтметр (класс точности 0,5), тестер (класс точности 0,5), мегомметр (класс точности 0,1), манометр (класс точности 0,5), весы	Совпадает с X	Подобие (эквива- лент- ность) (прибор x_i подобен прибору y_j по назначе-

	рычажные (класс точности 0,5), ваттметр (класс точности 0,5), амперметр (класс точности 0,5), частотомер (класс точности 0,5), RCL-мост (класс точности 0,1)		нию и классу точности)
8	Магнитофон не включен; перегорел предохранитель; нажата кнопка останова; обрыв в цепи питания; происходит заедание ленты; кассета установлена не верно; удален предохранительный выступ; загрязнена головка; потянута лента; плохое качество записи; проблемы с усилителем; загрязнен тонвал	Заменить предохранитель, включить питание, устранить обрыв в цепи питания, отжать кнопку останова, заменить кассету, правильно вставить кассету, очистить головку, перезаписать ленту, проверить усилитель, очистить тонвал	Необходимость (из элемента x_i , с необходимою следует элемент y_j)
9	Не горит сигнальная лампа, лента не движется, запись не работает, прерывистый звук, искаженный звук, нестабильная скорость, повышенный фон	Перегорел предохранитель; нажата кнопка останова; обрыв в цепи питания; происходит заедание ленты; кассета установлена не верно; удален предохранительный выступ; загрязнена головка; потянута лента; плохое качество записи; проблемы с усилителем;	Возможность (возможной причиной элемента x_i является элемент y_j)

		загрязнен тонвал	
--	--	------------------	--

Примечание. Тестер измеряет электрическое напряжение, ток и сопротивление, мегомметр – электрическое сопротивление, ваттметр – мощность, манометр – давление, RCL-мост измеряет электрическое сопротивление, ток и индуктивность.

Задача № 8. Постройте дерево решений для проблем, приведенных в таблице.

Таблица к задаче № 8

Последняя цифра шифра студента, i	Проблема
0	Нарушение правил дорожного движения
1	Поломка автомобиля (ошибка в управлении автомобилем)
2	Дорожно-транспортное происшествие (авария автомобиля)
3	Ошибка в машинописи
4	Набор неверного телефонного номера
5	Опоздание на работу (опоздание на встречу к назначенному сроку)
6	Брак при изготовлении детали на станке
7	Ошибка при измерении
8	Ошибка при решении задачи на ПК
9	Ошибка при таможенном контроле

Вопросы, выносимые на зачет

1. Что такое системный анализ и что он изучает?
2. Причины распространения системного подхода.
3. Определение понятия «система». Основные признаки системы.
4. В чем отличие методологии улучшения систем от методологии проектирования систем.
5. Основные принципы системного подхода.
6. Подходы к определению системы.
7. Классификация систем по С. Биру и К. Боулдингу.

8. Физические и абстрактные системы (примеры).
9. Естественные и искусственные системы (примеры).
10. Живые и неживые системы (примеры).
11. Дискретные, непрерывные и импульсные системы (примеры).
12. Статические и динамические системы (примеры).
13. Технические, организационно-технические и социальные системы (примеры).
14. Элементы и подсистемы. Входные и выходные элементы (с примером).
15. Установление границ системы: система в целом, полная система и подсистемы. Окружающая среда (с примером).
16. Задачи и цели. Меры (критерии) эффективности.
17. Структура системы. Поведение системы. Организация системы. Деятельность системы. Программа.
18. Алгоритмичность поведения системы. Класс систем, называемых автоматами. Типы поведения автоматов.
19. Приведите примеры, показывающие, как определение границ системы влияет на принятие решений и выбор критериев (мер эффективности) системы.
20. Как образуется матрица «программы-элементы»?
21. Структурные свойства систем.
22. Динамические свойства систем.
23. Свойства, характеризующие описание и управление системой.
24. В чем заключается двойственность свойств сложных систем?
25. Основные принципы оценки сложности систем.
26. Классификация задач на сложности.
27. Предел Бреммермана.
28. Проблема анализа.
29. Проблема синтеза.
30. Проблема «черного ящика».
31. Постановка задач исследования операций: задача планирования, транспортная задача, задача составления расписаний.
32. Принципы отбора, используемые при моделировании на разных уровнях организации систем (неживые, биологические, социальные системы).
33. Физические и критериальные ограничения при моделировании.
34. Механизмы поддержания равновесия в системах: энтропийный, гомеостатический, морфогенетический.
35. Роль обратной связи и информации для поддержания стабильности систем.
36. Управляемые системы рефлексивного типа.
37. Кибернетические системы.
38. Модели структуры, программы и поведения и их взаимосвязь.
39. Отношение изоморфизма как основа определения понятия модели системы.
40. Методы описания поведения систем.

