

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич
Должность: ректор
Дата подписания: 18.02.2023 15:11:05
Уникальный программный код:
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3e0ce536f0fc6

1

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра программной инженерии

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

Локтионова О.Г.
«5» 07 2022 г.



АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СИСТЕМ

Методические указания для выполнения лабораторной работы по дисциплине «Теория систем и системный анализ» для студентов направления подготовки 09.04.04 Программная инженерия (профиль «Разработка информационно-вычислительных систем»)

Курск 2022

УДК 005; 519.7

Составитель: Р.А. Томакова

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент А.В. Малышев

Анализ информации при исследовании систем: методические указания для проведения лабораторных занятий и выполнения самостоятельной внеаудиторной работы по лабораторной работы по дисциплине «Теория систем и системный анализ» для студентов направления подготовки 09.04.04 Программная инженерия (профиль «Разработка информационно-вычислительных систем»)/Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Р.А. Томакова. Курск, 2022. -22 с.

Составлены в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направления подготовки 09.04.04 Программная инженерия и на основании учебного плана направления подготовки 09.04.04 (профиль «Разработка информационно-вычислительных систем»).

В методических указаниях представлены принципы анализа информации для различных задач, рассмотрена методика построения диаграммы Исикавы, предназначенная для определения наиболее существенных причинно-следственных взаимосвязей между факторами в исследуемой проблеме, а также выделены этапы процесса создания функциональной модели на основе CASE-технологии, позволяющие максимально систематизировать и автоматизировать все этапы разработки программного обеспечения, необходимые для выполнения лабораторной работы по дисциплине «Теория систем и системный анализ». Сформулированы требования для ее выполнения, разобраны примеры выполнения заданий, приведены контрольные вопросы к защите.

Предназначены для студентов, обучающихся направления подготовки 09.04.04 Программная инженерия (профиль «Разработка информационно-вычислительных систем») всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60×84 1/16.

Усл. печ. л. Уч.- изд. л. Тираж 25 экз. Заказ1717 Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СИСТЕМ

Цель и задачи лабораторного занятия (лабораторной работы):

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучить различные подходы к анализу информации при исследовании разнообразных систем и формирование навыков и умений при моделировании систем.

Задачи работы:

- Изучить назначение и возможности использования методологии построения дерева целей применительно конкретной системе;
- Научиться строить диаграммы Исикавы для выявления существенных причинно-следственных взаимосвязей между факторами в исследуемой проблеме;
- Познакомиться с процессом создания функциональной модели на основе стандарта IDEF0, предназначенного для функционального моделирования.

Планируемые результаты обучения (формируемые знания, умения, навыки и компетенции):

Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной:

ОПК-8.1 Подбирает для дальнейшего использования наиболее эффективные методы управления разработкой программных средств и проектов;

ОПК-8.2 Использует эффективное управление разработкой программных средств и проектов;

ОПК-8.3 Анализирует эффективность использованных методов управления разработкой программных средств и проектов

ОПК-2.3 Разрабатывает оригинальные программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач.

Необходимые материально-техническое оборудование и материалы:

1. Класс ПЭВМ - Athlon 64 X2-2.4; Cel 2.4, Cel 2.6, Cel 800.

2. Мультимедиа центр: ноутбук ASUS X50VL PMD T2330/14"/1024Mb/ 160Gb/ сум-ка/проектор inFocus IN24+ .

3. Экран мобильный Draper Diplomat 60x60

4. Доступ в сеть Интернет.

Шкала оценивания и критерии оценивания выполненной практической работы:

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
1	2	3	4	5
Лабораторное занятие №2	6	Выполнил, но «не защитил»	12	Выполнил и «защитил»

План проведения лабораторного занятия (лабораторной работы)

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ

1. Разработать функциональную модель программы в соответствии с вариантом задания. Сформулировать определение цели и назначения этой системы в обществе. Сформировать множество ограничений, при которых выбранная система функционирует.

2. Построить дерево целей для решения задачи, выделив в нем главную цель, подцели, ресурсное обеспечение, критерии и ограничения. Перечислить объекты, входящие в систему, установить их функции и указать назначение каждого из них.

3. Построить диаграмму Исикавы для выявления наиболее существенных причинно-следственных взаимосвязей между факторами в исследуемой проблеме, указать основные причины, категории.

4. Разработать функциональную модель SADT, содержащую серию диаграмм с сопроводительной документацией, разбивающих сложный объект на составные части, которые представлены в виде блоков.

5. Сделать выводы по работе.

6. Представить отчет.

ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОД ДЕРЕВА ЦЕЛЕЙ

Метод дерева целей впервые был разработан американским учёным Р. Л.Акоффом и опубликован в 1957 г. Предложенная им методика, в настоящее время широко применяется для нахождения оптимальных решений различного рода задач.

Принято считать, что метод дерева целей является одним из наиболее эффективных методов планирования задач. Этот метод включает в себя все общие принципы планирования и представляет граф, отражающий план решения конкретной задачи.

Графическое представление задач в таком виде дает возможность лицу, принимающему решение, анализировать план и сроки достижения намеченных целей, установить связи и зависимости одних задач от других.

