

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

Кафедра инженерной психологии и эргономики

Л. П. Пилиневич, Н. А. Гулякина, А. Н. Яцук

ОБЩАЯ ТЕОРИЯ СИСТЕМ

Лабораторный практикум
для студентов специальности
1-58 01 01 «Инженерно-психологическое обеспечение
информационных технологий»
всех форм обучения

Минск БГУИР 2011

УДК 681.51(076.5)
ББК 32.965я73
ПЗ2

Р е ц е н з е н т:
заместитель проректора по НИЧ БНТУ,
доктор технических наук М. В. Тумилович

Пилиневич, Л. П.

ПЗ2 Общая теория систем : лаб. практикум для студ. спец. 1-58 01 01
«Инженерно-психологическое обеспечение информационных техноло-
гий» всех форм обуч. / Л. П. Пилиневич, Н. А. Гулякина, А. Н. Яцук –
Минск. : БГУИР, 2011. – 39 с.
ISBN 978-985-488-588-9.

Методическое издание состоит из 9 лабораторных работ. Содержит краткие сведения о моделировании систем, приведены примеры их построения. Даны основные сведения о нахождении альтернативы заданными свойствами и сведения о структурированном представлении систем.

Приведены указания к выполнению курсовой работы по общей теории систем.

УДК 681.51(076.5)
ББК 32.965я73

ISBN 978-985-488-588-9

© Пилиневич Л. П., Гулякина Н. А.,
Яцук А. Н., 2011
© УО «Белорусский государственный
университет информатики
и радиоэлектроники», 2011

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа №1. Построение модели «черный ящик».....	4
Лабораторная работа №2. Построение модели состава системы.....	9
Лабораторная работа №3. Построение модели структуры системы.....	12
Лабораторная работа №4. Построение структурной схемы системы	14
Лабораторная работа №5. Сведение многокритериальной задачи к однокритериальной.....	16
Лабораторная работа №6. Поиск альтернативы с заданными свойствами.....	20
Лабораторная работа №7. Нахождение паретовского множества.....	24
Лабораторная работа №8. Выбор альтернативы на языке бинарных отношений	26
Лабораторная работа №9. Стратифицированное представление систем.....	29
Методические указания по выполнению курсовой работы.....	32
Рекомендуемая литература.....	36
Приложение А.....	37
Приложение Б.....	38

Лабораторная работа №1. Построение модели «черный ящик»

Цель работы: освоить построение модели типа «черный ящик».

1.1 Теоретические сведения

Модель есть отображение свойств какого-либо объекта при его изучении. При моделировании свойства одного объекта переносятся на другой таким образом, чтобы взаимосвязь свойств модели и свойств изучаемого объекта была аналогичной. Отображения объектов называются моделями, а процесс их создания – моделированием. Модель «черный ящик» – это система, в которой внешнему наблюдателю доступны лишь входные и выходные величины, а структура и внутренние процессы не известны.

Любая вещь, любой предмет, любое явление, любой познаваемый объект – всегда первоначально выступает как «черный ящик». Название модели «черный ящик» образно подчеркивает полное отсутствие сведений о внутреннем содержании «ящика»: в этой модели задаются, фиксируются, перечисляются только входные и выходные связи системы со средой (обычно не описываются даже «стенки ящика», т. е. границы между системой и средой, они лишь подразумеваются, признаются существующими). Графическая модель типа «черный ящик» отображает только связи системы со средой, в виде перечня «входов» и «выходов» (рисунок 1.1).

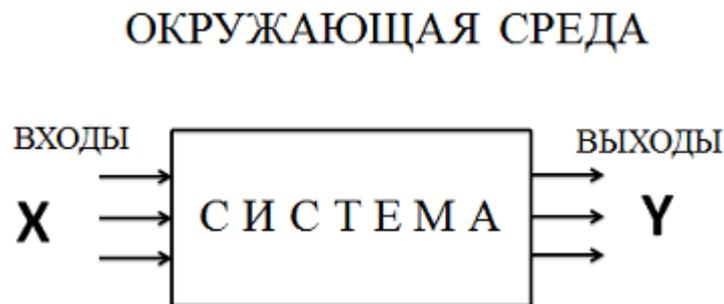


Рисунок 1.1 – Графическая модель «черного ящика»

Модель типа «черный ящик», несмотря на внешнюю простоту и отсутствие сведений о внутренности системы, часто оказывается полезной. Во многих случаях эксплуатации системы достаточно содержательного словесного описания входов и выходов; тогда модель «черного ящика» является просто их списком.

Например, бытовая модель телевизора такова: входы – шнур электропитания, антенна, ручки управления и настройки; выходы – экран кинескопа и звуковые динамики. В других случаях требуется количественное описание некоторых или всех входов и выходов. Пытаясь максимально формализовать модель «черного ящика», мы приходим к заданию двух множеств X и Y входных и вы-

ходных переменных, но никаких других отношений между этими множествами фиксировать невозможно.

При изучении систем модель «черного ящика» в ряде случаев оказывается не только очень полезной, но и единственно применимой. Например, при исследовании психики человека или влияния лекарства на живой организм мы лишены возможности вмешательства в систему иначе, как только через ее входы, а выводы делаем только на основании наблюдения за ее выходами. Это вообще относится к таким исследованиям, в результате проведения которых нужно получить данные о системе в обычной для нее обстановке, где следует специально заботиться о том, чтобы измерения как можно меньше влияли на саму систему. Другая причина того, что приходится ограничиваться только моделью «черного ящика», – действительное отсутствие данных о внутреннем устройстве системы. Например, мы не знаем, как «устроен» электрон, но знаем, как он взаимодействует с электрическими и магнитными полями, с гравитационным полем. Это и есть описание электрона на уровне модели «черного ящика».

Проблема построения модели типа «черный ящик» заключается в правильном определении цели исследуемой системы. Цель – это субъективный образ (абстрактная модель) несуществующего, но желаемого состояния среды, которое решило бы возникшую проблему. Вся последующая деятельность, способствующая решению этой проблемы, направлена на достижение поставленной цели, т. е. это работа по созданию системы. Приведем несколько упрощенных примеров систем, предназначенных для реализации определенных целей (см. таблицу 1.1).

Таблица 1.1 – Системы и их цели

№	Цель	Система
1	В произвольный момент указать время	Часы
2	Обеспечить выпечку хлеба в заданном ассортименте для большого количества людей	Пекарня
3	Передать зрительную и звуковую информацию на большое расстояние практически мгновенно	Телевидение
4	Обеспечить перемещение людей в городе	Городской транспорт

Отметим, что далеко не просто сформулировать цели так, чтобы имелось действительно очевидное соответствие между целями и системами. Например, только слова «практически мгновенно» в примере 3 таблицы 1.1 отличают цель телевидения от цели кино или пересылки видеокассет. В то же время, между целью (абстрактной и конечной моделью) и реальной системой нет и не может быть однозначного соответствия: для достижения заданной цели могут быть избраны разные средства – системы. С другой стороны, заданную реальную систему можно использовать и для других целей, прямо не предусмотренных при ее создании. В инженерной практике момент формулирования цели – один из важнейших этапов создания систем. Обычно цели уточняются итеративно, с

многократными изменениями и дополнениями. Любая модель, в том числе модель «черный ящик», должна отвечать следующим требованиям: 1) адекватности модели, т. е. – соответствовать действительности предсказаний, сделанных на основе моделей, и соответствовать целям проектов, сделанных на основе моделей; 2) экономичности с точки зрения расхода, энергии, материалов времени и др.

Сложность построения модели «черный ящик» заключается в множественности входов и выходов. Главной причиной множественности входов и выходов в модели «черного ящика» является то, что всякая реальная система, как и любой объект, взаимодействует с объектами окружающей среды неограниченным числом способов. Строя модель системы, мы из этого бесчисленного множества связей отбираем конечное их число для включения в список входов и выходов.

Критерием отбора при этом является целевое назначение модели, существенность той или иной связи по отношению к этой цели. То, что существенно, важно – включается в модель, то, что несущественно, неважно – не включается. Именно здесь возможны ошибки. Тот факт, что мы не учитываем в модели, исключаем из рассмотрения остальные связи, не лишает их реальности, они все равно действуют независимо от нас. И нередко оказывается, что казавшееся несущественным или неизвестным для нас на самом деле является важным и должно быть учтено.

Особое значение этот момент имеет при задании цели системы, т. е. при определении ее выходов. Это относится и к описанию существующей системы по результатам ее обследования, и к проекту пока еще не существующей системы. Реальная система неизбежно вступает во взаимодействия со всеми объектами окружающей среды, поэтому важно как можно раньше, лучше всего еще на стадии построения (проектирования) модели, учесть все наиболее важное.

Главную цель приходится сопровождать заданием дополнительных целей. Важно подчеркнуть, что выполнения только основной цели недостаточно, что невыполнение дополнительных целей может сделать ненужным или даже вредным и опасным достижение основной цели. Этот момент заслуживает особого внимания, так как на практике часто обнаруживается незнание, непонимание или недооценка важности указанного положения. Между тем оно является одним из центральных во всей системологии.

1.2 Пример выполнения работы

Пример построения модели «черный ящик» системы «наручные часы». Главной целью данной системы является показание времени в произвольный момент и удобство ношения на запястье. Учитывая, что выходы соответствуют конкретизации цели, фиксируем в качестве выхода показание времени в произвольный момент, а в качестве входа – зрение человека и циферблат.