41. Декомпозиция систем.
42. Определение размеров дерева «вширь» и «вглубь».
43. Алгоритм декомпозиции.
44. Типы критериев принятия решений.
45. Виды оценок, используемых при определении значений критериев.
46. Роль информации при решении проблем.
47. Классический и поведенческий подходы в принятии решений.
48. Одноцелевые модели принятия решений. Модели «прибыль- издержки», и «эффективность-затраты».
49. Многоцелевые модели принятия решений. Метод анализа иерархий.
50. Методы сведения многокритериальной задачи к однокритериальной.
51. Типы сверток критериев.
52. Метод главного критерия.
53. Метод, основанный на введении расстояния.
54. Метод пороговых критериев.
55. Построение множество Парето.
56. Принципы, используемые при принятии решений в системах с учетом влияния окружающей среды: принцип наихудшей реакции среды; принцип равновесия.
57. Формализованное описание системы как множества с отношением.
58. Понятия покрытия, разбиения и иерархии и их использование при анализе систем.
59. Топологический анализ и сфера его применения.
60. Построение порядковой функции по заданному отношению.
61. Понятие функции выбора. Примеры функций выбора.

4.Методические указания к решению задач

Задача № 1. Цель задачи состоит в освоении понятийного аппарата и схемы системного анализа. Строго говоря, схему системного анализа целесообразно применять к открытым системам (транспортным, экономическим, технологическим, социальным и т.п.), ее применение к техническим системам носит скорее иллюстративный характер. Однако в дидактических целях рекомендуется выбрать для анализа именно техническую систему из следующего ряда (измерительный прибор, телевизор, магнитофон, холодильник, стиральную машину, транспортное средство, компьютер и т.п.). Решение этой задачи для некоторых объектов дано в [1], с. 111...114, [2], с. 129...136. Ответы на позиции схемы анализа должны быть краткими и конкретными.

Наибольшую сложность для студентов представляет определение системы в целом и функциональных подсистем. Состав системы в целом зависит от

задачи, для решения которой проводится анализ. Чтобы объектом анализа являлся выбранный объект нужно корректно сформулировать задачу, например, обеспечение нормального функционирования данного объекта. Если задачу сформулировать по-другому, например, проектирование или диагностирование, то объектом анализа будет уже другая система (система проектирования, система диагностирования и т.п.).

Для рассматриваемой задачи применительно к технической системе типовой набор внешних систем, составляющих систему в целом, включает: систему исполнителя (оператор, пользователь), систему объектов, связанных с назначением данной системы (система заказчика), например, для автомобиля это - система грузов, для компьютера - система задач и т.п., систему питания, систему обеспечения и обслуживания и т.п.

При определении функциональных подсистем следует учитывать назначение системы и ее преобразовательные возможности, а также входные элементы системы.

По преобразовательным возможностям целесообразно различать три типа систем: а) системы, в которых отсутствует преобразование входного элемента; б) системы, в которых изменяются отдельные характеристики входного элемента (точность, форма, размеры, физические, технико-экономические параметры); в) системы, в которых изменяется назначение входного элемента.

К первому типу относятся распределительные системы, причем распределение может быть пространственным, временным и (или) на элементах некоторого множества. Например, транспортные системы (распределяют в пространстве), системы распределения энергетических и водных ресурсов, системы социального обеспечения и т.п. Ко второму типу относится большинство технических систем (измерительные и вычислительные системы, бытовые приборы и т.п.). К третьему типу относятся так называемые большие системы (промышленные, технологические, экономические (на входе – сырье и комплектующие, на выходе – продукт, имеющий новое назначение).

Состав функциональных подсистем зависит также от вида входного элемента. Например, для систем, связанных с обработкой информации (измерительных, вычислительных), состав подсистем практически однотипен: система ввода информации, система преобразования информации, система управления, система вывода, резервная система, система обеспечения условий и т.п. Для технических систем, связанных с материальными объектами, состав подсистем несколько иной, например, система загрузки, приводная система, система управления, исполнительная система, вспомогательная система обеспечения и т.п.