Изобразив цели в виде графа, руководитель визуализирует способы решения задач, устанавливает с какими проблемами он столкнется и какие дополнительные ресурсы ему потребуются, при этом человеческое подсознание даёт установку к действию, чтобы достичь результата.

Дерево целей имеет стандартную структуру, представленную на рисунке 1. Корень дерева целей соответствует главной проблеме, отражает проблемную ситуацию в целом, для которой требуется найти решение.

Ветви дерева целей характеризуют задачи второго, третьего и так далее уровней. При построении дерева целей нужно чётко и детально описывать каждую ветвь. Каждая цель же должна иметь определенное количество подцелей, для того чтобы быть реализованной.

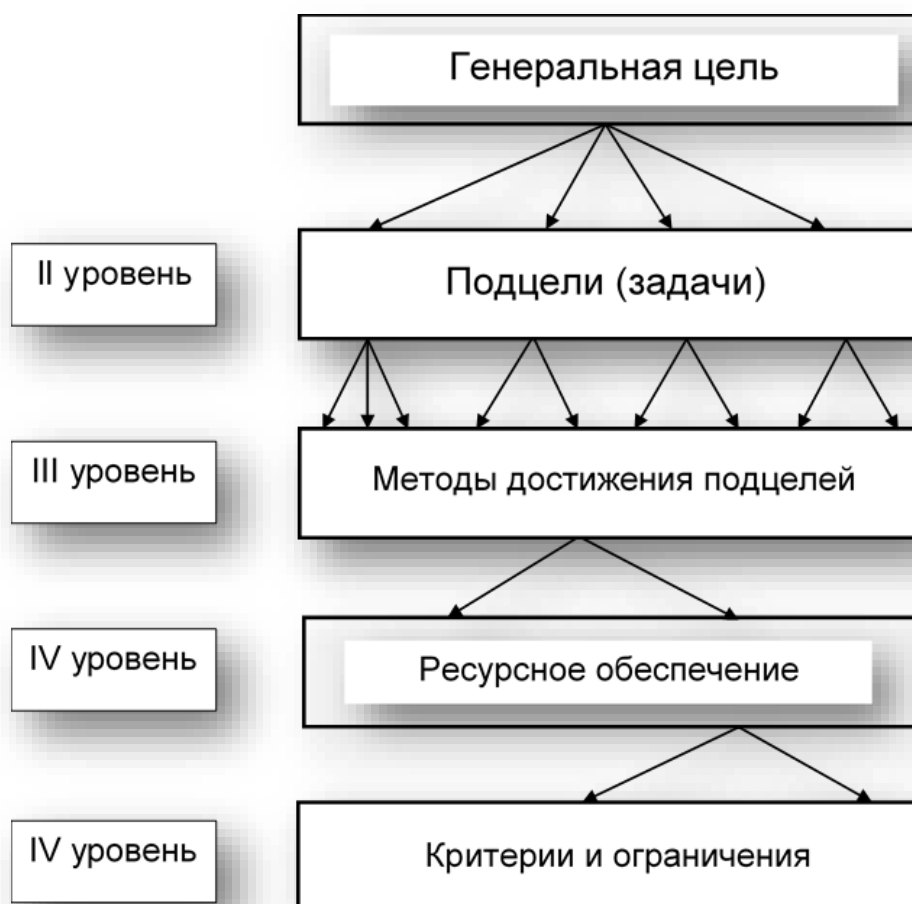


Рисунок 1 – Дерево целей решения задачи

Процедура разработки «дерева целей» представляет собой длительный процесс с вносимыми уточнениями и согласованиями, а выбор самой процедуры зависит от лица, принимающего решение, отвечающего за решение проблемы.

Процедура структуризации цели состоит в выделении в решаемой проблеме базовых элементов и в установлении связей между ними, что позволяет формализовать проблемную ситуацию.

Приняв за основу подход «от общего к частному», осуществляется процесс редукции (разделения) цели на части (подцели).

Иерархичность целей обеспечивается тем, что цели нижнего уровня вытекают из вышестоящих целей и подчиняются им, т.е. средства к

достижению цели являются ее подцелями и, в свою очередь, становятся целями для следующего ниже уровня иерархии.

Полнота декомпозиции обеспечивается тем, что на каждом уровне иерархии формулируется полный перечень подцелей. При этом каждая цель декомпозируется не менее, чем на две подцели.

Правила, используемые при построении дерева целей

Универсальных правил для постановки целей не существует. Основные требования, предъявляемые к формулированию целей, сводятся к тому, что они должны быть **конкретными, точными, полными и непротиворечивыми.**

Конкретность целей обеспечивается предметной направленностью, адресностью и временной определенностью. Заранее задаются начало, конец и порядок достижения целей. Цели, представленные на уровнях иерархии, должны быть гибкими, предусматривать возможность внесения корректировок и изменений (и в процессе построения «дерева целей», и в процессе изменений внешней и внутренней среды, и в процессе реализации).

Например, рост производительности труда в технологии упаковки товара на 6% в течение двух лет.

Полнота целей и состав и зависят от специфики объекта и условий внешней среды, которая служит источником формирования целей. Например, рост производительности труда на 6% в течение двух лет посредством использования новых материалов, появившихся на рынке в текущем году.