Данный вход и выход относятся ко всем часам, а не только к нашим наручным часам. Чтобы выполнить цель полностью, вносим следующее добавление (вход): запястье – ремешок или браслет и (выход): удобство ношения часов на запястье. Можно добавить и еще один вход: химический состав материалов и выход: удовлетворение требований санитарии и гигиены, так как не любое крепление часов на руке допустимо с этой точки зрения.

Далее, представив себе условия эксплуатации часов, можно добавить вход: механические удары, влага, пыль; выход: достаточная в бытовых условиях прочность, пылевлагодонепроницаемость. Затем, расширив понятие «условия эксплуатации часов», добавим еще два выхода: достаточную для бытовых нужд точность; легкость прочтения показаний часов при беглом взгляде на циферблат.

Можно еще более расширить круг учитываемых требований к часам, что позволит добавить несколько входов и выходов: соответствие моде и понятию красоты; соответствие цены часов покупательной способности потребителя. Очевидно, что список желаемых, т. е. включаемых в модель, входов и выходов можно продолжать. Например, можно потребовать, чтобы имелась возможность прочтения показаний часов в полной темноте, и реализация этого выхода приведет к существенному изменению конструкции часов, в которой могут быть различные варианты подсветки, считывания на ощупь или подачи звуковых сигналов. Можно рассмотреть еще и другие выходы, такие как габариты, вес и многие другие физические, химические, экономические и социальные аспекты использования наручных часов. Пример построения графической модели «черный ящик» системы «наручные часы» показан на рисунке 1.2.

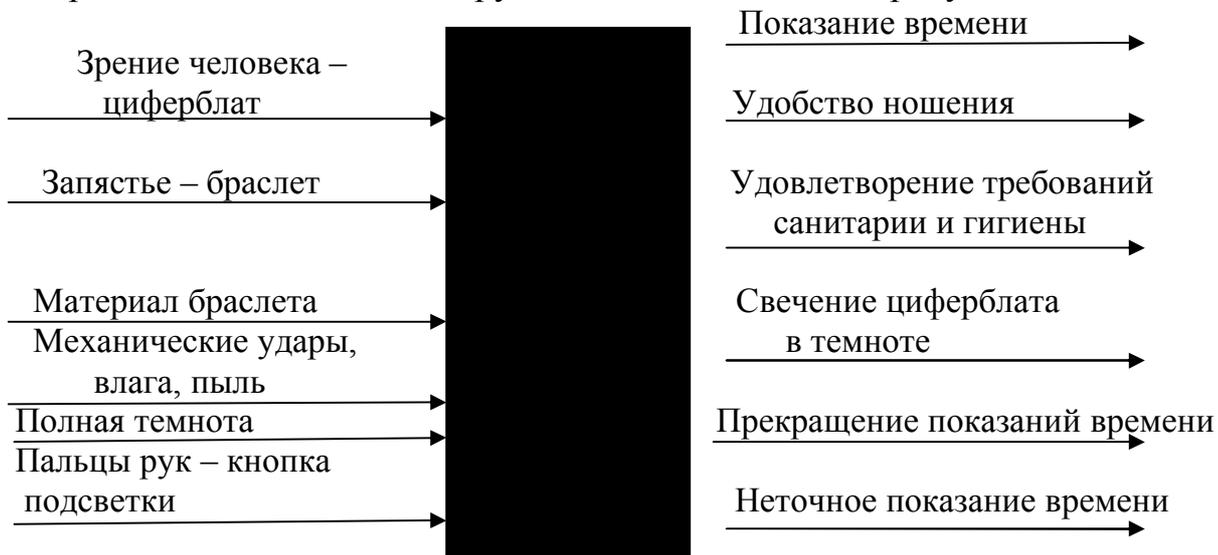


Рисунок 1.2 – Графическая модель «черного ящика» системы «наручные часы»

Приведем способы устранения недостатков системы «наручные часы»:
– для восстановления показаний времени необходимо заменить батарейки;

– для восстановления точности показаний времени необходимо произвести корректировку показаний системы «часы» по эталону времени.

1.3 *Порядок выполнения лабораторной работы*

- 1 Изучите теоретическую часть данной лабораторной работы.
- 2 По названию и назначению заданной системы определите ее главную и основные дополнительные цели.
- 3 В соответствии с назначением и целями системы определите существенные связи системы с объектами окружающей среды.
- 4 Определите и опишите существенные входы и выходы системы.
- 5 Постройте графическую модель «черный ящик» заданной системы.
- 6 Перечислите нежелательные входы и выходы системы.
- 7 Установите основные способы устранения возможных недостатков.

Варианты систем для выполнения лабораторной работы:

- 1) процессор; 2) материнская плата; 3) ПЭВМ; 4) звуковая карта; 5) видеокарта;
- 6) монитор; 7) телефон; 8) автомобильная сигнализация; 9) автомат по сортировке овощей; 10) сканер.

1.4 *Содержание отчета*

Отчет должен включать: 1) цель работы; 2) исходные данные; 3) задачи работы; 4) теоретические сведения; 5) ход выполнения работы; 6) выводы.

1.5 *Контрольные вопросы*

- 1 Дайте определение понятия модели и модели «черный ящик».
- 2 Какая модель называется познавательной, а какая прагматической?
- 3 Как бороться с непознаваемостью объекта?
- 4 Назовите определение интегративного свойства системы.
- 5 Назовите основные трудности построения модели «черный ящик».
- 6 Назовите основные требования к построению моделей.
- 7 Какие свойства системы отображаются при моделировании?
- 8 Назовите принципиальное отличие динамической модели от статической.

Лабораторная работа №2. Построение модели состава системы

Цель работы: освоить процесс построения модели состава системы.

2.1 Теоретические сведения

При рассмотрении любой системы обнаруживается, что ее целостность и обособленность, отображенные в модели «черного ящика», выступают как внешние свойства. Внутренность же «ящика» оказывается неоднородной, что позволяет различать составные части самой системы.

При более детальном рассмотрении некоторые части системы могут быть, в свою очередь, разбиты на составные части и т. д. Те части системы, которые мы рассматриваем как неделимые, называются элементами. Части системы, состоящие более чем из одного элемента, называют подсистемами.

Модель состава ограничивается снизу тем, что считается элементом, а сверху – границей системы. Границы определяются целями построения модели. При необходимости можно ввести обозначения или термины, указывающие на иерархию частей. Графическое представление модели состава системы, описывающая, из каких подсистем и элементов она состоит, представлена на рисунке 2.1.

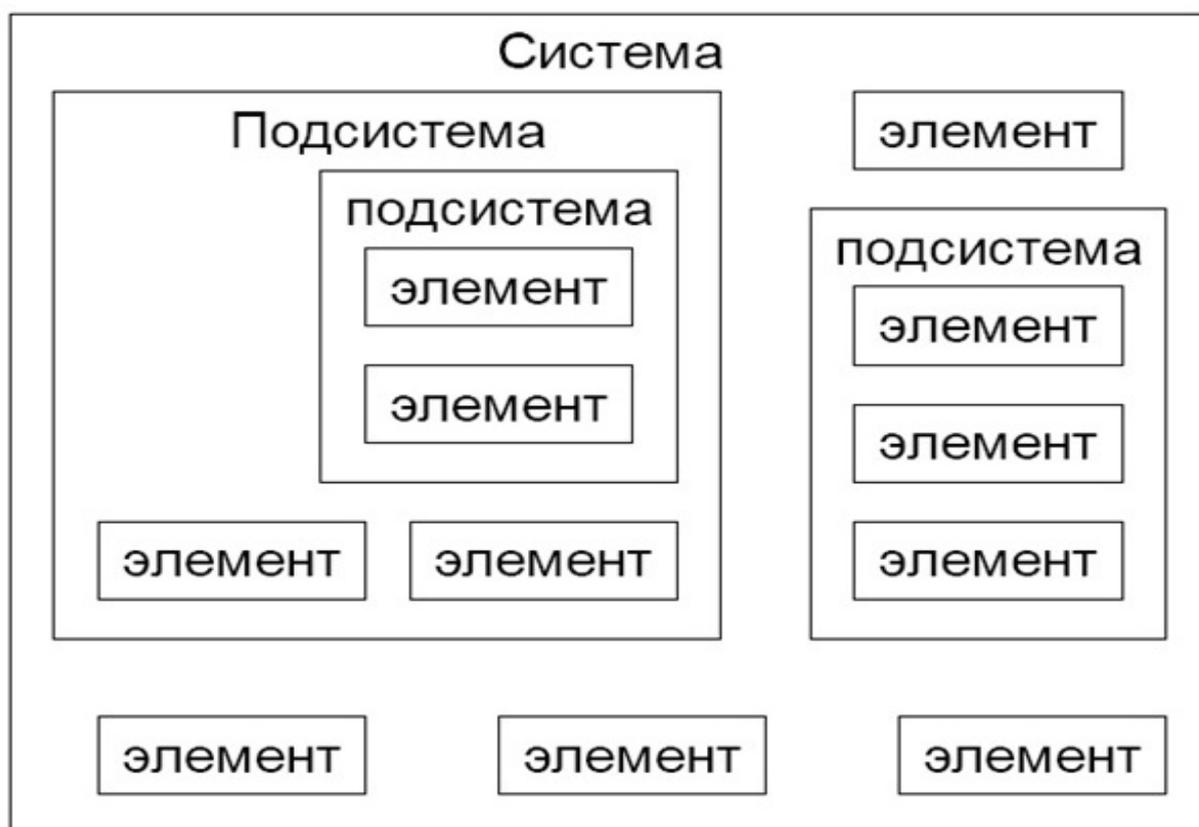


Рисунок 2.1 – Графическая модель состава системы

Построение модели состава системы только на первый взгляд кажется простой задачей. Модели одной и той же системы, разработанные разными экспертами, могут различаться между собой и даже значительно. Причины этого состоят не только в различной степени знания системы: один и тот же эксперт при разных условиях также может создать разные модели. Существуют, по крайней мере, три разные причины этого.

