Лабораторная работа № 1
Классификация систем. Разработка функциональной модели системы

2 часа

Цель работы:

1. Изучение понятийного аппарата системного анализа, критериев классификации систем.
2. Ознакомиться с назначением и возможностями использования методологии IDEF0.
3. Ознакомиться с процессом создания функциональной модели.

1. Классификация систем

Классификацию систем можно осуществить по разным критериям. Её часто жестко невозможно проводить и она зависит от цели и ресурсов. Приведем основные способы классификации (возможны и другие критерии классификации систем).

1. ***По отношению системы к окружающей среде:***

- *открытые* (есть обмен с окружающей средой ресурсами);
- *изолированные* (не обмениваются с окружающей средой ни материально-информационными ресурсами, ни энергией. Процессы самоорганизации в них невозможны);
- *закрытые* (нет обмена ресурсами с окружающей средой).

2. ***По происхождению системы (элементов, связей, подсистем):***

- *искусственные* (орудия, механизмы, машины, автоматы, роботы и т.д.);
- *естественные* (живые, неживые, экологические, социальные и т.д.);
- *виртуальные* (воображаемые и, хотя они в действительности реально не существующие, но функционирующие так же, как и в случае, если бы они реально существовали);
- *смешанные* (экономические, биотехнические, организационные и т.д.).

3. ***По типу описания закона (законов) функционирования системы:***

- типа *"Черный ящик"* (неизвестен полностью закон функционирования системы; известны только входные и выходные сообщения системы);
- *непараметризованные* (закон не описан, описываем с помощью хотя бы неизвестных параметров, известны лишь некоторые априорные свойства закона);
- *параметризованные* (закон известен с точностью до параметров и его возможно отнести к некоторому классу зависимостей);
- типа *"Белый (прозрачный) ящик"* (полностью известен закон).

4. ***По способу управления системой (в системе):***

- *управляемые извне системы* (без обратной связи, регулируемые, управляемые структурно, информационно или функционально);
- *управляемые изнутри* (самоуправляемые или саморегулируемые – программно управляемые, регулируемые автоматически, адаптируемые – приспосабливаемые с помощью управляемых изменений состояний и самоорганизующиеся – изменяющие во времени и в пространстве свою структуру наиболее оптимально, упорядочивающие свою структуру под воздействием внутренних и внешних факторов);
- *с комбинированным управлением* (автоматические, полуавтоматические, автоматизированные, организационные).

Под ***регулированием*** понимается коррекция управляющих параметров по наблюдениям за траекторией поведения системы - с целью возвращения системы в нужное состояние (на нужную траекторию поведения системы; при этом под траекторией системы понимается последовательность принимаемых при функционировании системы состояний системы, которые рассматриваются как некоторые точки во множестве состояний системы).

5. ***По характеру поведения:***

- *детерминированные* (система, состояние которой в будущем однозначно определяется ее состоянием в настоящий момент времени и законами, описывающими

переходы элементов и системы из одних состояний в другие. Составные части в детерминированной системе взаимодействуют точно известным образом);

o *вероятностные (стохастические)* (системы, поведение которых описывается законами теории вероятностей. Для вероятностной системы знание текущего состояния и особенностей взаимной связи элементов недостаточно для предсказания будущего поведения системы со всей определенностью. Для такой системы имеется ряд направлений возможных переходов из одних состояний в другие, т. е. имеется группа сценариев преобразования состояний системы, и каждому сценарию поставлена в соответствие своя вероятность);

o *игровые* (система, осуществляющая разумный выбор своего поведения в будущем. В основе выбора лежат оценки ситуаций и предполагаемых способов действий, выбираемых на основе заранее сформированных критериев, а также с учетом соображений неформального характера. Руководствоваться этими соображениями может только человек);

6. *По степени сложности:*

o *простые* (характеризуются небольшим количеством возможных состояний, их поведение легко описывается в рамках той или иной математической модели);

o *сложные* (отличаются разнообразием внутренних связей, но допускают их описание. Причем набор методов, привлекаемых для описания сложных систем, как правило, многообразен, т. е. для построения математической модели сложной системы применяются различные подходы и разные разделы математики);

o *очень сложные* (характеризуются большой разветвленностью связей и своеобразностью отношений между элементами. Многообразие связей и отношений таково, что нет возможности все их выявить и проанализировать);