Измеримость целей необходима для оценки степени достижения цели. Цели могут быть измерены как *в количественной*, так и *в качественной шкале*. Необходимо стремиться к тому, чтобы иметь общую шкалу измерений для каждого уровня иерархии. Например, предусмотреть рост производительности труда на 6% в течение двух лет, для чего разработать бизнес-план модернизации упаковочного производства и показатели успешности его реализации.

Завершается процедура построения «дерева целей» на том уровне декомпозиции, на котором удастся разработать альтернативные способы достижения цели. В итоге должно получиться такое дерево, которое полностью соответствует решению той или иной проблемы. Оно должно содержать все необходимые шаги и ресурсы для решения главной задачи.

На рисунке 2 приведен пример построения дерева целей, применительно для фармацевтического предприятия.



Рисунок 2- Дерево целей фармацевтического предприятия

Главная цель фармацевтического предприятия – повышение эффективности фармпроизводства, которое достигается за счет подцелей первого уровня (обеспечения фармацевтической и экономической эффективности), которые, в свою очередь, также разделены на подцели.

Диаграмма Исикавы

Диаграмма Исикавы представляет собой графический способ определения наиболее существенных причинно-следственных взаимосвязей между факторами в исследуемой проблеме.

Свое название диаграмма получила в честь профессора Исикавы, который предложил в 1952 г. концепцию анализа и улучшения качества производственных процессов. Она является средством визуализации и организации знаний, облегчающих понимание и конечную диагностику определённой проблемы.

Диаграмма способствует определению главных факторов, оказывающих наибольшее влияние на развитие рассматриваемой проблемы, а также предупреждению или устранению действия данных факторов. Диаграмма Исикавы включена в японский промышленный стандарт как график причин и результатов, показывающий отношение между качественным показателем и воздействующими на него факторами.

Схема находит широкое применение при разработке новой продукции, с целью выявления потенциальных факторов, действие которых вызывает общий эффект.

Конечные цели аналитического метода Исикавы:

- 1) выявление всех факторов, повлиявших на возникновение проблемы;
- 2) визуализация связей между проблемой и возможными причинами;
- 3) расстановка акцентов для анализа и решения проблемы.

Ключевая задача заключается в том, чтобы выбрать от трёх до шести основных категорий, которые охватывают все возможные влияния. Фактически максимальная глубина такого дерева достигает четырёх или пяти уровней. Когда такая создаваемая диаграмма является полной, она воспроизводит достаточно полную картину всех возможных основных причин определённой проблемы.

Работа с диаграммой Исикавы проводится в 6 этапов:

- 1) выявление и сбор всех факторов и причин, каким-либо образом влияющих на исследуемый результат;
- 2) группировка факторов по смысловым и причинно-следственным блокам;
- 3) ранжирование этих факторов внутри каждого блока;
- 4) анализ полученной картины;
- 5) «освобождение» факторов, на которые мы не можем влиять;
- 6) игнорирование малозначимых и непринципиальных факторов.

Построение диаграммы Исикавы

Первый шаг. Необходимо четко сформулировать проблему. Записать формулировку проблемы на рабочее поле в прямоугольнике с правой или левой стороны. От прямоугольника влево (вправо) нужно провести прямую горизонтальную линию, как показано на рисунке 3.

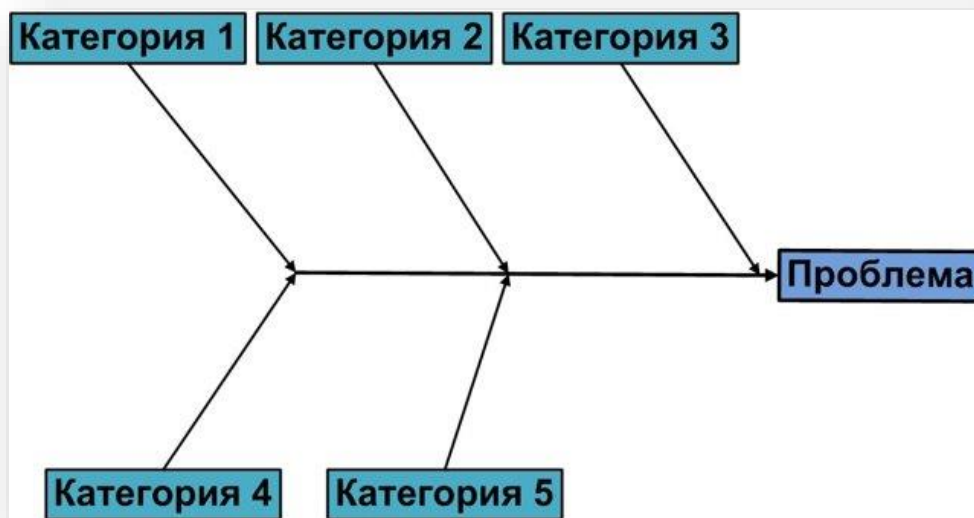


Рисунок 3 -Метод построения диаграммы Исикавы — проблема и категории

Второй шаг. Над горизонтальной линией и под ней указываются группы факторов, влияющие на результат. Обычно в список групп факторов входят: 1) люди; 2) методы; 3) механизмы; 4) материалы; 5) контроль; 6) среда.

