

Министерство науки и образования
Российской Федерации
Институт математики, экономики и информатики
ФБУН «Иркутский государственный университет»

Черкашин Е. А.

**Как спроектировать текст
выпускной квалификационной работы**

учебное пособие

Иркутск—2017

Оглавление

Введение	3
1. Логическая структура ВКР	4
1.1. Первый этап – заключение	4
1.2. Второй этап — Введение	5
1.3. Собственные эксперименты	
Реализация программной системы	8
2. Оформление текста	14
2.1. Текстовые объекты	14
3. Формальные части	17
3.1. Список литературы	17
Литература	18

Введение

Что-то о логической структуре ВКР, а также о логических связях в структуре информации.

Структура ВКР, в целом, соответствует структуре жизненного цикла программного обеспечения (ЖЦ ПО) [1].

1. Логическая структура ВКР

Текст ВКР представляет собой отчет о проделанной работе с дополнительными комментариями. Для того, чтобы заполнить ВКР текстом необходимо знать, прежде всего, что во время дипломной практики было сделано. И тогда самое простое – это написать раздел «Заключение».

1.1. Первый этап – заключение

Заключение представляет собой несколько абзацев текста, подобного следующему

В данной выпускной квалификационной работе/дипломной работе/диссертации/статье рассмотрена задача...Для этого решены следующие задачи:

1. Исследована предметная область ...;
2. Выделен набор функций, которые необходимо было реализовать;
3. Спроектирована архитектура [программной системы];
4. При помощи ... метода разработана информационная модель ...;
5. Произведена реализация [программной системы] на языке программирования ...;
6. Проведено тестирование

Далее делаем вывод о том, достигнута ли цель ВКР или нет и помещаем его после списка задач.

В заключении так же имеет смысл изложить в одном абзаце критические замечания по полученному результату: какие требования удалось реализовать, а какие нет; оценить качество полученного результата; показать каким образом можно удовлетворить требования и улучшить качество.

Кроме того, один абзац, последний, можно посвятить направлениям дальнейшего продвижения в разработке: что еще можно улучшить, какие функции добавить к программной системе, а какие убрать; оценить возможности программного продукта как инструмента решения более широкого класса задач.

Что можно улучшить в тексте заключения Откомментировать каждую задачу, только очень кратко. Например, в п. 3 на стр 4, который посвящен архитектуре, можно указать ИЛИ название архитектуры (например, клиент–сервер), ИЛИ добавить фразу о том, как было получено решение (например, «В результате анализа организационной структуры предприятия спроектирована архитектура ...»).

Теперь имеем текст заключения, который уже практически готов, к нему мы вернемся уже в самом конце для проверки его непротиворечивости основному тексту и, возможно, дополнению еще парой–тройкой фраз.

1.2. Второй этап — Введение

Введение представляет собой сокращенный вариант основного текста с добавлением общей информации. Поэтому писать введение удобно [для мозга] с середины его текста: копируем первый, третий и второй абзацы заключения (задача ВКР, список задач и вывод о достижимости цели).

Сначала изменим список задач. Для этого выкинем из предложений все комментарии.

...Для этого решены следующие задачи:

1. Исследована предметная область ...;
2. Выделен набор функций, которые необходимо было реализовать;
3. Спроектирована архитектура [программной системы];
4. ~~При помощи ... метода~~ Разработана информационная модель ...;
5. Произведена реализация [программной системы] ~~на языке программирования ...~~;
6. Проведено тестирование

Обращаю внимание, что текст списка задач представлен в том же времени и форме, что и в заключении, так как ВКР — это отчет о проделанной работе, а не план работ на будущее.

На следующем этапе формулируется *цель*¹ ВКР – это либо проведение исследования (научная цель), разработка программы (инженерная).

¹ предсказуемый результат некоторой деятельности

Научные исследования ведутся с целью обогащения наших знаний новыми знаниями об исследуемом *объекте* и его *свойствах*. Научные исследования делятся на две категории – *фундаментальные* и *прикладные*. Фундаментальные исследования направлены на решения принципиальных вопросов, например, есть ли жизнь на Марсе, или $P = NP$. Признаком фундаментальной проблемы является ее постановка в виде вопроса, на который должен быть получен ответ – “Да” или “Нет”. Известна метафора о прикладных исследованиях: “Из лука стреляем в стену и вокруг места попадания рисуем мишень”.

Прикладные исследования направлены на выработку подходов, методов и методик решения конкретных технических задач. Примерами выступают все задачи Теории изобретательства и рационализации (ТРИЗ) [?].