7. *По степени организованности:*

o *хорошо организованные* (система, у которой определены все элементы, их взаимосвязь, правила объединения в более крупные компоненты, связи между всеми компонентами и целями системы, ради достижения которых создается или функционирует система. При этом подразумевается, что все элементы системы с их взаимосвязями между собой, а также с целями системы можно отобразить в виде аналитических зависимостей. При формулировании задачи принятия решения для хорошо организованной системы проблемная ситуация описывается в виде математического выражения, критерия эффективности, критерия функционирования системы, который может быть представлен сложным уравнением, системой уравнений, сложными математическими моделями, включающими в себя и уравнения, и неравенства, и т. п. Важно, что решение задачи при представлении ее в виде хорошо организованной системы осуществляется аналитическими методами с использованием моделей формализованного представления системы);

o *плохо организованные* (при представлении объекта в виде ***плохо организованной системы*** не ставится задача определить все учитываемые компоненты, их свойства и связи между собой, а также с целями системы. Для плохо организованной системы формируется набор макропараметров и функциональных закономерностей, которые будут ее характеризовать. Определение этих параметров и восстановление функциональных зависимостей осуществляется на основании некоторой выборочной информации, характеризующей исследуемый объект или процесс. Далее полученные оценки характеристик распространяют на поведение системы в целом. При этом предполагается, что полученный результат обладает ограниченной достоверностью и его можно использовать с некоторыми оговорками. Так, например, если результат получен на основании статистических наблюдений за функционированием системы на ограниченном интервале времени, т. е. на основании выборочных наблюдений, то его можно использовать с некоторой доверительной вероятностью);

o *самоорганизующиеся* (это системы, обладающие свойством адаптации к изменению условий внешней среды, способные изменять структуру при взаимодействии системы со средой, сохраняя при этом свойства целостности, системы, способные

формировать возможные варианты поведения и выбирать из них наилучшие. Эти особенности обусловлены наличием в структуре системы активных элементов, которые, с одной стороны, обеспечивают возможность адаптации, приспособления системы к новым условиям существования, с другой стороны, вносят элемент неопределенности в поведение системы, чем затрудняют проведение анализа системы, построение ее модели, формальное ее описание и, в конечном счете, затрудняют управление такими системами);

8. ***По реакции на возмущающее воздействие:***

- *активные* (выдают ответную реакцию на возмущающее воздействие среды);
- *пассивные* (не оказывают ответного воздействия на среду).

2 Разработка функциональной модели системы

2.1 Общие сведения о методологии IDEF0

При изучении вопроса о структурировании функций системы следует использовать инструментарий концептуального анализа систем, например SADT-диаграммы, методологию IDEF0. Для структурирования информационных потоков применяются методология IDEF1, диаграммы «сущность-связь». Для структурирования процессов применяются методология IDEF3 и т. д.

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

Стандарт IDEF0 предназначен для функционального моделирования. Его применение – это сравнительно новое направление, но уже достаточно популярное и заслужившее серьезное отношение к себе. В основе стандарта лежит понятие функции, под которой понимается управляемое действие над входными данными, осуществляющееся посредством определенного механизма, результатом его являются выходные данные.

Стандарт IDEF0 базируется на трех основных принципах:

1. Принцип функциональной декомпозиции – любая функция может быть разбита на более простые функции;
2. Принцип ограничения сложности – количество блоков от 2 до 8 (в BPwin) условие удобочитаемости;
3. Принцип контекста – моделирование делового процесса начинается с построения контекстной диаграммы, на которой отображается только один блок – главная функция моделирующей системы.

Специализированным средством создания IDEF0 диаграмм является BPwin. Пакет BPWin предназначен для функционального моделирования и анализа деятельности предприятия. Модель в BPWin представляет собой совокупность SADT-диаграмм, каждая из которых описывает отдельный процесс в виде разбиения его на шаги и подпроцессы. С помощью соединяющих дуг описываются объекты, данные и ресурсы, необходимые для выполнения функций. Имеется возможность для любого процесса указать стоимость, время и частоту его выполнения. Эти характеристики в дальнейшем могут быть просуммированы с целью вычисления общей стоимости затрат – таким образом выявляются узкие места технологических цепочек, определяются затратные центры. BPWin может импорти-

ровать фрагменты информационной модели из ERWin (при этом сущности и атрибуты информационной модели ставятся в соответствие дугам SADT-диаграммы). Генерация отчетов по модели может осуществляться в формате MS Word и MS Excel.