1. «Люди» — группа причин, характеризующаяся состоянием и возможностями человека, то есть влиянием человеческого фактора. Например, уровень квалификации, физические кондиции, способности, мотивация, состояние здоровья и прочие.

2. «Методы» — группа причин, обусловленных тем, каким образом делается работа, также сюда включают всё, что относится к точности или производительности отдельных операций процесса или его стадий.

3. «Механизмы» — группа причин, связанных с используемым оборудованием. Например, наличие и состояние рабочего и измерительного инструмента, применение каких-то дополнительных устройств

4. «Материалы» содержат факторы, определяющие измеримые параметры и качества материала, участвующего в процессе. Например, температура, состав, упругость, влажность, вязкость или твердость

5. «Контроль» включает обстоятельства, влияющие на надежное и своевременное обнаружение ошибочных действий

6. «Среда» — группа причин, включающая все значимые условия, обусловленные внешней средой и влияющие на процесс и результат действий. Например, давление, температура воздуха, воды, степень освещенности.

При этом необязательно использовать в рамках одного исследования все категории сразу, но нежелательно ограничиваться одной или двумя. Нужно исходить из соображений разумной достаточности.

Третий шаг. Выбранные категории вписываются в прямоугольники (рис.4), от них проводятся наклонные линии к имеющейся горизонтальной прямой.

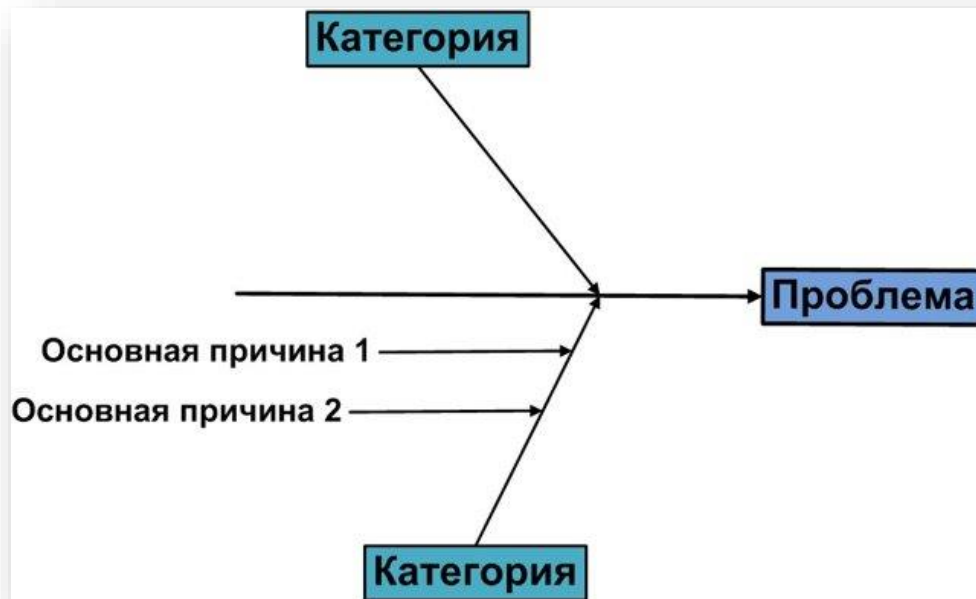


Рисунок 4 - Распределение причин по группам-категориям

Четвертый шаг. Причины изучаемой проблемы или действующие факторы распределяются по установленным категориям («люди», «механизмы» и т.д.) и указываются на диаграмме в виде линий, примыкающих к линиям категорий.

Пятый шаг. Каждую из причин нужно разложить на составляющие. Для этого по поводу каждой причины нужно задать себе вопрос – «В связи с чем это случилось?»

Ответы нужно фиксировать в виде ветвей более низкого уровня. Детализация причин должна продолжаться до тех пор, пока не будет найдена «корневая» причина (рис.5).

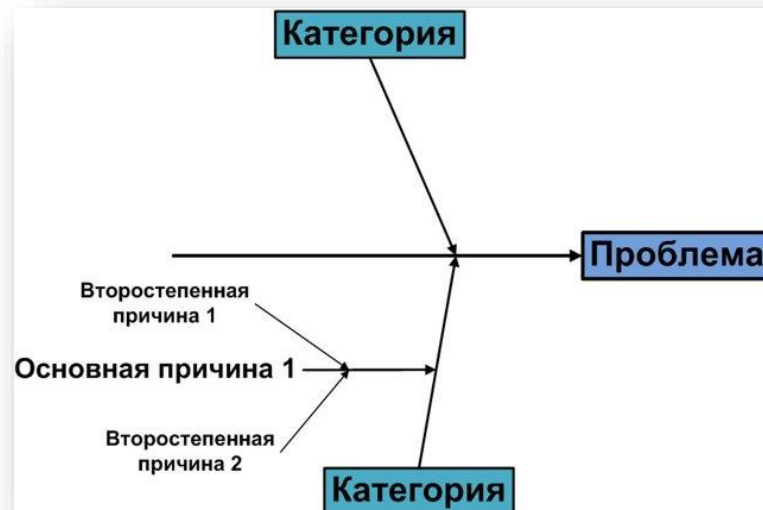


Рисунок 5 - Второстепенные причины в диаграмме Исикавы

Примечание: рекомендуется выделять факторы, позитивно влияющие на результат, а также негативные факторы.