Во-первых, разные модели состава объясняются тем, что понятие элементарности можно определить по-разному. То, что с одной точки зрения кажется элементом, с другой – оказывается подсистемой, подлежащей дальнейшему разделению.

Во-вторых, как и любые модели, модель состава является целевой, а это значит, что для различных целей один и тот же объект требуется разбить на разные части. Например, модель состава самолета с точек зрения летчика, стюардессы, пассажира и аэродромного диспетчера окажутся различными. То, что для одного обязательно войдет в модель, может совершенно не интересовать другого.

В-третьих, модели состава различаются потому, что всякое разделение целого на части, всякое деление системы на подсистемы является относительным, в определенной степени условным. Например, тормозную систему автомобиля можно отнести к ходовой части, либо к подсистеме управления. Другими словами границы между подсистемами условны, относительны.

Главная задача в построении модели состава заключается в том, чтобы правильно согласно определению и назначению системы определить цель системы. Разделение целостной системы на части полностью зависит от целей системы (это относится и к границам между частями системы и к границам самой системы).

2.2 Пример выполнения работы

Пример построения модели состава системы «Система телевидения «Орбита». Главной целью данной системы является передать зрительную и звуковую информацию на большое расстояние практически мгновенно.

Согласно поставленной цели данную систему разобьем на следующие подсистемы: «передача», «связь» и «прием». В свою очередь подсистему «передача» можно разбить на элементы системы «центральная телестудия» и «антенно-передающий центр», подсистему «связь» – на элементы «средства распространения радиоволн» и «спутники ретрансляторы», а подсистему «приема» – на элементы «местные телецентры» и «телевизоры потребителей». Модель состава системы «Система телевидения «Орбита» можно представить в виде таблицы (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Модель состава системы «Система телевидения «Орбита»

Система	Подсистемы	Элементы
Система телевидения «Орбита»	Передающая	Центральная телестудия
		Антенно-передающий центр
	Связь	Средства распространения радиоволн
		Спутники ретрансляторы
	Приемная	Местные телецентры
Телевизоры потребителей		

2.3 Порядок выполнения лабораторной работы

1 Изучите теоретическую часть данной лабораторной работы.

2 По названию и назначению заданной системы определите ее главную цель.

3 В соответствии с назначением и целью системы разбейте исследуемую систему на подсистемы и элементы.

4 Представьте исследуемую систему в графическом виде или в виде таблицы.

Варианты систем для выполнения лабораторной работы: 1) процессор; 2) материнская плата; 3) ПЭВМ; 4) звуковая карта; 5) видеокарта; 6) монитор; 7) фотоаппарат; 8) автомобильная сигнализация; 9) автомат по сортировке овощей; 10) сканер.

2.4 Содержание отчета

Отчет должен включать: 1) цель работы; 2) исходные данные; 3) задачи работы; 4) теоретические сведения; 5) ход выполнения работы; 6) выводы.

2.5 Контрольные вопросы

1 Дайте определение понятия модели и модели состава системы.

2 Дайте определение подсистемы системы и ее элемента.

3 В чем отличие модели «черный ящик» от модели состава системы?

4 Назовите основные трудности построения модели состава системы.

5 Назовите основные требования к построению моделей.

Лабораторная работа №3. Построение модели структуры системы

Цель работы: освоить процесс построения модели структуры системы.

3.1 Теоретические сведения

Несмотря на полезность моделей «черный ящик» и состава системы, существуют проблемы, решить которые с помощью таких моделей нельзя. Например, чтобы получить велосипед, недостаточно иметь отдельные его детали (хотя состав системы налицо). Необходимо еще правильно соединить все детали между собой, или, говоря в общем, установить между элементами определенные связи – отношения. Совокупность необходимых и достаточных для достижения цели отношений между элементами называется структурой системы.

Связь, с точки зрения структуры системы, формирует эту самую структуру. С точки зрения функционирования системы, она преобразует выход одного компонента во вход другого. Основное ее отличие от компонента заключается в том, что это преобразование тривиально. То есть, если компонент изменяет поток, то связь его существенно не изменяет.

В зависимости от задачи один и тот же объект можно моделировать как компонент, а можно – как связь. Так же как входы и выходы, связи могут быть пространственными (структурными) и временными (причинно-следственными).

Структурные связи бывают статическими (энергия, масса или информация, заполняющая связь, не перемещается от одного компонента к другому) и динамическими (от одного компонента к другому идет поток энергии, массы или информации). Статическая связь может переходить в динамическую и наоборот.

Перечень связей между элементами (т. е. структура системы) является отвлеченной, абстрактной моделью, где установлены только отношения между элементами, но не рассмотрены сами элементы. Хотя на практике говорить о связях безотносительно к элементам можно лишь после того, как отдельно рассмотрены сами элементы (т. е. рассмотрена модель состава), теоретически модель структуры можно изучать отдельно.

Бесконечность природы проявляется и в том, что между реальными объектами, вовлеченными в систему, имеется невообразимое (может быть, бесчисленное) количество отношений. Однако когда рассматривается некоторая совокупность объектов как система, то из всех отношений важными, т. е. существенными для достижения цели, являются лишь некоторые. Точнее, в модель структуры (т. е. в список отношений) включается только конечное число связей, которые, по нашему мнению, существенны по отношению к рассматриваемой цели. Модель структуры системы отображает связи между компонентами модели ее состава, т. е. совокупность связанных между собой моделей «черного ящика» для каждой из частей системы. Поэтому трудности построения модели структуры те же, что и для построения модели «черного ящика».

3.2 Пример выполнения работы

Пример построения модели структуры системы «автомобиль». Главной целью данной системы является перемещение на расстояния людей или грузов в заданном направлении. Исходя из главной цели системы, выделим попарно основные узлы и связи между ними. Модель структуры системы «автомобиль» можно представить в виде таблицы (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Модель структуры системы «автомобиль»

Основные элементы	Связи
Двигатель – коробка передач	Первичный вал, вторичный вал
Коробка передач – задний мост	Карданный вал, дифференциал
Задний мост – колеса	Полуоси, диски
Двигатель – топливная система	Коллектор, карбюратор, шланги, топливо
Рулевая система – колеса	Рулевая колонка, полуоси, тяги, диски

3.3 Порядок выполнения лабораторной работы

- 1 Изучите теоретическую часть данной лабораторной работы.
- 2 По названию и назначению заданной системы определите ее главную цель.
- 3 В соответствии с назначением и целью системы разбейте исследуемую систему попарно на основные элементы, которые состоят в отношениях между собой.
- 4 Определите основные связи между выделенными элементами.
- 5 Представьте исследуемую систему в графическом виде или в виде таблицы.

Варианты систем для выполнения лабораторной работы: 1) процессор; 2) материнская плата; 3) ПЭВМ; 4) звуковая карта; 5) видеокарта; 6) монитор; 7) фотоаппарат; 8) автомобильная сигнализация; 9) автомат по сортировке овощей; 10) сканер.

3.4 Содержание отчета

Отчет должен включать: 1) цель работы; 2) исходные данные; 3) задачи работы; 4) теоретические сведения; 5) ход выполнения работы; 6) выводы.

3.5 Контрольные вопросы

- 1 Дайте определение понятия модели и модели структуры системы.
- 2 Дайте определение связи системы.
- 3 В чем различие между понятиями «отношение» и «свойство»?
- 4 Назовите основные трудности построения модели состава системы.

Лабораторная работа №4. Построение структурной схемы системы

Цель работы: освоить построение структурной схемы.

4.1 Теоретические сведения

Модели «черного ящика», состава и структуры образуют еще одну модель, которую будем называть структурной схемой системы; в литературе встречаются также термины «белый ящик», «прозрачный ящик», подчеркивающие ее отличие от модели «черного ящика», а также термин «конструкция системы», который мы будем использовать для обозначения материальной реализации структурной схемы системы.

Перед моделированием внутренней структуры, то есть перед тем как набрать и связать друг с другом компоненты, необходимо определить и понять, зачем эти компоненты нужны (чтобы не включать лишних компонентов и связей между ними). Исходя из этого, вначале должны быть прописаны функции компонентов, затем прописывается последовательность функций компонентов, необходимая для проявления интегративного свойства системы. В структурной схеме указываются все элементы системы, все связи между элементами внутри системы и связи определенных элементов с окружающей средой (входы и выходы системы). Так как все структурные схемы имеют нечто общее, то это побудило математиков рассматривать их как особый объект математических исследований. Оставив в рассматриваемой модели только общее для каждой схемы, в результате получилась схема. Пришлось абстрагироваться от содержательной стороны структурных схем. В которой обозначается только наличие элементов и связей между ними, а также (в случае необходимости) разница между элементами и между связями. Такая схема называется графом.