Результатом применения методологии SADT является модель, которая состоит из диаграмм, фрагментов текстов и глоссария, имеющих ссылки друг на друга. Диаграммы – главные компоненты модели, все функции и интерфейсы на них представлены как блоки и дуги. Место соединения дуги с блоком определяет тип интерфейса. Диаграммы строятся при помощи блоков (см. рис.1.1). Каждый блок описывает какое-либо законченное действие. Четыре стороны блока имеют различное предназначение:

– Слева отображаются входные данные – исходные ресурсы для описываемой блоком функции (исходная информация, материалы).

– Справа показываются выходные ресурсы – результирующие ресурсы (продукция или информация), полученные в результате выполнения описываемой блоком функции;

– Сверху управление – то, что воздействует на процесс выполнения описываемой блоком функции и позволяет влиять на результат выполнения действия (средства управления, люди);

– Механизм изображается снизу – это то, посредством чего осуществляется данное действие (станки, приборы, люди и т.д.).

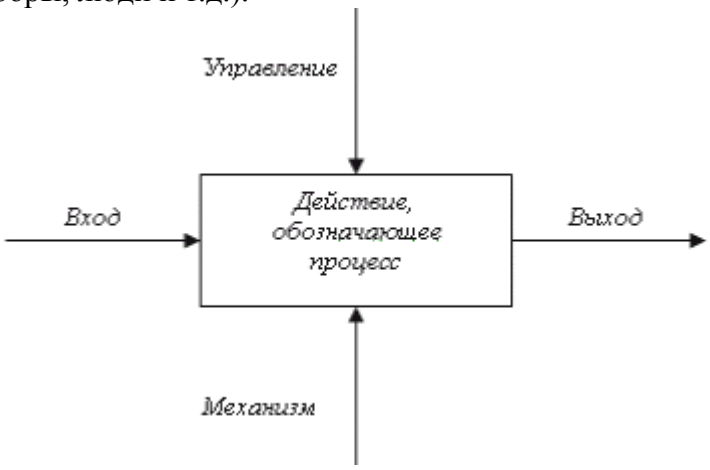

Рис. 1.1 – Построение диаграммы BPwin

2.2 Иерархия диаграмм

Построение SADT-модели начинается с представления всей системы в виде простейшей компоненты – одного блока и дуг, изображающих интерфейсы с функциями вне системы. Поскольку единственный блок представляет всю систему как единое целое, имя, указанное в блоке, является общим. Это верно и для интерфейсных дуг – они также представляют полный набор внешних интерфейсов системы в целом. Затем блок, который представляет систему в качестве единого модуля, детализируется на другой диаграмме с помощью нескольких блоков, соединенных интерфейсными дугами. Эти блоки представляют основные подфункции исходной функции. Данная декомпозиция выявляет полный набор подфункций, каждая из которых представлена как блок, границы которого определены интерфейсными дугами. Каждая из этих подфункций может быть декомпозирована подобным образом для более детального представления.

Во всех случаях каждая подфункция может содержать только те элементы, которые входят в исходную функцию. Кроме того, модель не может опустить какие-либо элементы, т.е., как уже отмечалось, родительский блок и его интерфейсы обеспечивают контекст. К нему нельзя ничего добавить, и из него не может быть ничего удалено.

Модель SADT представляет собой серию диаграмм с сопроводительной документацией, разбивающих сложный объект на составные части, которые представлены в виде блоков. Детали каждого из основных блоков показаны в виде блоков на других диаграммах. Каждая детальная диаграмма является декомпозицией блока из более общей диа-

граммы. На каждом шаге декомпозиции более общая диаграмма называется родительской для более детальной диаграммы.