С этой целью линии, обозначающие их связь с категорией, проводят в разных направлениях, например, «позитив» налево либо изнутри от осевой линии, «негатив» — направо либо снаружи к оси — как показано на рисунке 6. Это непринципиально, можно делать так как удобно, выделять факторы цветом линий или не выделять их вообще.

Шестой шаг. Из числа первопричин выделяются наиболее значимые факторы, которые влияют на изучаемую проблему.

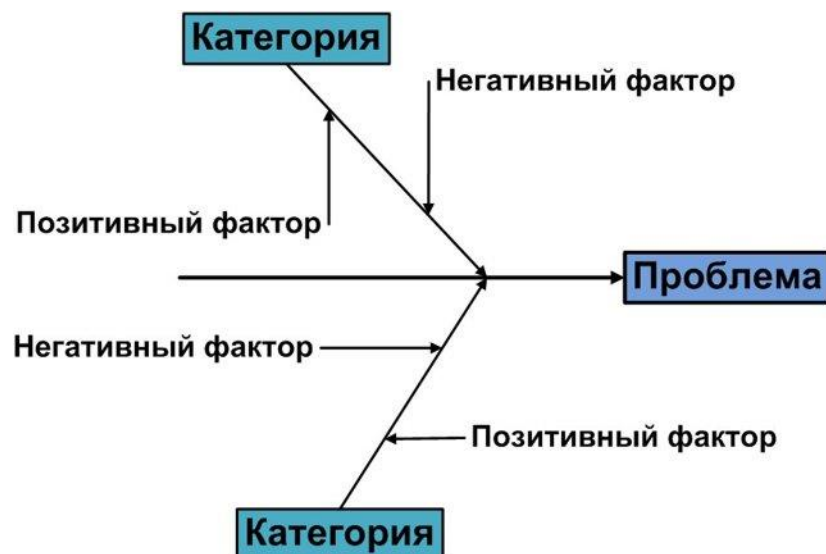


Рисунок 6 - Изображение позитивных и негативных факторов в диаграмме Исикавы

Недостатки диаграммы Исикавы:

- 1) громоздкость графического представления, однако это компенсируется наличием программного обеспечения, в том числе, входящего в офисные пакеты;
- 2) сложность применения для тех случаев, когда проблема является комплексной, например, возникают сложности при отнесении факторов к различным категориям;
- 3) относительная сложность применения метода на практике.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТОДОЛОГИИ IDEF0

Создание современных информационных систем представляет собой сложнейшую задачу, решение которой требует применения специальных методик и инструментов. 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 Erwin, поддерживающее методологии IDEF0. Erwin - case средство, позволяющее осуществить прямое и обратное проектирование базы данных, поддерживает методологию IDEF1X. Case-средство Erwin 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. 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** заключается в том, чтобы использовалось от 2 до 8 блоков (в VPwin);
3. **Принцип контекста** основывается на моделировании делового процесса, который начинается с построения контекстной диаграммы. На этой диаграмме отображается только один блок, представляющий главную функцию моделирующей системы.

Специализированным средством создания IDEF0 диаграмм является VPwin. Это лучшее средство в своем классе. Пакет VPWin предназначен для функционального моделирования и анализа деятельности предприятия. Модель в VPWin 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. На этой основе устанавливаются наиболее узкие места технологических цепочек, определяются затратные центры. VPWin предоставляет возможность импортировать 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 представляют главные компоненты модели, все функции и интерфейсы на них отмечены как блоки и дуги. Место соединения дуги с блоком определяет тип интерфейса.

Диаграммы строятся при помощи блоков (см. рис.7).Каждый блок описывает какое-либо законченное действие.

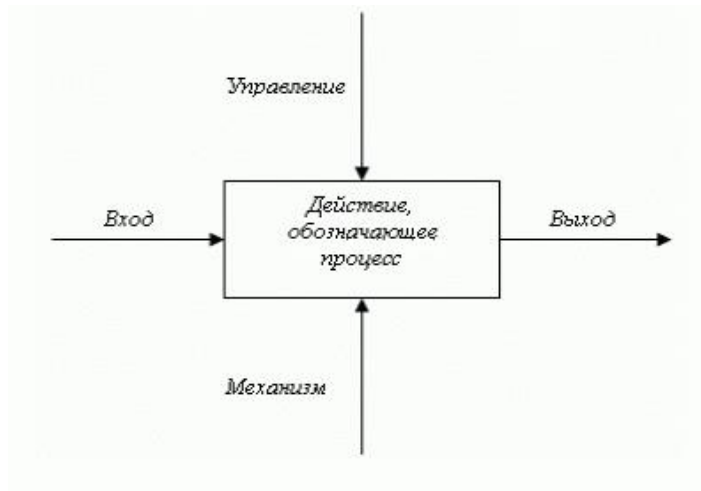


Рисунок7 - Построение диаграммы Vрwin

Четыре стороны блока имеют различное предназначение:*слева отображаются входные данные* - исходные ресурсы информация, материалы; *справа изображаются выходные ресурсы*, которые получаются в результате выполнения описываемой блоком функции; *сверху управление*, воздействующее на процесс выполнения описываемой блоком функции и позволяющее влиять на результат (средства управления, люди); *снизу изображается* посредством чего осуществляется данное действие (станки, приборы, люди и т.д.).