Следовательно, граф состоит из обозначений элементов произвольной природы, называемых вершинами, и обозначений связей между ними, называемых ребрами (иногда дугами). На рисунке 4.1 изображен граф, вершины которого обозначены кружками, ребра – линиями.

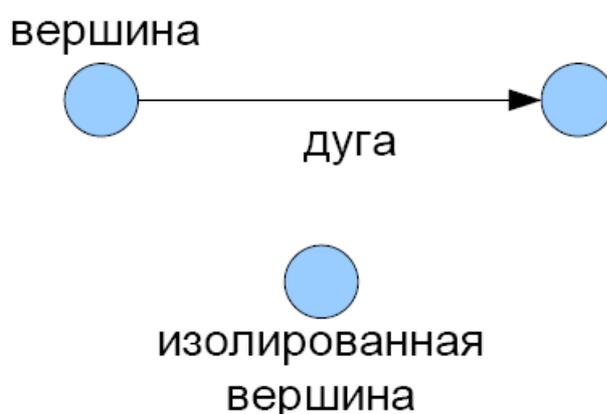


Рисунок 4.1 – Пример графа

Часто бывает необходимо отразить несимметричность некоторых связей; в таких случаях линию, изображающую ребро, снабжают стрелкой (в таком случае ребро становится дугой). Если направления связей не обозначаются, то граф называется неориентированным, при наличии стрелок – ориентированным (полностью или частично).

Пара вершин может быть соединена любым количеством ребер; вершина может быть соединена также сама с собой (тогда ребро называется петлей). Если в графе требуется отразить другие различия между элементами или связями, то либо приписывают разным ребрам различные веса (взвешенные графы), либо раскрашивают вершины или ребра (раскрашенные графы).

Графы могут изображать любые структуры, если не накладывать ограничений на пересекаемость ребер (рисунок 4.2).

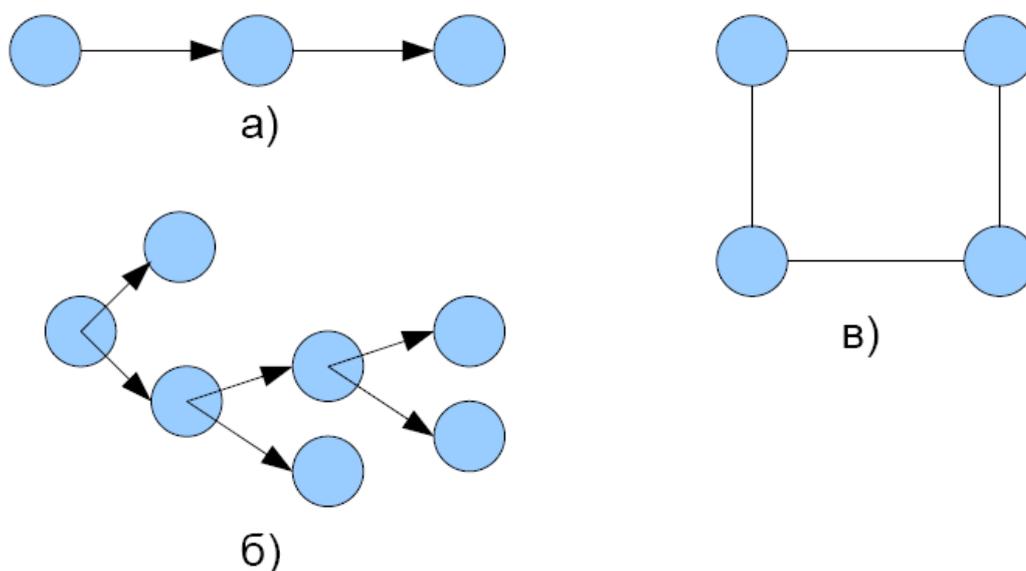


Рисунок 4.2 – Графы, соответствующие различным структурам: а) линейной; б) древовидной; в) матричной

Некоторые типы структур имеют особенности, важные для практики, они выделены из других и получили специальные названия. Так, в организационных системах часто встречаются линейные, древовидные (иерархические) и матричные структуры; в технических системах чаще встречаются сетевые структуры; особое место в теории систем занимают структуры с обратными связями, которые соответствуют кольцевым путям в ориентированных графах.

4.2 Пример выполнения работы

Рассмотрим систему «синхронизируемые часы». Перед моделированием внутренней структуры определим, интегративное свойство системы – точное совпадения показаний с эталоном времени. Считаем, что согласно интегративному свойству в состав исследуемой системы входят три элемента: датчик, индикатор и эталон времени. Структурная схема исследуемой системы представлена на рисунке 4.3.

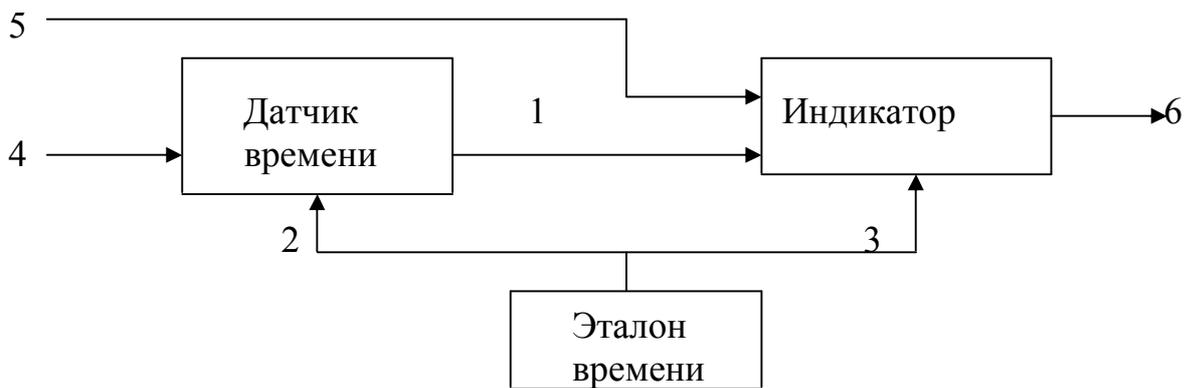


Рисунок 4.3 – Структурная схема системы «синхронизируемые часы»

На рисунке 4.3 описанные связи указаны стрелками 1–3 между элементами. Вход 4 изображает поступление энергии извне, вход 5 соответствует регулировке индикатора, вход 6 – показанию часов.

4.3 Порядок выполнения лабораторной работы

1 Изучите теоретическую часть данной лабораторной работы.

2 По названию и назначению заданной системы определите ее интегративное свойство.

3 В соответствии с интегративным свойством исследуемой системы определите компоненты и связи системы, в том числе с объектами окружающей среды.

4 Постройте структурную схему системы

Варианты систем для выполнения лабораторной работы: 1) процессор; 2) материнская плата; 3) ПЭВМ; 4) звуковая карта; 5) видеокарта; 6) монитор; 7) телефон; 8) автомобильная сигнализация; 9) автомат по сортировке овощей; 10) сканер.

4.4 Содержание отчета

Отчет должен включать: 1) цель работы; 2) исходные данные; 3) задачи работы; 4) теоретические сведения; 5) ход выполнения работы; 6) выводы.

4.5 Контрольные вопросы

1 Дайте определение понятия структурной схемы модели.

2 Назовите определение интегративного свойства системы.

3 Назовите порядок построения структурной схемы модели.

4 Назовите основные требования к построению моделей.

5 Приведите примеры построения структурной схемы системы в виде графа.

Лабораторная работа №5. Сведение многокритериальной задачи к однокритериальной

Цель работы: освоить способ определения наилучшей альтернативы «Сведение многокритериальной задачи к однокритериальной».

5.1 Теоретические сведения

Будем представлять принятие решения как действие над множеством альтернатив, в результате которого получается подмножество выбранных альтернатив. Сужение множества альтернатив возможно, если имеется способ сравнения альтернатив и определение наиболее предпочтительных. Каждый такой способ называют «критерием предпочтения». Обратим внимание на то, что при таком описании выбора считают само собой разумеющимися, уже пройденными, два чрезвычайно важных этапа системного анализа:

1) порождение множества альтернатив, на котором предстоит осуществлять выбор;

2) определение целей, ради достижения которых производится выбор.

Будем считать, что исходное множество альтернатив уже задано и преследуемые нами цели определены настолько детально, что уже имеются критерии оценки и сравнения любых альтернатив.

Самым простым и наиболее развитым (быть может, поэтому чаще употребляемым) является критериальный язык выбора. Такое название языка связано с основным предположением, состоящим в том, что каждую отдельно взятую альтернативу можно оценить конкретным числом (значением критерия), и сравнение альтернатив сводится к сравнению соответствующих им чисел.

Пусть x – некоторая альтернатива из множества X . Считается, что для всех $x \in X$ может быть задана функция $q(x)$, которая называется критерием (критерием качества, целевой функцией, функцией предпочтения, функцией полезности) и обладает тем свойством, что если альтернатива x_1 предпочтительнее x_2 (будем обозначать это $x_1 > x_2$), то $q(x_1) > q(x_2)$ и обратно. Если теперь сделать еще одно важное предположение, что выбор любой альтернативы приводит к однозначно известным последствиям (т. е. считать, что выбор осуществляется в условиях определенности) и заданный критерий $q(x)$ численно выражает оценку этих последствий, то наилучшей альтернативой x^* является, естественно, та, которая обладает наибольшим значением критерия:

$$x^* = \arg \max_{x \in X} q(x). \quad (5.1)$$

Задача отыскания x^* , простая по постановке, часто оказывается сложной для решения, поскольку метод ее решения определяется как характером множества X , так и характером критерия $q(x)$.