Задача № 2. Цель задачи - в освоении методов формализованного описания систем и анализа их структуры. Алгоритм ее решения с конкретным примером дан в [1], с. 114...115, [2], с. 136...137. В этой задаче система представлена простым графом без контуров (циклов).

Задача № 3. Цель этой задачи аналогична задаче № 2, но ее особенность состоит в том, что анализируемая система является более сложной и представлена графом с циклами. Поэтому для ее решения сначала нужно объединить элементы, связанные циклом, в группы (в классы эквивалентности). Элементы x_i и x_j связаны циклом, если они удовлетворяют отношению: «Существует путь из элемента x_i в элемент x_j и обратно». В частности, при $i = j$ элемент x_i может замыкаться на себя, т.е. является циклическим элементом. В матрице инцидентий цикл между элементами x_i, x_j представляется последовательностью единиц в соответствующих ячейках, которая связывает x_i и x_j , например, если $(i, j) = 1$ и $(j, i) = 1$, то x_i, x_j связаны циклом; если $(i, j) = 1$ и $(j, k) = 1$ и $(k, i) = 1$, то x_i, x_j связаны циклом и т.д. Циклический элемент в матрице инцидентий представляется единицей в соответствующей ему ячейке, например, если $(i, i) = 1$, то элемент x_i циклический. После выполнения указанной операции объединения все множество элементов оказывается разбитым на несколько классов эквивалентности, например: $C_1 = \{x_1, x_3, x_6\}$, $C_2 = \{x_3, x_4\}$, $C_3 = \{x_2, x_7, x_{10}\}$, $C_4 = \{x_8\}$ и т.д. Элементы в каждом классе связаны между собой циклами, т.е. считаются не различимыми. Затем алгоритм решения задачи № 2 применяется уже не к отдельным элементам, а к классам C_1, C_2, C_3, C_4 , так как эти классы образуют простой граф без контуров. Для построения уровней порядка на классах в исходной матрице все единицы в ячейках матрицы, связывающих элементы из одного класса, заменяются нулями. После этого выделяются уровни порядка точно также как и в задаче № 2. Итоговый порядковый граф будет содержать не отдельные элементы, а классы. Алгоритм решения задачи и примеры даны в [1], с. 46...50, [2], с. 56...60.

Задача № 4. Цель задачи - освоение методов получения оптимального решения по многим критериям. Особенность этой задачи, характерная для практических задач управления и оптимизации, состоит в том, что ее решение нельзя задать в формульном виде, так как исходная информация представлена в виде качественных экспертных оценок. Один из методов решения этой задачи с примером приведен в [1], с. 119...125, в [2], с. 143...150. Изложенный метод (метод анализа иерархий) позволяет не только получить решение, но и оценить его достоверность.

Задача № 5. Цель задачи - освоение и правильное применение методов оптимального выбора в практически важных случаях.

а). Свертка по наихудшему критерию соответствует стратегии «пессимизма», при которой решение принимается по критерию, имеющему наименьшее значение. Ее применение без учета весов критериев рассмотрено в [1], с. 124, в [2], с. 149. При учете веса нужно подсчитать для каждого варианта решения значение произведения $a_j \cdot K_j$, где a_j – вес критерия j , K_j – его значение. Сначала для 1-го варианта (B_1): $a_1 \cdot K_1(B_1)$, $a_2 \cdot K_2(B_1)$, $a_3 \cdot K_3(B_1)$ и т.д. и из полученных значений выбирается наименьшее. Затем то же самое делается для 2-го варианта (B_2): $a_1 \cdot K_1(B_2)$, $a_2 \cdot K_2(B_2)$, и из полученных значений выбирается наименьшее. Затем для 3-го варианта (B_3) и т.д. для всех вариантов решений.

Пусть для определенности множество альтернатив состоит из трех вариантов решений (B_1, B_2, B_3). Для 1-го варианта наименьшим оказалось, например, значение $a_2 \cdot K_2(B_1)$, для 2-го варианта – $a_4 \cdot K_4(B_2)$, для 3-го варианта – $a_1 \cdot K_1(B_3)$. Теперь из этих наименьших значений выбираем наибольшее, например, им оказалось $a_4 \cdot K_4(B_2)$; тогда вариант, которому оно соответствует (в нашем случае B_2), и является наилучшим.