Иерархия диаграмм

Построение SADT-модели начинается с представления всей системы в виде простейшей компоненты, состоящей из 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, которые представляют полный набор внешних интерфейсов системы в целом.

Затем следует блок, который представляет систему в качестве единого модуля, детализируется на другой диаграмме с помощью нескольких блоков,

соединенных интерфейсными дугами. Эти блоки характеризуют основные подфункции исходной функции.

Выполненная декомпозиция представляет полный набор подфункций, каждая из которых изображена 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 содержит 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 диаграммы. 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 А0, которая является самой верхней диаграммой модели.

Например, если рассмотреть главный процесс - это создать курсовой проект. На вход этого процесса подаются исходные данные по заданию. В качестве управляющего воздействия выступает методическое пособие, ГОСТы, необходимые требования, представленные на рисунке 8.

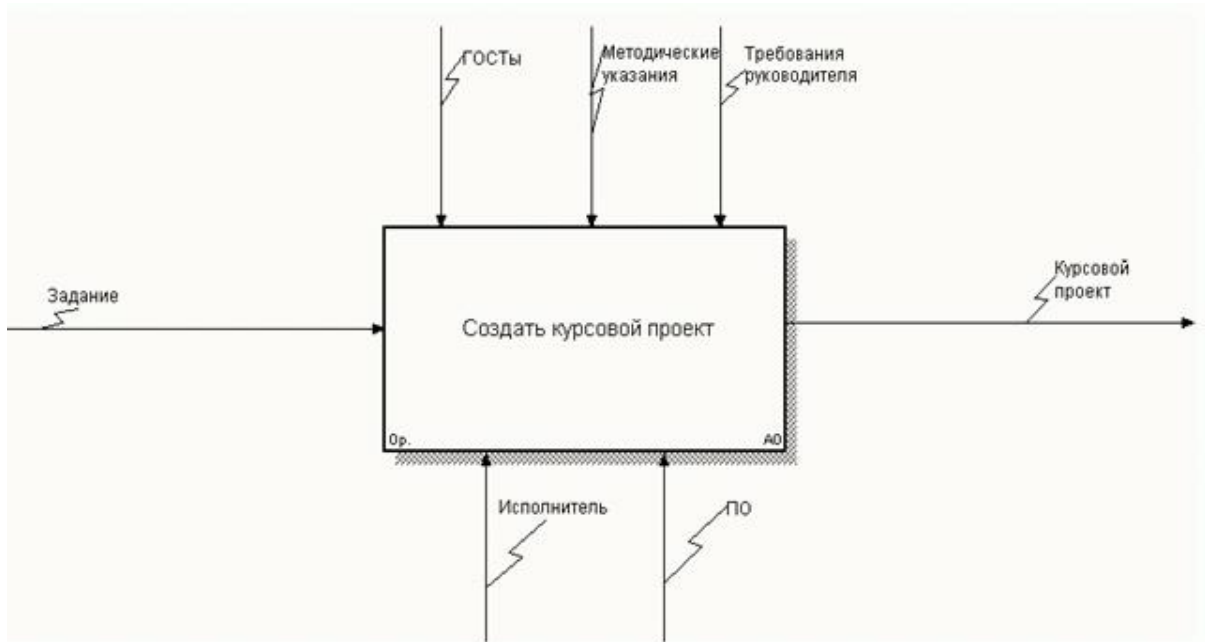


Рисунок8 - Блок «Создать курсовой проект»

Механизм осуществления создания курсового проекта представляет программное обеспечение, с помощью которого реализован материал и разработан проект и исполнитель проекта(рис.9,10,11).