Чаще всего на практике оценивание любого варианта единственным числом оказывается неприемлемым упрощением. Более полное рассмотрение альтернатив приводит к необходимости оценивать их не по одному, а по нескольким критериям, качественно различающимся между собой. Например, при выборе конструкции самолета проектировщикам следует учитывать

множество критериев: технических, технологических, экономических, социальных, эргономических и пр.

Даже в обычной жизни при выборе мы почти никогда не используем единственный критерий: вспомним хотя бы затруднения при выборе подарка ко дню рождения или при выборе места стоянки в турпоходе. Для упрощения процесса поиска наилучшей альтернативы рассмотрим способ «Сведение многокритериальной задачи к однокритериальной». Итак, пусть для оценивания альтернатив используется несколько критериев $q_i(x), i = 1, \dots, p$. Как же тогда осуществлять выбор? Вышеуказанный способ состоит в том, чтобы многокритериальную задачу свести к однокритериальной. Это означает введение суперкритерия, т. е. скалярной функции векторного аргумента:

$$q_0(x) = q_0[q_1(x), q_2(x), \dots, q_p(x)]. \quad (5.2)$$

Суперкритерий позволяет упорядочить альтернативы по величине q_0 , выделив тем самым наилучшую (в смысле этого критерия). Вид функции q_0 определяется тем, как мы представляем себе вклад каждого критерия в суперкритерий. Обычно используют аддитивные или мультипликативные функции:

$$q_0 = \sum_{i=1}^p \{\alpha_i q_i / s_i\}, \quad (5.3)$$

$$1 - q_0 = \prod_{i=1}^p \{1 - [\beta_i q_i / s_i]\}. \quad (5.4)$$

Коэффициенты s_i обеспечивают, во-первых, безразмерность числа q_i / s_i (частные критерии могут иметь разную размерность) и, во-вторых, в необходимых случаях, как в формуле (5.4), выполнения условия $\beta_i q_i / s_i < 1$. Коэффициенты α_i и β_i отражают относительный вклад частных критериев в суперкритерий.

Итак, при данном способе задача сводится к максимизации суперкритерия:

$$x^* = \arg \max_{x \in X} q_0[q_1(x), \dots, q_p(x)]. \quad (5.5)$$

5.2 Примеры выполнения работы

С помощью способа «Сведение многокритериальной задачи к однокритериальной» определим суперкритерий для поиска наилучшей альтернативы системы «мотоцикл». Определим и перечислим основные критерии оценки системы «мотоцикл» и их единицы измерения: стоимость (у. е.), максимальная скорость (км/ч), разгон до 100 км (с), пробег (км), вес мотоцикла (кг), мощность двигателя (л. с.), расход топлива на 100 км (л).

Суперкритерий представим в виде аддитивной функции:

$$q_0 = \sum_{i=1}^p \{ \alpha_i q_i / s_i \} .$$

Основные значения коэффициентов α_i и s_i представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Основные критерии и значения коэффициентов α_i и s_i .

№	Наименование критерия	Единица измерения	Коэффициент α_i	Коэффициент s_i
q ₁	Стоимость	у. е.	1/1000	1/у. е.
q ₂	Максимальная скорость	км/ч	1/30	1/км/ч
q ₃	Разгон до 100 км	с	1	1/с
q ₄	Пробег	км	1/100000	1/км
q ₅	Вес мотоцикла	кг	1/30	1/кг
q ₆	Мощность двигателя	л. с.	1/20	1/л. с.
q ₇	Расход топлива на 100 км	л	1.5	1/л

Для определения суперкритерия нахождения наилучшей альтернативы системы «мотоцикл», используя формулу (5.3), получим следующую зависимость:

$$q_0(x) = -q_1(x) / 1000 \text{ у.е.} + q_2(x) / 30 \text{ км /ч} - q_3(x)/\text{с} - q_4(x) / 100000 \text{ км} + q_5(x)/30 \text{ кг} + q_6(x) / 20 \text{ л. с.} - q_7(x) / 1,5 \text{ л.}$$

5.3 Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучите теоретическую часть данной лабораторной работы.
2. Определите существенные критерии для оценки заданных альтернатив.
3. Определите величину и размерность коэффициентов.
4. Выберите необходимую функцию для определения суперкритерия.
5. Представьте суперкритерий в виде математической зависимости.

Варианты систем для выполнения лабораторной работы: 1) процессор; 2) материнская плата; 3) ПЭВМ; 4) звуковая карта; 5) видеокарта; 6) монитор; 7) телефон; 8) автомобильная сигнализация; 9) автомат по сортировке овощей; 10) сканер.

5.4 Содержание отчета

Отчет должен включать: 1) цель работы; 2) исходные данные; 3) задачи работы; 4) теоретические сведения; 5) ход выполнения работы; 6) выводы.

5.5 Контрольные вопросы

- 1 Дайте определение понятия «выбор».
- 2 Назовите основные требования для определения коэффициентов.
- 3 Назовите достоинство и недостатки способа «Сведение многокритериальной задачи к однокритериальной».

Лабораторная работа №6. Поиск альтернативы с заданными свойствами

Цель работы: освоить способ поиска альтернативы с заданными свойствами.

6.1 Теоретические сведения

Способ многокритериального выбора «Поиск альтернативы с заданными свойствами» относится к случаю, когда заранее могут быть указаны значения частных критериев (или их границы), и задача состоит в том, чтобы найти альтернативу, удовлетворяющую этим требованиям, либо, установив, что такая альтернатива во множестве x отсутствует, найти в x альтернативу, которая подходит к поставленным целям ближе всего. Характеристики решения такой задачи (сложность процесса вычислений, скорость сходимости, конечная точность и пр.) зависят от многих факторов. Рассмотрим принципиальные моменты данного подхода.

Удобным свойством является возможность задавать желательные значения \bar{q}_i критериев как точно, так и в виде верхних или нижних границ. Назначаемые значения величин \bar{q}_i иногда называют уровнями притязаний, а точку их пересечения в p -мерном пространстве критериев – целью или опорной точкой, идеальной точкой. Поскольку уровни притязаний задаются без точного знания структуры множества x в пространстве частных критериев, целевая точка может оказаться как внутри, так и вне x .

Теперь идея оптимизации состоит в том, чтобы, начав с любой альтернативы, приближаться к x^* по некоторой траектории в пространстве X . Это достигается введением числовой меры близости между очередной альтернативой x и целью x^* , т. е. между векторами $q(x) = (q_1(x), \dots, q_p(x))$ и $\bar{q} = (\bar{q}_1, \dots, \bar{q}_p)$. Можно по-разному количественно описать эту близость. Например, используя расстояния типа

$$d_k(q, \bar{q}) = \left(\sum_{i=1}^p w_i |q_i(x) - \bar{q}_i|^k \right)^{1/k}$$

либо расстояния типа

$$S(q, \bar{q}) = \min_i \alpha_i (q_i - \bar{q}_i) + a_{p+1} \sum_{i=1}^p \alpha_i (q_i - \bar{q}_i),$$

где считается, что $q_i \geq \bar{q}_i$, α_i – коэффициенты, приводящие слагаемые к одинаковой размерности и одновременно учитывающие равнозначность критериев, а a_{p+1} выражает наше отношение к тому, что важнее – уменьшать близость к цели любого из частных критериев или суммарную близость всех критериев к целевым значениям.

Если часть уровней притязания ограничивают критерии снизу ($q_i \geq \bar{q}_i$, $i = 1, \dots, p'$), часть ограничивают их сверху ($q_i \leq \bar{q}_i$, $i = p'+1, \dots, p''$), а остальные задают их жестко ($q_i = \bar{q}_i$, $i = p''+1, \dots, p$), то функцию $S(q, \bar{q})$ модифицируют:

$$S(q, \bar{q}) = \min_i Z(q_i, \bar{q}_i) + a_{p+1} \sum_{i=1}^p Z(q_i, \bar{q}_i),$$

где

$$Z(q_i, \bar{q}_i) = \begin{cases} \alpha_i(q_i - \bar{q}_i) & \text{при } 1 \leq i \leq p', \\ \alpha_i(\bar{q}_i - q_i) & \text{при } p'+1 \leq i \leq p'', \\ \alpha_i \min [(q_i - \bar{q}_i), (\bar{q}_i - q_i)] & \text{при } p''+1 \leq i \leq p. \end{cases}$$

6.2 Примеры выполнения работы

С помощью способа «Поиск альтернативы с заданными свойствами» определим наиболее приемлемую альтернативу системе «GPS-навигатор». Основные требуемые характеристики системы «GPS-навигатор» приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Основные критерии и их значения требуемого GPS-навигатора

Наименование критерия	Требуемый параметр
1 Тип процессора	Atlas-IV, Windows CE(6,0)
2 Тактовая частота	≥ 500 МГц
3 Разъем для внешней антенны	есть
4 Способ ввода данных	Сенсорный дисплей
5 Размер экрана	≥ 4 "
6 Объем энергонезависимой памяти	1Гб
7 Поддержка карт памяти	MikroSDHC, SD(SDHC до 32Гб)
8 Навигация. Расчет площади	есть
9 Интерфейс. Bluetooth	есть
10 Цена	200 у. е.