б). Метод главного критерия применяется, когда один из критериев значительно превосходит по важности все остальные, на практике, в три и более раз (если это условие не выполняется, то метод применять не рекомендуется). Тогда решение принимается по этому критерию. Например, пусть это критерий K_1 . Подсчитаем его значение для каждого варианта (вес критерия учитывать не нужно, так как остальные критерии не принимаются во внимание): $K_1(B_1)$, $K_1(B_2)$, $K_1(B_3)$ и т.д. Тот вариант, для которого значение главного критерия максимально, является наилучшим.

в). Мультипликативная свертка позволяет учесть критерии, имеющие малые (по модулю) значения. Расчеты выполняются следующим образом (пусть для определенности множество альтернатив состоит из трех вариантов). Сначала для каждого варианта подсчитывается взвешенное произведение. Для 1-го варианта:

$$K(B_1) = K_1^{a_1}(B_1) * K_2^{a_2}(B_1) * \dots * K_n^{a_n}(B_1);$$

для 2-го варианта:

$$K(B_2) = K_1^{a_1}(B_2) * K_2^{a_2}(B_2) * \dots * K_n^{a_n}(B_2);$$

для 3-го варианта:

$$K(B_3) = K_1^{a_1}(B_3) * K_2^{a_2}(B_3) * \dots * K_n^{a_n}(B_3),$$

где n - число частных критериев, K - общий критерий.

Получаем три значения $K(B_1)$, $K(B_2)$, $K(B_3)$ (по числу вариантов). Выбираем из них наибольшее, например, это оказалось $K(B_2)$, тогда B_2 - наилучшее решение.

г). Свертка по наилучшему критерию соответствует стратегии «оптимизма». Подсчитываем для 1-го варианта значения произведений $a_1 \cdot K_1(B_1)$, $a_2 \cdot K_2(B_1)$, $a_3 \cdot K_3(B_1)$, ..., $a_n \cdot K_n(B_1)$ и из полученных значений выбираем наибольшее, например, это оказалось $a_3 \cdot K_3(B_1)$; для 2-го варианта: $a_1 \cdot K_1(B_2)$, $a_2 \cdot K_2(B_2)$, ..., $a_n \cdot K_n(B_2)$ и выбирается наибольшее, например, это оказалось

$V_1 \cdot K_1(B_2)$; для 3-го варианта: $a_1 \cdot K_1(B_3), a_2 \cdot K_2(B_3), \dots, a_n \cdot K_n(B_3)$ и выбирается наибольшее значение, например, это оказалось $a_5 \cdot K_5(B_3)$. Теперь из трех наибольших значений $a_3 \cdot K_3(B_1), a_1 \cdot K_1(B_2), a_5 \cdot K_5(B_3)$ выбираем опять наибольшее, например, это оказалось $a_1 \cdot K_1(B_2)$. Вариант, которому оно соответствует, является наилучшим (в нашем случае - это B_2).

д). Аддитивная свертка позволяет учесть критерии, имеющие большие (по модулю) значения. Эта свертка используется в методе анализа иерархий (см. задачу № 4). Можно действовать иначе, используя функцию полезности. Оценим в 10-и бальной шкале полезность (ценность) каждого варианта (студент является здесь экспертом) по каждому критерию. Оценку полезности по каждому критерию рекомендуется проводить одновременно для всех вариантов, используя сравнительную шкалу (см. [3], с. 17). Например, если вы считаете, что оценка варианта V_1 по критерию K_1 умеренно превосходит оценку варианта V_2 , то значение $K_1(V_1)$ должно быть больше значения $K_1(V_2)$ на 2...4 балла. Если оценка V_2 сильно превосходит оценку V_3 по тому же критерию, то $K_1(V_2)$ должно быть больше $K_1(V_3)$ на 6...7 баллов и т.д. Затем определяется абсолютная оценка для V_3 , т.е. для варианта, имеющего минимальную оценку по рассматриваемому критерию. Например, если $K_1(V_3) = 1$ балл, то $K_1(V_2) = 7...8$ баллов, а $K_1(V_1) = 9...10$ баллов (оценки не должны выходить за пределы 10-и балльной шкалы).