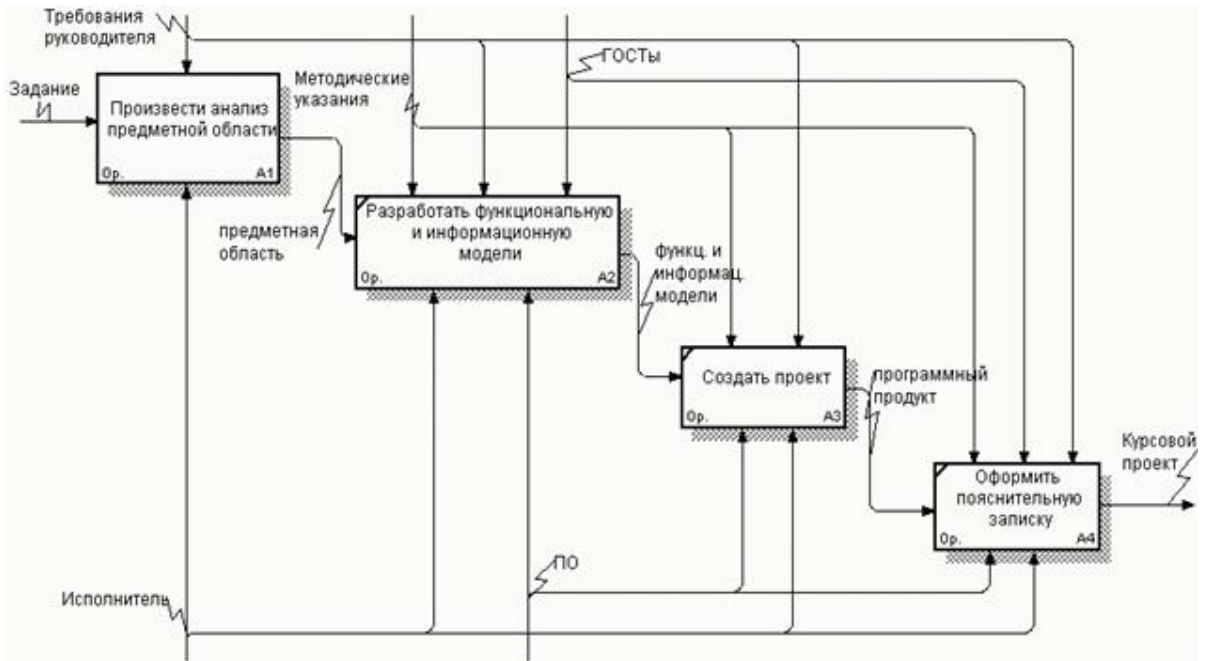


Рисунок9 - Декомпозиция блока «Создать курсовой проект»

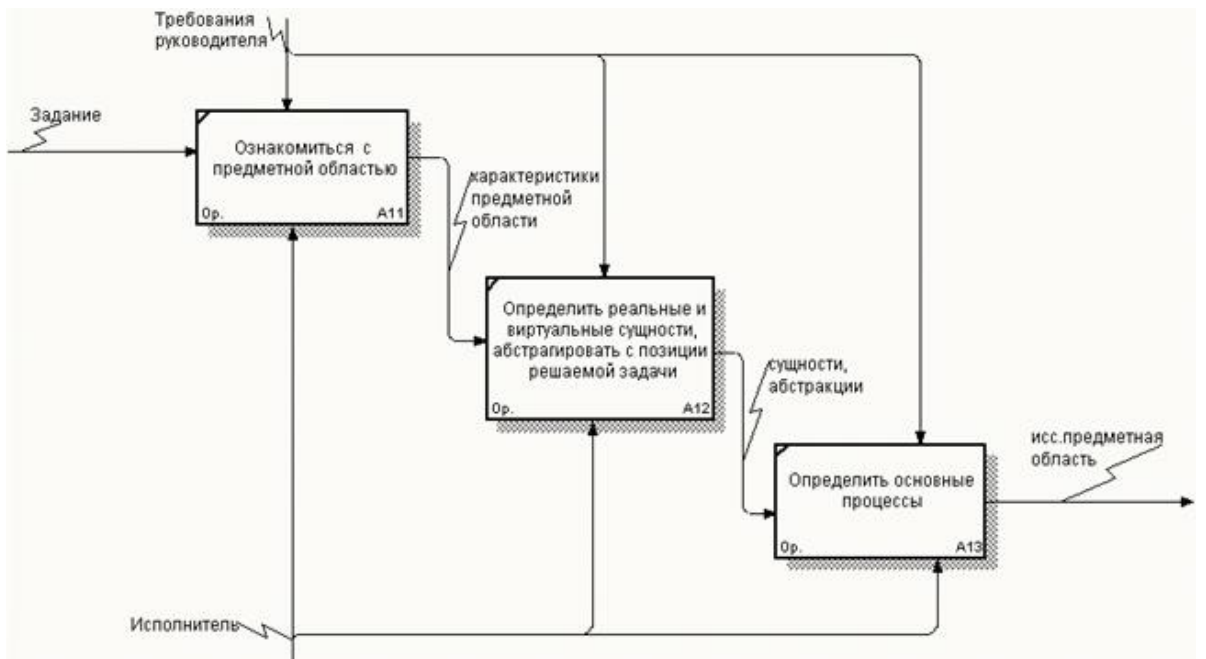


Рисунок10 - Декомпозиция блока «Произвести анализ предметной области»