Дуги, входящие в блок и выходящие из него на диаграмме верхнего уровня, являются точно теми же самыми, что и дуги, входящие в диаграмму нижнего уровня и выходящие из нее, потому что блок и диаграмма представляют одну и ту же часть системы. Каждый блок на диаграмме имеет свой номер. Блок любой диаграммы может быть далее описан диаграммой нижнего уровня, которая, в свою очередь, может быть далее детализирована с помощью необходимого числа диаграмм. Таким образом, формируется иерархия диаграмм.

Для того, чтобы указать положение любой диаграммы или блока в иерархии, используются номера диаграмм. Например, A21 является диаграммой, которая детализирует блок 1 на диаграмме A2. Аналогично, A2 детализирует блок 2 на диаграмме A0, которая является самой верхней диаграммой модели.

Допустим, главный процесс – это создать курсовой проект. На входе этого процесса – исходные данные по заданию. В качестве управляющего воздействия выступают методическое пособие, ГОСТы, необходимые требования.

Механизм осуществления создания курсового проекта – программное обеспечение, с помощью которого представлен материал и разработан проект, и исполнитель проекта (студент).

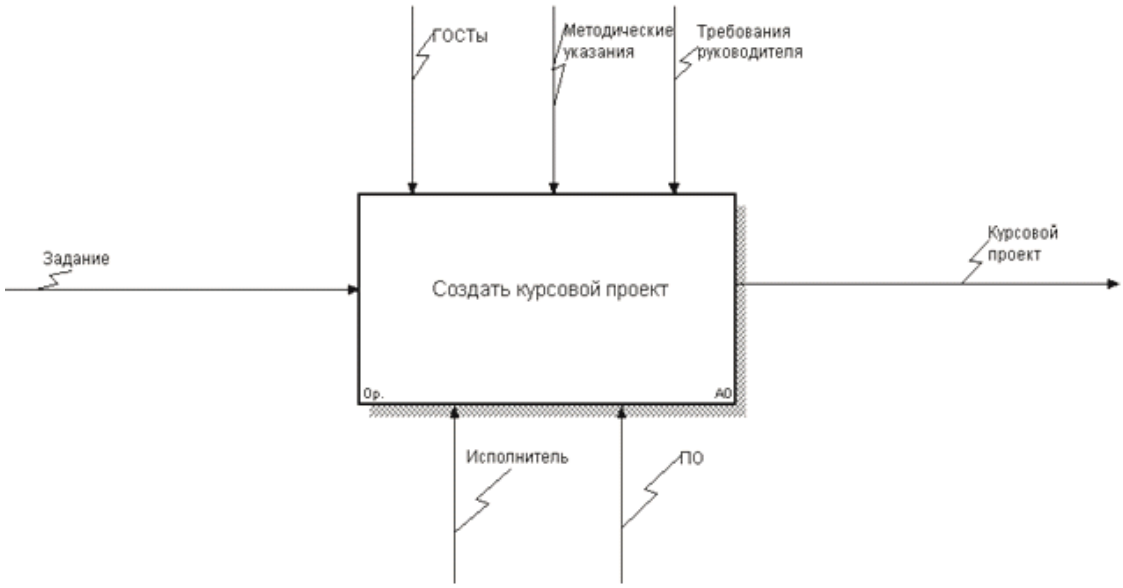

Рис. 1.2 – Блок «Создать курсовой проект»