/метод, методика подход.../

Таким образом исследовательская цель записывается в следующем виде: “Целью [ВКР] является исследование [такого-то] объекта и поиск в нем [таких-то] свойств/зависимостей”.

Разработка программ направлена на автоматизацию обработки информации, что на самом деле значит, что происходит процесс частичной реализации функций (задач, последовательности действий), выполняемых вручную, при помощи методов обработки информации. Таким образом цель программистской ВКР записывается как фраза о проектировании и разработке программы или программной системы, автоматизирующей какие-либо рутинные процессы.

Записываем цель ВКР перед списком задач. Следующий этап – перечисление требований к используемым методам исследования и технологиям. Требования возникают как ограничения, накладываемые на любую деятельность. Например, зарабатывать состояние необходимо в условиях соблюдения законодательства страны, или, если программа разрабатывается под заказ, то всегда эту программу необходимо интегрировать с существующими у заказчика программными системами и форматами данных. Вот эти ограничения с краткими комментариями необходимо перечислить сразу после списка задач.

Пример списка требований для программной системы

К программной системе предъявлены следующие требования:

- База данных должна быть реализована при помощи Microsoft SQL Server версии 2012;
- Обеспечить обмен данными с существующими программными системами при помощи технологии RESTful;

- Интерфейс пользователя реализовать в виде Интернет-приложения;
- Обеспечить доступ к приложению из любой точки мира.

Перечисленные требования отражают сетевую инфраструктуру предприятия–заказчика.

Для исследования, например, список выглядит следующим образом:

В процессе исследования рекомендован к использованию следующий перечень подходов и методов:

- Использовать численные методы для решения линейных дифференциальных уравнений, реализуемых на вычислительных кластерах;
- ...

[комментарий, объясняющий]

Если объем ВКР предполагается большим, то принято помещать пару абзацев, излагающих общую структуру ВКР, в конце введения.

Квалификационная работа состоит из Глав 1, где в п. 1.1 приводятся определения теории ..., в п. 1.2 представлен литературный обзор, и приводятся основные свойства [объекта исследования]. В п. 1.3 представлен предмет исследования в виде гипотезы [о наличии в системе интересующего нас свойства]. ... В главе 2 представлены собственные эксперименты, а именно в п. 2.1. ...Третья глава посвящена вопросам реализации разработанного подхода на ЭВМ (в виде программной системы).

...

Про введение в структуре ничего писать не надо, так как оно уже прочитано. А мы ценим время читателя, которым также является и ваш рецензент.

Если к этому моменту или в процессе написания разделов появляются новые мысли, то желательно их записывать на бумажки. Как только вы заканчиваете мысль, абзац или раздел, надо быстро перемещаться в тот раздел, куда записанные мысли должны быть помещены, ну и, собственно, записать их туда в содержательном смысле. Форме изложения не надо много внимания уделять, так как основная задача – схватить мысль (grasp) и зафиксировать ее¹. В результате, например, во введении появится пара абзацев, касающихся какому-либо аспекту разработки, но носящие достаточно общий вид.

¹ Этот абзац как раз появился благодаря такой мысли и реализации этого принципа

1.2.1. Объект и предмет исследования

К этому моменту у вас в мозгу уже должно появиться некоторое понимание того, с каким объектом исследования или автоматизации вы имеете дело. *Объект исследования* – часть предметной области, на который или на часть которого направлена ваше деятельность. Например, в задаче определения наличие жизни на Марсе объектом исследования является Марс; в задаче автоматизации бухгалтерской деятельности – автоматизируемое предприятие. Как правило, в качестве объекта исследования/автоматизации выступает физический или идеальный объект, физический или идеальный процесс. Пример объекта – процесса – это автоматизация химического производства без привязки к конкретному предприятию.

Предмет исследования – часть объекта исследования, модель которой строится¹. В задаче с Марсом предмет исследования – наличие различных признаков жизни, например, аминокислот в почве, наличие воды и т.д., т.е. необходимых условий существования жизни. В задаче бухгалтерского учета предмет автоматизации – учет материальных и денежных средств предприятия.

Объект и предмет исследования/автоматизации представляются в тексте одним абзацем каждый и помещаются последовательно где-то перед целью.

На этом с разделом введения можно на время закончить и перейти к разделу, текст которого вам написать проще всего. Обычно – это то, как программа пелизована, какие именно исследования были проведенный и какие результаты былиполучены, т.е. это то, что есть уже на самом деле.

1.3. Собственные эксперименты

Реализация программной системы

Проще всего данную главу² начать с описания результата: какие свойства объекта и предмета были получены, какая программная систма реализована, какие общие выводы можно сделать из результатов.