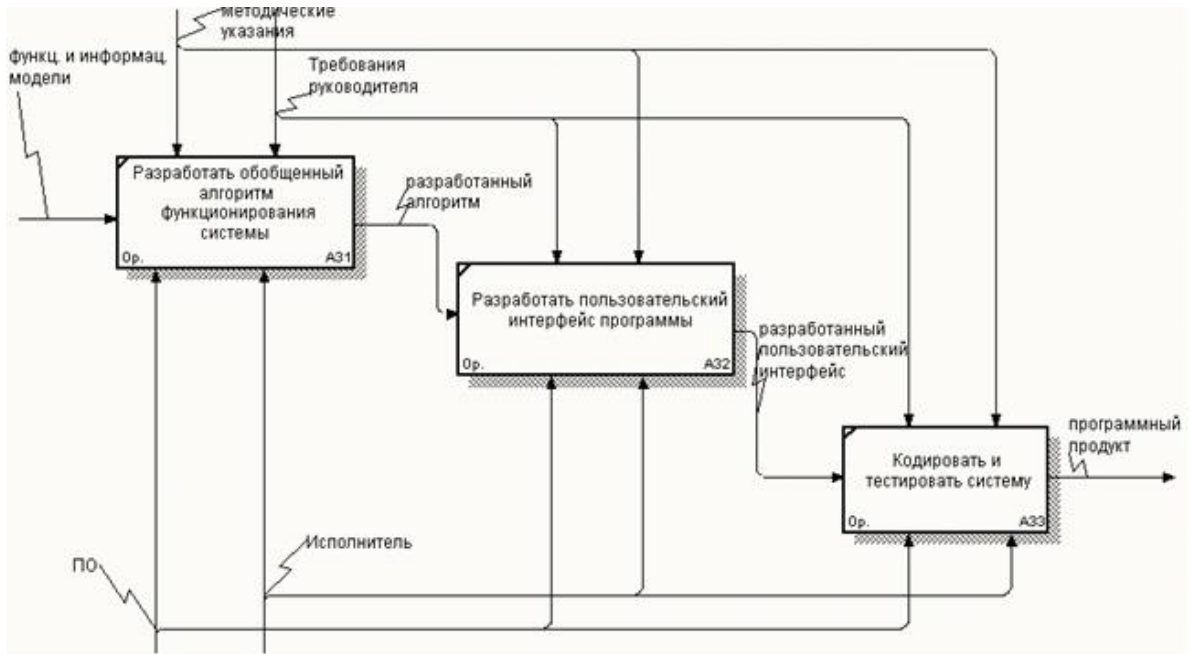


Рисунок 11 - Декомпозиция блока «Создать проект»

ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ:

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

по стоимости и расчет суммарной стоимости всех деталей, используемых в данном изделии.

7. Разработать функциональную модель программы по определению затрат рабочего времени на выполнения строительных работ.

8. Разработать функциональную модель программы по определению величины таможенных сборов на базе контрактов коммерческой фирмы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Из каких этапов состоит процедура разработки «дерева целей»?
2. Сформулируйте правила, используемые при построении дерева целей.
3. Для чего применяется процедура структуризации цели?
4. Как выполняется процедура декомпозиции целей?
5. Как обеспечивается полнота декомпозиции?
6. Для чего применяется метод дерева целей?
7. Что характеризует корень дерева целей?
8. Что характеризуют ветви дерева целей?
9. Для чего предназначены диаграммы Исикавы?
10. В чем заключаются конечные цели аналитического метода Исикавы?
11. Сформулируйте этапы работы с диаграммой Исикавы.
12. Привести алгоритм построения диаграммы Исикавы.
13. Сформулируйте недостатки метода Исикавы.
14. Какие факторы необходимо рассмотреть при построении диаграммы Исикавы?
15. Для каких целей предназначен стандарт IDEF0?
16. На каких основных принципах базируется стандарт IDEF0?
17. Для чего предназначен пакет BPWin, укажите его достоинства.
18. Что является результатом применения методологии SADT?
19. Как выполняется иерархия диаграмм?
20. При помощи чего строятся диаграммы в методологии SADT?
21. Что характеризует каждый блок в методологии SADT?
22. Как описываются стороны блока и какое имеют предназначение?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брежнев А.В., Томакова Р.А. Основы теории систем и системного анализа [Текст]: учебное пособие / А.В. Брежнев, Р.А. Томакова; Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск, 2022. – 125 с. – Библиогр.: 123-124 с.
2. Волкова, В. Н. Теория систем и системный анализ [Текст]: учебник / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. – М.: Юрайт, 2013. – 616 с.
3. Попечителей, Е. П. Системный анализ медико-биологических исследований [Текст]: учебное пособие / Е.П. Попечителей. – Старый Оскол: ТНТ, 2014. – 420 с.
4. Корневский, Н. А. Биотехнические системы медицинского назначения [Текст]: учебник / Н.А. Корневский, Е.П. Попечителей. – Старый Оскол: ТНТ, 2014. – 688 с.
5. Томакова Р.А. Методологические основы моделирования [Текст] : учебное пособие /Р.А. Томакова. – Курск : ЮЗГУ, 2018. – 258 с.
6. Томакова, Р.А. Интеллектуальные технологии сегментации и классификации биомедицинских изображений [Текст]: монография / Р.А. Томакова, С.Г. Емельянов, С.А. Филист. – Курск: ЮЗГУ, 2012. – 222 с.
7. Советов, Б. Я. Моделирование систем [Текст] учебник / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. – М.: Высшая школа, 2007. – 343 с.
8. Левич, А. П. Искусство и метод в моделировании систем: вариационные методы в экологии сообществ, структурные и экстремальные принципы, категории и функторы [Текст] / А. П. Левич. – М.: Ин-т компьютерных исследований, 2012. – 728 с.