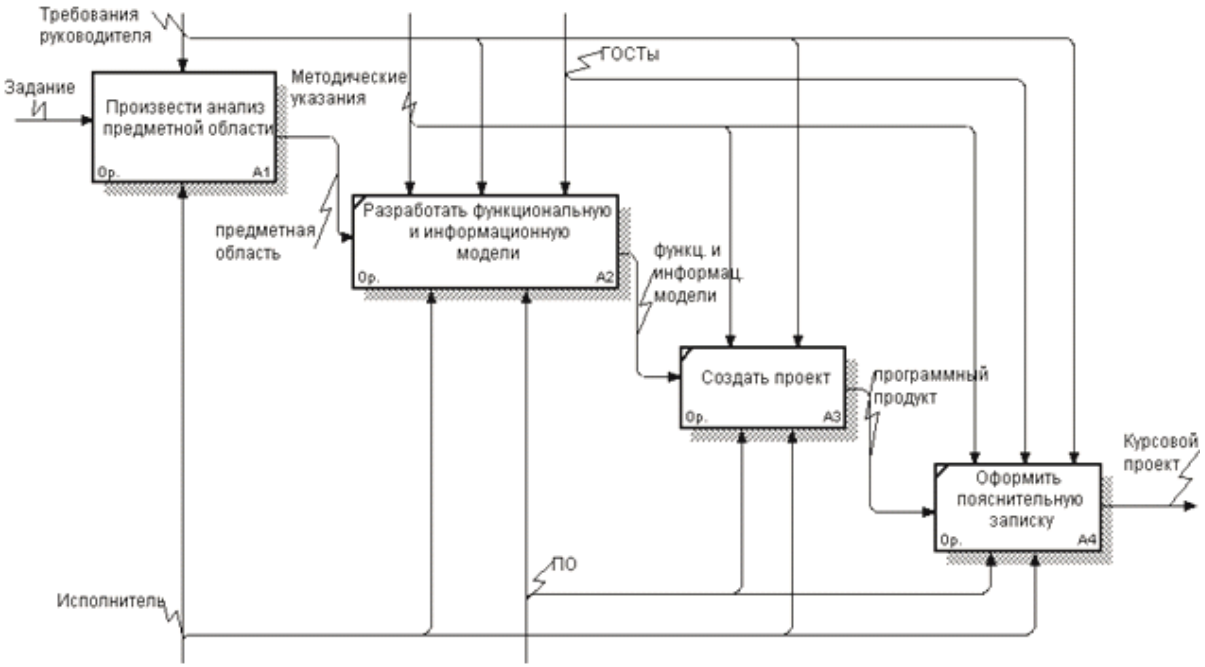

Рис. 1.2 – Блок «Создать курсовой проект»

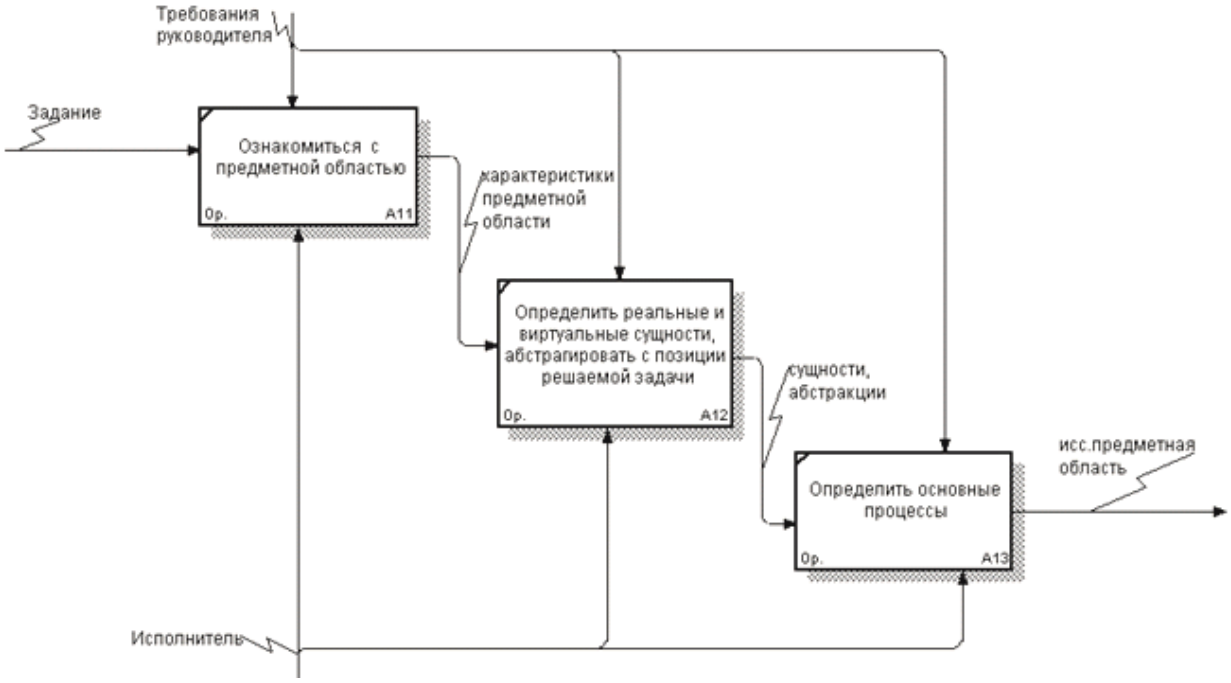

Рис. 1.3 – Декомпозиция блока «Произвести анализ предметной области»