[Описание РЕЗУЛЬТАТА исследований]

Что можно сказать о программе? Да много чего. Общая мысль – про-рекламировать пользователям свою программу. Пишите текст, отвечая на следующие вопросы:

1. Для кого предназначена программа? Каким (конкретный класс) физическим или юридическим лицам использование вашей программ поз-

¹ Программа – это реализация модели вычислительного процесса, процесса обработки информации, что тоже модель.

воляет избавляться от рутинных операций, экономить материальные средства, зарабатывать больше денег, совершенствовать организационную структуру и т.п.

2. В чем состоит основная автоматизируемая функция? Сначала дается определение. Затем кратко перечисляются этапы автоматизируемого процесса, снабженные краткими комментариями о том, как эти этапы реализованы в программе.
3. Какие особенности у вашей программы по сравнению с программами-аналогами? Здесь имеет смысл выделить одну-три выдающейся характеристик, которые значительно лучше, чем у остальных¹.
4. ...

Полученный текст с перечислением достоинств программы (результатов исследований) помещаем в **конец главы ???**.

Общая идея представления результата – программной системы – состоит в том, чтобы представлять материал от общего к частному. Т.е. по тексту главы сначала описываются модели программы, например, Функциональная модель, архитектура, ER-диаграмма (модель Чена), UML-модель классов (Диаграмма классов), ..., затем переходим к программному коду компонент, и потом уже к результатам тестирования, и т.д. В принципе, такой порядок отражает жизненный цикл программного обеспечения [?]: дизайн, проектирование, реализация, тестирование, ввод в эксплуатацию, сопровождение и снятие с эксплуатации. Все эти разделы могут быть представлены в ВКР.

Общая стратегия изложения текста ВКР в главе, посвященной реализации, – от общего к частному. Сначала излагаются общие вопросы, как вышеописанный перечень характеристик, затем переходим к описанию моделей программы, затем к программному коду, тестированию, развертыванию и т.д. Такой стиль изложения удобен рецензенту: рецензент является специалистом в предметной области, основных методах решения проблем, он также знаком с информационными технологиями. Чтобы оценить вас как специалиста, он должен понять задачу и то, как вы справились с ее решением. Построение текста от общего к частному позволяет при чтении постепенно детализировать внимание рецензента. Рецензент встраивает ваш ВКР в свою систему знаний. А это удобно делать именно в этом порядке.

В начале главы надо представить читателю общую концепцию проекта вашей разработки – в двух словах что и как вы собираетесь делать. Например, «Программная система представляет собой АРМ на основе реляционной базы данных, при этом, взаимодействие строится на основе клиент-

¹ У гиков этот раздел называется features

серверных технологий.» Из примера сразу становится видно, что собой представляет программный комплекс и каким классом программных технологий будет дальнейшее изложение ограничено.

В общих вопросах рассматривается также концепция взаимодействия пользователя с программной системой, и то, какую стратегию вы выбираете для удовлетворения требований.

Интерфейс пользователя АРМа представляет собой динамическую WEB-страницу. Это позволяет решить проблему зависимости программного обеспечения от операционной системы. Взаимодействие клиентской (веб-браузер) и серверной части реализовано на основе двустороннего обмена информацией, что позволяет обеспечить обмен сообщениями между пользователями в режиме, близком к реальному времени. Для обеспечения доступа к серверной части по протоколу RESTful предусмотрен специальный модуль к WEB-серверу. ...

Стиль фраз В примере появилась важная особенность стиля изложения текста – *доказательный*. Важно не просто описать вашу программу – ее возможности и то, как она устроена – но и обосновать **каждое** вами принятое **решение**. Чтобы проверить, удалось ли выдержать такой стиль достаточно к каждой фразе, где излагается решение задать вопросы «Почему это так?» и «Зачем это нужно?». Если в тексте есть фраза отвечающая на один из этих вопросов, значит все хорошо¹.

1.3.1. Место программы в организационной структуре

Каждая программа где-то и кем-то используется для решения какой-то задачи. В рамках ВКР чаще всего в качестве задачи рассматривается автоматизация обработки информации в учреждении или предприятии. Согласно системному подходу [?] получается, что программа является функциональным блоком некоторой организационной структуры или системы бизнес-процессов [?]. Вот эту структуру и бизнес-процессы необходимо описать сразу после раздела общих вопросов.

1.3.1.1. Организационная структура

Организационная структура современных учреждений представляет собой, как правило, древовидный граф иерархического подчинения, либо

¹ Вообще чаще всего задается первый вопрос. Вопрос «Зачем?» надо задавать, чтобы оценивать уровень рационализма принятых решений.