Исследуемые альтернативы и значения их характеристик представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Исследуемые GPS-навигаторы и значения их характеристик

Наименование критерия	Требуемый параметр	Globus GL-570W	Globus GL-300HD	Goclever Rider 350
1 Тип процессора	Atlas-IV, Windows CE(6,0)	Atlas-IV,	SiRF Atlas-4 ARM11 CPU	Atlas-IV,
2 Тактовая частота	≥ 500 МГц	500МГц	500МГц	533Гц
3 Разъем для внешней антенны	+	+	-	-
4 Способ ввода данных	Сенсорный дисплей	Сенсорный дисплей	Сенсорный дисплей	Сенсорный дисплей
5 Размер экрана	≥ 4 "	5"	6"	3,5"
6 Объем энергонезависимой памяти	1Гб	2Гб	4Гб	256 Мб
7 Поддержка карт памяти	MikroSDHC, SD(SDHC) до 32Гб	MikroSDHC, SD(SDHC) до 32Гб	SD(SDHC) до 32Гб	MMC, SD до 8Гб
8 Навигация. Расчет площади	есть	есть	нет	нет
9 Интерфейс. Bluetooth	есть	есть	нет	нет
10 Цена	200 у. е.	180 у. е.	280 у. е.	220 у. е.

Проанализировав данные таблицы 6.2, можно сделать вывод, что наиболее приемлемой альтернативой является GPS-навигатор типа Globus GL-570W.

6.3 Порядок выполнения лабораторной работы

- 1 Изучите теоретическую часть данной лабораторной работы.
- 2 Определите существенные критерии для оценки заданных альтернатив.
- 3 Определите и установите заданные величины критериев.
- 4 Выберите необходимую функцию для определения суперкритерия с учетом сделанных ограничений.
- 5 Определите наиболее близкую и приемлемую альтернативу.

Варианты систем для выполнения лабораторной работы: 1) процессор; 2) материнская плата; 3) ПЭВМ; 4) звуковая карта; 5) видеокарта; 6) монитор; 7) телефон; 8) автомобильная сигнализация; 9) автомат по сортировке овощей; 10) сканер.

6.4 *Содержание отчета*

Отчет должен включать: 1) цель работы; 2) исходные данные; 3) задачи работы; 4) теоретические сведения; 5) ход выполнения работы; 6) выводы.

6.5 *Контрольные вопросы*

1 Дайте определение понятия «принятие решения».

2 Дайте определения способа «Поиск альтернативы с заданными свойствами».

3 Назовите достоинство и недостатки способа «Поиск альтернативы с заданными свойствами».

Лабораторная работа №7. Нахождение паретовского множества

Цель работы: освоить способ нахождения паретовского множества для определения наилучшей альтернативы.

7.1 Теоретические сведения

Способ нахождения паретовского множества – полностью формализуемый способ многокритериального выбора – состоит в отказе от выделения единственной «наилучшей» альтернативы и соглашении о том, что предпочтение одной альтернативы перед другой можно отдавать только в случае, если первая по всем критериям лучше второй. Если же предпочтение хотя бы по одному критерию расходится с предпочтением по другому, то такие альтернативы признаются несравнимыми. В результате попарного сравнения альтернатив все худшие по всем критериям альтернативы отбрасываются, а все оставшиеся несравнимые между собой принимаются. Если все максимально достижимые значения частных критериев не относятся к одной и той же альтернативе, то принятые альтернативы образуют множество Парето и выбор на этом заканчивается. При необходимости же выбора единственной альтернативы следует привлекать дополнительные соображения: вводить новые добавочные критерии и ограничения, бросить жребий либо прибегать к услугам экспертов.

7.2 Примеры выполнения работы

Дано множество (альтернатив) системы «Ноутбук» и основные их (критерии) характеристики. Исследуемые альтернативы их характеристик представлены в таблице 7.1.

Проанализировав данные таблицы 7.1 и сравнив попарно параметры альтернатив, можно сделать вывод, что паретовское множество составляют две альтернативы: альтернатива Toshiba Satellite A660 – 10X и альтернатива HP Pavilion dv – 4045er.

7.3 Порядок выполнения лабораторной работы

- 1 Изучите теоретическую часть данной лабораторной работы.
- 2 Определите существенные критерии для оценки заданных альтернатив.
- 3 Определите и установите заданные величины критериев.
- 4 Попарно сравните исследуемые альтернативы и все худшие по всем критериям отбросьте, а все оставшиеся и несравнимые между собой включите в паретовское множество.

Таблица 7.1 – Исследуемые альтернативы и их характеристики

Наименование критерия	Toshiba Satellite A660 – 10X	HP Pavilion dv – 4045er	HP Pavilion dv – 7-4120er
1 Количество ядер процессора	4	4	2
2 Тактовая частота процессора, ГГц	1,6	1,6	1,6
3 Диагональ экрана	16	17,3	17,3
4 Объем оперативной памяти, Гб	4096	4096	4096
5 Емкость жесткого диска, Гб	640	640	500
6 Вес, кг	2,62	3,06	3,03
7 Количество активных пикселей камеры, Мпикс	1,3	1,3	1,3
8 Стоимость, у. е.	1300	1350	1280

Варианты систем для выполнения лабораторной работы: 1) процессор; 2) материнская плата; 3) ПЭВМ; 4) звуковая карта; 5) видеокарта; 6) монитор; 7) телефон; 8) автомобильная сигнализация; 9) автомат по сортировке овощей; 10) сканер.

7.4 Содержание отчета

Отчет должен включать: 1) цель работы; 2) исходные данные; 3) задачи работы; 4) теоретические сведения; 5) ход выполнения работы; 6) выводы.

7.5 Контрольные вопросы

- 1 Дайте определение способа нахождения паретовского множества.
- 2 Назовите достоинство и недостатки способа нахождения паретовского множества.
- 3 Назовите основные требования к построению моделей.
- 4 Когда необходимо прибегать к дополнительным методам для определения наилучшей альтернативы?

Лабораторная работа №8. Выбор альтернативы на языке бинарных отношений

Цель работы: освоить поиск наилучшей альтернативы на языке бинарных отношений

8.1 Теоретические сведения

Более общий язык, на котором описывается выбор, – это язык бинарных отношений. Его большая, нежели у критериального языка, общность основана на учете того факта, что в реальности дать оценку отдельно взятой альтернативе часто затруднительно или невозможно; однако если рассматривать ее не в отдельности, а в паре с другой альтернативой, то находятся основания сказать, какая из них более предпочтительна. Таким образом, основные предположения этого языка сводятся к следующему: 1) отдельная альтернатива не оценивается, т. е. критериальная функция не вводится; 2) для каждой пары альтернатив (x, y) некоторым образом можно установить, что одна из них предпочтительнее другой либо они равноценны или несравнимы (чаще всего последние два понятия отождествляются); 3) отношение предпочтения внутри любой пары альтернатив не зависит от остальных альтернатив, представленных к выбору.

Математически бинарное отношение R на множестве X определяется как определенное подмножество упорядоченных пар (x, y) . Удобно использовать обозначение xRy (если x находится в отношении R с y) и $x\bar{R}y$ – в противном случае. Множество всех пар $\{(x, y), x, y \in X\}$ называется полным («универсальным») бинарным отношением. Поскольку в общем случае не все возможные пары (x, y) удовлетворяют условиям, накладываемым отношением R , бинарное отношение является некоторым подмножеством полного бинарного отношения, т. е. $R \in X^* X$. Задать отношение – это значит тем или иным способом указать все пары (x, y) , для которых выполнено отношение R .

Существует четыре разных способа задания отношений (рисунок 8.1) преимущества каждого проявляются при разных характеристиках множества X .

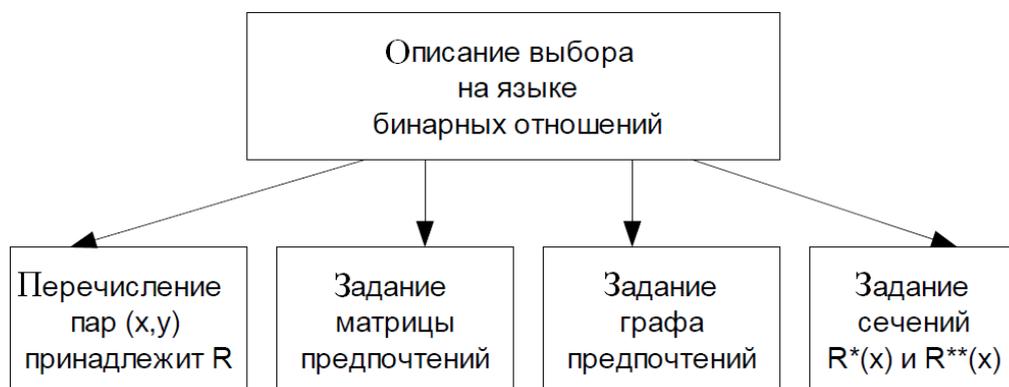


Рисунок 8.1 – Способы описания выбора на языке бинарных отношений

Первый, очевидный, способ состоит в непосредственном перечислении таких пар. Ясно, что он приемлем лишь в случае конечного множества X .