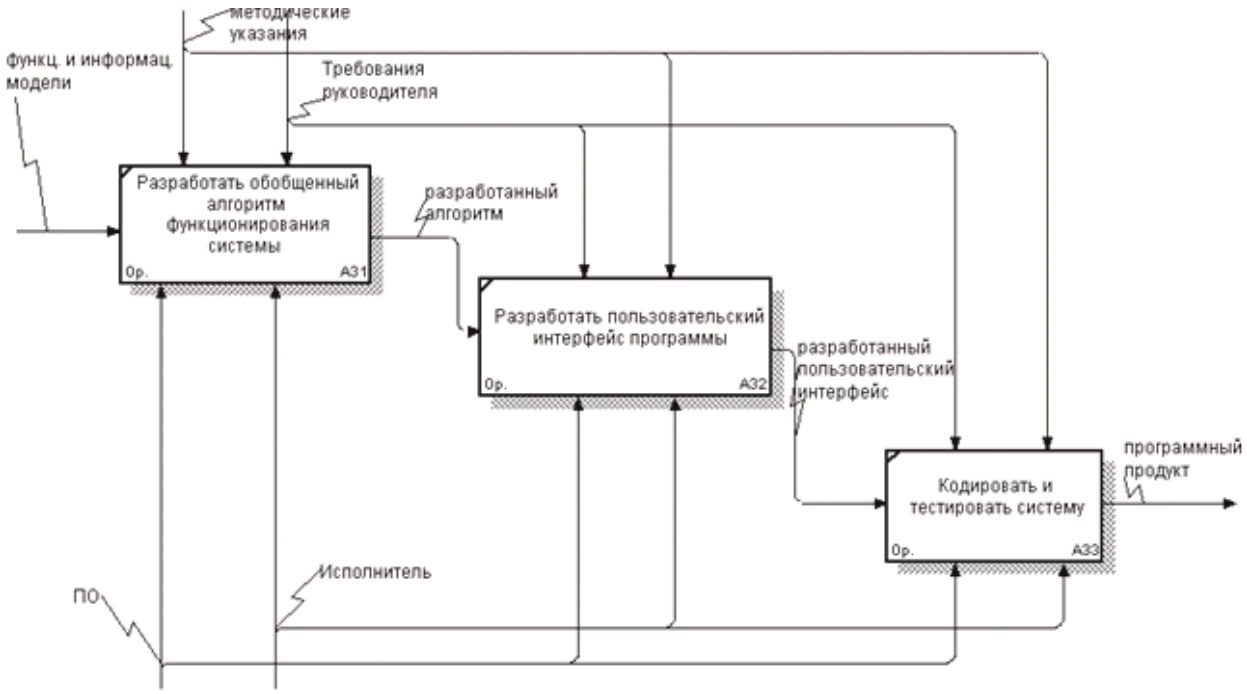

Рис. 1.4 – Декомпозиция блока «Создать проект»

Задание:

Необходимо:

1) классифицировать систему согласно варианту задания;
2) разработать функциональную модель компьютерной программы по учету особенностей работы анализируемой системы с помощью пакета BPwin. Модель должна содержать не менее трех уровней декомпозиции.

Варианты систем:

1. Ювелирный магазин.
2. Грузовой автомобиль.
3. Школа.
4. Строительная фирма.
5. Пружинные весы.
6. Молочный комбинат.
7. Электромеханические часы.
8. Механический динамометр.
9. Строительный кран.
10. Компьютер.
11. Бумажная фабрика.
12. Холодильник.
13. Супермаркет.
14. Городской жилищный фонд.
15. Льнокомбинат.

Содержание отчета

1 Тема и цель работы.
2 Ответы на п.п. 1 и 2 задания.

Контрольные вопросы

1 Что такое цель, структура, система, подсистема, системность?
2 Перечислите основные критерии классификации систем.
3 Назначение и базовые принципы стандарта IDEF0.
4 Что представляет собой модель в BPWin? Перечислите основные компоненты диаграммы Bpwin.