Для 1-го варианта получим значения полезности: $K_1(V_1), K_2(V_1), K_3(V_1), \dots, K_n(V_1)$. Умножим каждое значение на вес соответствующего критерия, получим $a_1 \cdot K_1(V_1), a_2 \cdot K_2(V_1), \dots, a_n \cdot K_n(V_1)$. Веса критериев могут быть взяты из задачи № 4 либо определены другим способом (см. [1], с. 85...86, [2], с. 100...102, [3], с. 17). Аналогично для 2-го варианта: $a_1 \cdot K_1(B_2), a_2 \cdot K_2(B_2), a_3 \cdot K_3(B_2), \dots, a_n \cdot K_n(B_2)$. Для 3-го варианта: $a_1 \cdot K_1(B_3), a_2 \cdot K_2(B_3), \dots, a_n \cdot K_n(B_3)$. Теперь подсчитаем оценку общей полезности (ценность) для каждого варианта. Для V_1 :

$$K(V_1) = a_1 \cdot K_1(V_1) + a_2 \cdot K_2(V_1) + \dots + a_n \cdot K_n(V_1),$$

для V_2 :

$$K(V_2) = a_1 \cdot K_1(V_2) + a_2 \cdot K_2(V_2) + \dots + a_n \cdot K_n(V_2),$$

для V_3 :

$$K(V_3) = a_1 \cdot K_1(V_3) + a_2 \cdot K_2(V_3) + \dots + a_n \cdot K_n(V_3).$$

Таким образом, имеем три значения: $K(V_1), K(V_2), K(V_3)$. Наилучшим считаем вариант, для которого значение K максимально. Пусть например, наибольшим является значение $K(V_2)$, тогда V_2 - наилучший вариант решения. При решении этой задачи рекомендуется изучить материал в [1], с. 88...91, [2], с. 103...107, [3], с. 11...19.

Задача № 6. Цель задачи – освоение одного из методов построения множества Парето и методов выбора наилучшего решения. В реальных задачах выбора всегда приходится сокращать число исходных альтернатив, путем

построения множества Парето. Это множество состоит из попарно несравнимых альтернатив. Алгоритм решения этой задачи с примером дан в [1], с. 125...127, в [2], с. 103...107, [3], с. 11...19. После того как построено множество Парето, оно записывается в окончательном виде, например, $\pi = \{B_1, B_4, B_6\}$. Остальные варианты оказались исключенными из дальнейшего рассмотрения. Для получения наилучшего решения к оставшимся альтернативам применяется в зависимости от условий задачи один из методов первой группы (метод свертки, метод главного критерия, метод пороговых критериев, метод расстояния и т.д.) В данной задаче рекомендуется использовать аддитивную свертку. Так как все критерии считаются одинаково важными, то общий критерий равен среднему значений частных критериев для каждого варианта. Для 1-го варианта:

$$K(B_1) = 1/n * (K_1(B_1) + K_2(B_1) + \dots + K_n(B_1)),$$

для 2-го варианта:

$$K(B_2) = 1/n * (K_1(B_2) + K_2(B_2) + \dots + K_n(B_2)),$$

для 3-го варианта:

$$K(B_3) = 1/n * (K_1(B_3) + K_2(B_3) + \dots + K_n(B_3)),$$

где n - число критериев. Наилучшим считается вариант решения, имеющий наибольшее значение общего критерия K .

В этой задаче рекомендуется также использовать метод диаграмм. У студентов иногда возникает вопрос, зачем применять метод диаграмм, если проще использовать аддитивную свертку. Метод диаграмм это – приближенный метод, что является его преимуществом, так как позволяет нивелировать (сгладить) ошибки в назначении оценок вариантов по критериям. Обратимся к условиям задачи № 6. Ошибка каждой оценки может достигать (0,5...1) балла. Тогда среднеквадратическая ошибка определения среднего составит: $1/\sqrt{n} * (0,5...1)$ балл, а доверительная погрешность равна (при вероятности $P=0,95$): $\Delta = 2/\sqrt{n} * (0,5...1)$ балл. На такую величину могут отличаться друг от друга значения $K(B_1)$, $K(B_2)$, $K(B_3)$ и т.д. по случайным причинам, т.е. в этом случае случайные ошибки оценивания таковы что варианты, отличающиеся на величину Δ , равноправны между собой. Проведем количественные оценки. Например, при $n = 10$: $\Delta = 2/\sqrt{10} * (0,5...1) = (0,32...0,64)$ балла, т.е. случайное расхождение может быть довольно значительным. Поэтому нет необходимости очень точно рассчитывать значение общего критерия K для каждого варианта решения.