комитетную матрицу. Чтобы представить предприятие с иерархическим подчинением в ВКР надо нарисовать граф, отражающий а) верхний уровень подчинения, б) места отделов, где находится в эксплуатации ваша программа. На диаграмме можно учесть также элементы организационной структуры связанные с вашей программой косвенно, например, в этих отделах готовят исходные данные для обработки или анализируют отчеты. то есть диаграмма должна отражать ту часть организационной структуры, которая связана с функционированием вашей программы.

Комитетную организационную структуру, которая встречается «в природе» несколько реже, удобно отображать в виде матрицы. По горизонтали располагаются, например, виды деятельности, а по вертикали – специалисты или отделы. Комитетная структура удобна, если предприятие занимается несколькими проектами одновременно. Каждый проект в матрице отражается при помощи выделенных цветами клеточек. На самом деле чисто комитетной структуры не бывает, всегда есть лица, ответственные за функционирование всего предприятия/учреждения. Внутри проектов сотрудники также выстраиваются в иерархии подчинения и ответственности. ...В матрице выделяются проекты и клетки, в которых используется разработанная программа.

Полученная диаграмма сопровождается текстом пояснения, ... В тексте в общем виде указывается, какие функции выполняет (решает задачи) программа в каждом выделенном блоке диаграммы, а также информация какого вида там преобразуется. При чтении текста к текущему моменту становится понятным, зачем и кому нужна программа. А вы в результате вашей творческой деятельности получили перечень функций, это перечень – первая абстрактная модель вашей программы – *функциональная модель*.

1.3.1.2. Функциональная модель

Функциональная модель представляет программную систему как механизм выполняющий (исполняющий) некоторый набор функций. Модель показывает **что** делает программа в более формальном виде, чем просто перечень свойств (фич). Модель может учитывать связи между входными и выходными данными функций или нет. Можно объединять функции в классы и функциональные блоки. Функциональное моделирование выполняется при помощи различных *нотаций*¹.

Перечень функций – самый простой метод моделирования, где функции

¹ Нотациями в программировании называют методы моделирования, включающие язык представления элементов моделей, правила построения корректных моделей, семантику и интерпретацию элементов моделей и композиций.

просто перечисляются одна за одной, например в виде обобщенной таблицы спецификаций.

IDEF0 на основе SADT. IDEF0 – это нотация иерархического представления организационной структуры сложного объекта (предприятия, прибора и т.п.), преобразующего некоторый «вход» в «выход» при помощи «механизма» в условиях некоторых «ограничений» и под воздействием «управления» (см. рис. ??). Популярной методикой анализа сложного объекта и построения иерархии IDEF0-диаграмм является *SADT* (Structural Analysis and Design Technique), «методика структурного анализа и дизайна».

Диаграмма UML UseCase используется для моделирования программного обеспечения как граф, отражающий взаимоотношения между функциями системы и агентами, которые пользуются этими функциями. В диаграмме можно представлять наследование свойств объектов и декомпозицию функций (рис. ??).

ARIS Европейский проект по расширению нотации IDEF0 в направлении поддержки состояний (а не только структур). Методики проектирования, основанные на ARIS, применяются, например, в SAP/R3-системах автоматизации производства.

BPMN2.0 Нотация называется Business Process Modelling Notation, нотация для моделирования бизнес-процессов. В настоящее время едва ли не самый выразительный подход к моделированию. Позволяет представлять как декомпозицию структуры автоматизируемого объекта, агентов, документы, потоки информации, события и состояния, но также и альтернативные пути реализации функций, задание и обработку исключений, порождение подпроцессов и т.д. Существуют даже системы интерпретации таких моделей в виде приложений.

В данном пособии используем классический подход к функциональному моделированию – методику SADT. Согласно этой методике автоматизация – это процесс преобразования организационной структуры предприятия. Это процесс называется *реинжиниринг бизнес-процессов*. Модель IDEF0 представляет собой иерархию блоков, каждый из которых представляет процесс (функцию преобразования входа в выход). Реинжиниринг состоит из двух этапов: анализ структуры предприятия и выявление тех его процессов, автоматизация которых позволит улучшить качественные (упрощение организационной структуры) или количественные характеристики (производительность труда). В результате первого этапа создается модель (иерархиче-

ский набор диаграмм), называемая «As Is», т.е. «Как Есть сейчас». Вторым этапом – преобразования результата предыдущего этапа в модель «To Be».