Второй удобный способ задания отношения R на конечном множестве – матричный. Все элементы нумеруются, и матрица отношения R определяется своими элементами $a_{ij}(R) = \{1: x_i R x_j; 0: x_i \bar{R} x_j\}$ для всех i и j .

Третий способ – задание отношения графом. Вершинам графа $G(R)$ ставят в соответствие (пронумерованные) элементы множества X , и если $x_i R x_j$, то от вершины x_i проводят направленную дугу к вершине x_j ; если же $x_i \bar{R} x_j$, то дуга отсутствует.

Для определения отношений на бесконечных множествах используется четвертый способ – задание отношения R сечениями.

Множество

$$R^+(x) = \{y \in X \mid (y, x) \in R\}$$

называется верхним сечением отношения R , а множество – нижним сечением.

$$R^-(x) = \{y \in X \mid (x, y) \in R\}.$$

Иначе говоря, верхнее сечение – это множество всех $y \in X$, которые находятся в отношении $y R x$ с заданным элементом $x \in X$, а нижнее сечение – множество всех $y \in X$, с которыми заданный элемент x находится в отношении R . Отношение однозначно определяется одним из своих сечений.

8.2 Примеры выполнения работы

Дано множество альтернатив «ноутбук» с помощью способа «Выбор на языке бинарных отношений» определим наиболее приемлемую альтернативу. Основные характеристики системы «ноутбук» заданных альтернатив приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Основные критерии и значения заданных альтернатив

Наименование критерия	Toshiba Satellite A660-10X (A)	HP Pavilion dv7-1253ca (B)	Asus G73JH-TY031 (C)
1 Количество ядер процессора	4	4	4
2 Вес, кг	2,62	3,52	3,85
3 Диагональ экрана	16	17	17,3
4 Емкость жесткого диска, Гб	640	500	2 x 320
5 Стоимость, у. е.	1100	1200	1700

Произведем описание выбора способом задания матрицы предпочтений

Количество ядер	Вес	Диагональ	Емкость	Стоимость
	А В С		А В С	
А	0 1	0 0	1 0	0 1
В	0 1	1 0	0 0	0 1
С	0 0	1 1	0 1	0 0

Проанализировав данные таблиц, можно сделать вывод, что наиболее приемлемой альтернативой является альтернатива А (Toshiba Satellite A660-10X) .

8.3 Порядок выполнения лабораторной работы

- 1 Изучите теоретическую часть данной лабораторной работы.
- 2 Определите существенные критерии для оценки заданных альтернатив.
- 3 Определите и установите заданные величины критериев.
- 4 Выберите необходимый способ описания выбора на языке бинарных отношений.
- 5 Определите наилучшую альтернативу.

Варианты систем для выполнения лабораторной работы: 1) процессор; 2) материнская плата; 3) ПЭВМ; 4) звуковая карта; 5) видеокарта; 6) монитор; 7) телефон; 8) автомобильная сигнализация; 9) автомат по сортировке овощей; 10) сканер.

8.4 Содержание отчета

Отчет должен включать: 1) цель работы; 2) исходные данные; 3) задачи работы; 4) теоретические сведения; 5) ход выполнения работы; 6) выводы.

8.5 Контрольные вопросы

- 1 Назовите и поясните суть четырех способов описания выбора на языке бинарных отношений.
- 2 Назовите свойства бинарных отношений.
- 3 Назовите достоинства и недостатки способа в описании выбора на языке бинарных отношений.

Лабораторная работа №9. Стратифицированное представление систем

Цель работы: освоить описание систем с помощью страт.

9.1 Теоретические сведения

Сложную систему почти невозможно описать полно и детально, что по существу вытекает уже из определения такой системы. Основная дилемма состоит в нахождении компромисса между простотой описания, что является одной из предпосылок понимания, и необходимостью учета многочисленных поведенческих (т. е. типа вход – выход) характеристик сложной системы.

Разрешение этой дилеммы принято искать в иерархическом описании. Система задается семейством моделей, каждая из которых описывает поведение системы с точки зрения различных уровней абстрагирования. Для каждого уровня существует ряд характерных особенностей и переменных, законов и принципов, с помощью которых и описывается поведение системы.

Чтобы такое иерархическое описание было эффективным, необходима как можно большая независимость моделей для различных уровней системы. Чтобы отличить эту концепцию иерархии от других, используют термин стратифицированная система, или стратифицированное описание. Уровни абстрагирования, включающие стратифицированное описание, называют стратами. На каждой страте в иерархии структур имеется свой собственный набор переменных, которые позволяют в значительной степени ограничить изучение только одной стратой.

Независимость страт открывает возможность для более глубокого и детального изучения поведения системы; однако, предположение о полной независимости страт было бы неоправданным, поэтому пренебрежение их взаимной зависимостью может привести лишь к неполному пониманию поведения системы в целом. В самом деле, ограничение, скажем, только биологическим исследованием системы (человек) уже само по себе означает изоляцию, ибо совершенно очевидно, что рассматриваемая система может быть описана, с одной стороны, на условии страты химии или физики, а с другой – на страте экологии или социологии.

Выбор страт, в терминах которых описывается данная система, зависит от наблюдателя, его знания и заинтересованности в деятельности системы, хотя для многих систем некоторые страты кажутся естественными, внутренне им присущими. Аспекты описания функционирования системы на различных стратах в общем случае не связаны между собой, поэтому принципы и законы, используемые для характеристики системы на любой страте, в общем случае не могут быть выведены из принципов, используемых на других стратах. Поэтому стратифицированное описание есть описание одной и той же системы с различных точек зрения. На каждой страте имеется свой собственный набор терминов, концепций и принципов. То, что является объектом рассмотрения на данной страте, более подробно раскрывается на нижерасположенной страте; эле-

мент становится набором; подсистема на данной страте является системой для нижележащей страты.

9.2 Пример выполнения работы

Рассмотрим систему «Машина, генерирующая текст». Данная система имеет лишь один выход – реальное физическое «произношение» литературного текста. Управление же системой может быть описано с помощью четырех страт (см. рисунок 9.1).



Рисунок 9.1 – Представление машины, генерирующей текст с помощью страт

Первая страта имеет дело с генерацией букв, причем система описывается как машина, производящая звуки. На второй страте осуществляется объединение букв в последовательности, которые воспринимаются как слова в грамматике данного языка: система рассматривается как машина, производящая слова. На третьей страте система рассматривается с точки зрения построения предложений в соответствии с заданными синтаксическими и семантическими правилами. Наконец, на четвертой страте система оценивается в соответствии с определенными литературно-эстетическими стандартами с точки зрения стиля и литературной ценности всей композиции.

9.3 Порядок выполнения лабораторной работы

- 1 Изучите теоретическую часть данной лабораторной работы.
- 2 Определите основные уровни описания заданной системы.
- 3 Представьте исследуемую систему с помощью страт.

Варианты систем для выполнения лабораторной работы: 1) процессор; 2) материнская плата; 3) ПЭВМ; 4) звуковая карта; 5) видеокарта; 6) монитор; 7) телефон; 8) автомобильная сигнализация; 9) автомат по сортировке овощей; 10) сканер.

9.4 *Содержание отчета*

Отчет должен включать: 1) цель работы; 2) исходные данные; 3) задачи работы; 4) теоретические сведения; 5) ход выполнения работы; 6) выводы.

9.5 *Контрольные вопросы*

- 1 Дайте определение многоуровневой иерархической системы.
- 2 Назовите основные виды иерархий.
- 3 Дайте понятие терминов «страта», «слой» и «эшелон».
- 4 От чего зависит выбор страт?

Методические указания по выполнению курсовой работы

Курсовая работа является заключительным этапом изучения предмета «Общая теория систем». Целью курсовой работы является систематизация, закрепление и расширение теоретических знаний и практических навыков, полученных на лекционных занятиях, развитие умения построения моделей состава и моделей структуры объектов современных информационных технологий.

Основными задачами курсовой работы являются: 1) разработка структурной схемы заданного технического устройства или программного продукта с выявлением иерархической структуры рассматриваемого объекта; 2) разработка модели состава и модели структуры заданного объекта; 3) выбор технического решения, наиболее полно удовлетворяющего заданию по курсовой работе. Выбор производится из нескольких возможных технических решений на основании анализа достижений в области ремонта радиоэлектронной техники.

Тематика курсовой работы по специальности определяется следующими основными направлениями:

1) анализ современных информационных технологий с позиций общей теории систем. Разработка программных средств для решения задач передачи и преобразования информации.

2) анализ объектов вычислительной техники с позиций общей теории систем. Проведение измерений производительности оборудования.

3) анализ электронных объектов в рамках общей теории систем. Разработка концепции построения электронных устройств и систем.

Перечень тем курсовых работ

1 Анализ модели состава и модели структуры интерфейса USB 2.0.

2 Анализ модели состава и модели структуры интерфейса FireWire (IEEE 1394).

3 Анализ модели состава и модели структуры интерфейса Wi-Fi (IEEE 802.11 a/b/g/n).

4 Разработка модели состава и модели структуры электронной системы удаленного управления технологическими процессами.

5 Разработка модели состава и модели структуры электронной системы «умный дом».

6 Разработка модели состава и модели структуры электронной системы безопасности коттеджа с удаленным управлением.