Задача № 7. Цель этой задачи – освоение метода анализа многомерной структуры систем (многомерных связей в системах). Алгоритм ее решения с примерами дан в [1], с. 114...116, в [2], с. 137...140, в [3], с. 6...10. Основную трудность вызывает у студентов даже не сама техника анализа, а уяснение задачи, связанное с правильной интерпретацией (указанием смысла) типа

отношения. В условиях задачи приведена одна из возможных интерпретаций, студент может использовать и свою интерпретацию. Например, для отношения порядка в условиях задачи дана интерпретация: «Прибор x , лучше прибора y , по классу точности », но можно использовать и другую запись «Прибор x , хуже прибора y , по классу точности» и т.п. Такая запись нужна, чтобы для каждой пары элементов определить выполняется ли для них данное отношение или нет. В нашем случае система состоит из пар приборов, связанных отношением порядка. Элементы, не являющиеся приборами, следует исключить из рассмотрения.

Задача № 8. Цель задачи – освоение техники построения дерева решений для сравнительно простых проблем, а именно, таких, которые не требуют специального изучения (за некоторым исключением). Эта задача вызывает наибольшую трудность у студентов, так как является неформальной. Трудность связана с правильным выбором элементов на каждом уровне дерева решений, так чтобы их упорядоченная совокупность давала возможность сравнения и отбора вариантов решений. Наиболее распространенная ошибка связана с произвольным (хаотическим) выбором элементов разной степени общности на каждом уровне. Алгоритм решения этой задачи с примером дан в [1], с. 116...118, в [2], с. 140...142.

Рассмотрим в качестве еще одного примера проблему «дорожно-транспортное происшествие». Требуется построить дерево решений.

Речь идет о построении фрейма, т.е. типовой структуры для описания ситуации.

На первом уровне нужно выделить элементы (наиболее общие), совокупность которых определяет проблему. Выделим следующие элементы: 1- субъект (пешеход, водитель), 2 - техническое средство (автомобиль либо другой транспорт), 3 - внешние условия (условия движения).

На втором уровне выделяются состояния элементов первого уровня. Для субъекта выделим: 11- физическое состояние, 12 - умственное состояние, 13 - эмоциональное состояние; для водителя следует добавить элемент 14 - квалификация. Для технического средства выделим: 21 - исправность, 22 - условия в кабине (комфортность). Условия движения состоят из элементов: 31 - дорога, 32 - погода.

На третьем уровне выделяются характеристики состояний элементов второго уровня. Для физического состояния выделим элементы: 111 - здоровье, 112 - физическая усталость, 113 - зрение и т. п. Для умственного состояния: 121 - умственная усталость, 122 - невнимательность и т.п. Для эмоционального состояния 131 - возбуждение, 131 - нервозность и т.п. Для квалификации: 141 - опыт, 142 - подготовка, 143 - техника вождения. Для элемента 21 на третьем уровне выделим: 211 - ремонт, 212 - текущее обслуживание (профилактика). Для элемента 22: 221 - удобство управления, 222 - освещение, 223 - шум в кабине (музыка, разговоры) и т.п. Для элемента 31 выделим: 311 - качество

покрытия, 312 - интенсивность движения, 313 - наличие указателей, 314 - видимость и т.п. Для элемента 32 выделим: 321 - осадки, 322 - гололед, 323 - туман и т.п.

При составлении дерева решений следует учесть, что элементы второго уровня, замыкающиеся на один элемент 1-го уровня, равноправны и располагаются параллельно друг другу, это же правило относится и к элементам 3-го уровня, замыкающимся на один и тот же элемент 2-го уровня. Приведенное решение является в определенной степени типовым и может быть использовано (с некоторой модификацией) для других проблем из задачи № 8.

Содержание

Предисловие	3
1.Рабочая программа	3
2.Задания на контрольные работы	10
3.Задания для самостоятельной работы	16
4.Методические указания к решению задач	23