7 Разработка модели состава и модели структуры электронной системы отопления и вентиляции коттеджа с удаленным управлением.

8 Анализ модели состава и модели структуры кластерной вычислительной системы.

9 Анализ модели состава и модели структуры массивно-параллельной вычислительной системы.

10 Анализ модели состава и модели структуры векторной вычислительной системы.

- 11 Анализ модели состава и модели структуры ОС Windows 2000/XP.
- 12 Анализ модели состава и модели структуры «модели передачи данных Open Systems Interconnection – OSI».
- 13 Анализ модели состава и модели структуры интерфейса CAN.
- 14 Анализ модели состава и модели микроконтроллера Microchip PIC18F2580.
- 15 Анализ модели состава и модели структуры глобальной системы связи с подвижными объектами (Global System for Mobile Communications – GSM 900/1800).
- 16 Анализ модели состава и модели структуры системы многостанционного доступа с кодовым разделением каналов (Code Division Multiple Access – CDMA).
- 17 Анализ модели состава и модели структуры Active Directory (Windows 2000 Server).
- 18 Анализ модели состава и модели структуры протокола TCP/IP.
- 19 Анализ модели состава и модели структуры службы имён доменов (Domain Name Service – DNS).
- 20 Анализ модели состава и модели структуры протокола динамического конфигурирования узла (Dynamic Host Configuration Protocol – DHCP).
- 21 Описание входов и выходов персональной ЭВМ. Построение модели состава и модели структуры ПЭВМ.
- 22 Описание входов и выходов графического адаптера ЭВМ. Построение модели состава и модели структуры графического адаптера ЭВМ.
- 23 Описание входов и выходов звукового адаптера ЭВМ. Построение модели состава и модели структуры звукового адаптера ЭВМ.
- 24 Анализ модели состава и модели структуры интерфейса Bluetooth (IEEE 802.15).
- 25 Анализ модели состава и модели структуры формата Mpeg Layer 3 (MP3).
- 26 Анализ модели состава и модели структуры формата JPEG.
- 27 Анализ модели состава и модели структуры форматов WAV и BMP.
- 28 Анализ модели состава и модели структуры SDR SDRAM.
- 29 Анализ модели состава и модели структуры модулей памяти DDR1 SDRAM.
- 30 Анализ модели состава и модели структуры модулей памяти DDR2 SDRAM.

Методика выполнения курсовой работы. В процессе работы студент должен расширить и углубить теоретические и практические знания в области общей теории систем. Приступить к работе нужно с детального изучения индивидуального задания. При этом необходимо уяснить цель работы, сформулировать основные, подлежащие разработке вопросы, оценить специфические требования задания. После того, как сформулированы цели и задачи, необходимо четко спланировать порядок выполнения курсовой работы на весь период работы над ней. Здесь следует предусмотреть подбор и изучение подходящей технической литературы, повторение отдельных дисциплин учебного плана, разработку схем анализируемого изделия, разработку расчетной части (при необходимости).

После написания курсовой работы руководитель проверяет пояснительную записку и графическую часть, а также работоспособность компьютерной программы, если работа имеет такое исполнение, и определяет готовность курсовой работы в целом.

Курсовая работа состоит из пояснительной записки (ПЗ) и графической части (если необходимо). Содержание пояснительной записки определяется заданием. Так, например, при разработке программных средств для решения задач передачи и преобразования информации в пояснительной записке должны быть отражены следующие вопросы:

– введение (необходимо кратко изложить задание, обосновать важность, актуальность и альтернативы рассматриваемой технологии или системы. Определить цель и задачи исследуемой системы).

1 Модель состава системы (необходимо выполнить анализ заданной системы, выделить функциональные единицы, узлы, подсистемы и элементы, определить их назначение и основные характеристики).

1.1 Определение входов и выходов исследуемого объекта.

1.2 Анализ состава объекта.

1.3 Назначение и характеристики составных элементов объекта.

2 Модель структуры системы (необходимо выполнить анализ заданной системы, выделить связи между элементами, подсистемами, а также отношения между ними, определить их вид, параметры и назначение).

2.1 Определение элементов и связей между ними.

2.2 Анализ связей между элементами системы.

3 Структурная схема системы (указать и описать все элементы системы, все связи между элементами внутри системы и связи определенных элементов с окружающей средой).

3.1 Разработка структурной схемы устройства.

3.2 Разработка иерархической структуры устройства.

4 Описание работы системы.

Заключение.

Список используемой литературы.

Приложение А – Листинг программы.

Объем ПЗ должен быть в пределах 15–20 страниц печатного текста.

Материал ПЗ располагается в следующем порядке.

Титульный лист (приложение А)

Задание по курсовой работе (приложение Б)

Содержание (оглавление)

Введение

Разделы курсовой работы

Заключение

Список литературы

Приложение

Оформление ПЗ осуществляется в соответствии с требованиями стандарта предприятия СТП01 2010. Дипломные проекты (работы). Общие требования. – Минск : БГУИР, 2010.

Рекомендуемая литература

- 1 Гулякина, Н. А. Общая теория систем [Электронный ресурс]: электронный учебно-методический комплекс. – Минск : БГУИР, 2007 (Кафедра интеллектуальных информационных технологий).
- 2 Перегудов, Ф. И. Введение в системный анализ / Ф. И. Перегудов, Ф. П. Тарасенко. – М. : Высш. шк., 1989.
- 3 Клир, Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач / Дж. Клир. – М. : Радио и связь, 1990.
- 4 Месарович, М. Общая теория систем : математические основы / М. Месарович, И. Такахара. – М. : Мир, 1978.
- 5 Попов, Э. В. Статические и динамические экспертные системы / Э. В. Попов [и др.]. – М. : Финансы и статистика, 1996.
- 6 Сурмин, Ю. П. Теория систем и системный анализ : учеб. пособие / Ю. П. Сурмин. – Киев : МАУП, 2003.
- 7 Купер, Дж. Вероятностные методы анализа сигналов и систем / Дж. Купер, К. Макгиллем. – М. : Мир, 1989.
- 8 Отнес, Р. Прикладной анализ временных рядов / Р. Отнес, Л. Эноксон. – М. : Мир, 1982.
- 9 Поспелов, Д. А. Ситуационное управление : теория и практика / Д. А. Поспелов. – М. : Наука, 1986.

Приложение А
(обязательное)
Пример оформления титульного листа

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники
Кафедра инженерной психологии и эргономики**

КУРСОВАЯ РАБОТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОБЩАЯ ТЕОРИЯ СИСТЕМ»

**ТЕМА: РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СОСТАВА И МОДЕЛИ СТРУКТУРЫ
ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ КОТТЕДЖА
С УДАЛЕННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ**

Выполнил студент гр. 810901

(А. М. Ермаков)

Проверил профессор каф. ИПиЭ

(Л. П. Пилиневич)

Минск, 2011

Приложение Б
Пример оформления задания по курсовой работе

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Факультет компьютерного проектирования

«УТВЕРЖДАЮ»
Заведующий кафедрой ИПиЭ
К.Д. Яшин
16 февраля 2011 г.

ЗАДАНИЕ

по курсовой работе

Студенту *Ермакову Алексею Михайловичу*

1. Тема курсовой работы: *Анализ модели состава и модели структуры стандарта сотовой связи GSM*
2. Дата защиты курсовой работы *25.05.2011 г.*
3. Исходные данные для курсовой работы

1) стандарт сотовой связи GSM; 2) общая теория систем: лабораторный практикум для студентов всех форм обучения по специальности: 1-58 01 01 «Инженерно-психологическое обеспечение информационных технологий», Минск: БГУИР, 2011; 3) Положение об организации и проведении курсового проектирования в БГУИР. – Минск: БГУИР 2010 г.

4. Содержание пояснительной записки

Введение. 1. История развития стандарта сотовой связи GSM: достоинства и недостатки. 2. Модель черного ящика «Стандарт сотовой связи GSM». 3. Модель состава системы «Стандарт сотовой связи GSM». 4. Описание работы системы. Заключение. Список используемой литературы. Приложение.

5. Консультант по курсовой работе *профессор Л. П. Пилинович*

6. Дата выдачи задания *16. 02.2011 г.*

7. Календарный график выполнения курсовой работы.

разделы 1,2–к 16.03.2011 г. – 30%

разделы 3,4–к 13.04.2011 г. – 40%

разделы 5,6,7–к 11.05.2011г. – 30%

Руководитель курсовой работы _____ Л. П. Пилинович

Задание принял для исполнения _____ А. М. Ермаков

(дата и подпись студентов)

Учебное издание

Пилиневич Леонид Петрович
Гулякина Наталья Анатольевна
Яцук Андрей Николаевич

ОБЩАЯ ТЕОРИЯ СИСТЕМ

Лабораторный практикум для студентов специальности
1-58 01 01 «Инженерно-психологическое обеспечение
информационных технологий»
всех форм обучения

Редактор Т. Н. Крюкова
Корректор А. В. Тюхай

Подписано в печать
Гарнитура «Таймс».
Уч.-изд. л. 2,0.

Формат 60x84 1/16.
Отпечатано на ризографе.
Тираж 70 экз.

Бумага офсетная.
Усл. печ. л.
Заказ 344.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
ЛИ №02330/0494371 от 16.03.2009. ЛП №02330/0494175 от 03.04.2009.
220013, Минск, П. Бровка, 6