2. Оформление текста

Структура ВКР состоит из основных и дополнительных разделов. К основным разделам относятся:

1. Титульный лист, на котором представлена информация формального характера:
 - вуз, в котором выполнена работа,
 - /кафедра.../,
 - название ВКР,
 - автор и научный руководитель;
2. Введение, где изл....;
3. Глава, посвященная изложению теоретических аспектов работы;
4. Глава, где рассмотрены аспекты реализации программного продукта;
5. Заключение, в котором кратко перечисляются полученные результаты, /самокритика.../ и /направления дальнейшего совершенствования.../.
6. Список используемых источников (список литературы).

2.1. Текстовые объекты

2.1.1. Формулы

Пример правильно оформленной формулы:

$$\vec{F} = -G \frac{Mm}{|r^3|} \vec{r}, \quad (2.1)$$

где \vec{F} – вектор силы тяжести, действующий на материальную точку массой m со стороны тела (материальной точки) массой M , находящегося в начале координат. Радиус-вектор \vec{r} направлен из начала координат в центр другого тела. Уравнение Ньютона (2.1) в скалярной форме выглядит в следующем виде:

$$F = G \frac{Mm}{r^2}, \quad r = |\vec{r}|, F = |\vec{F}|.$$

2.1.2. Рисунки

Рисунки в тексте отображаются в разрыве текста, по центру с нумерацией и подписью.

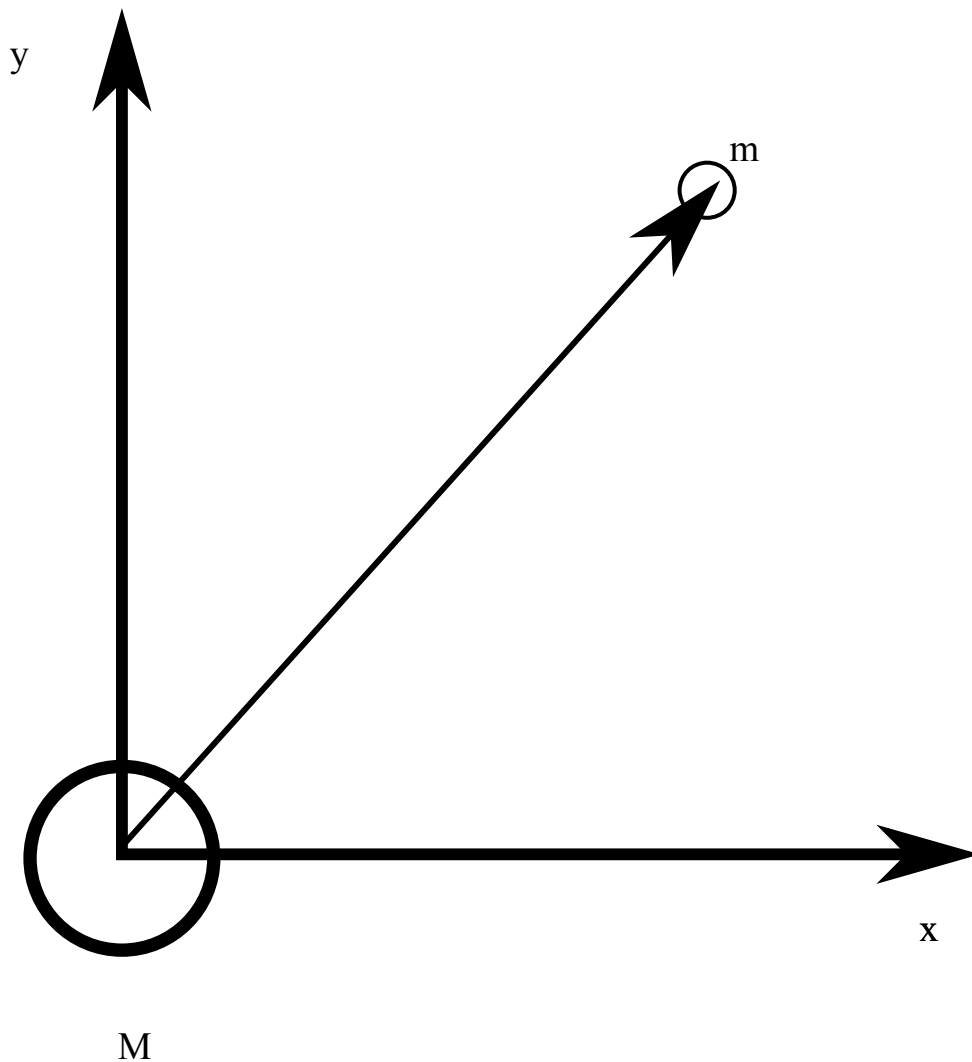


Рис. 2.1. Ньютоновская система двух тел

2.1.3. Алгоритмы

2.1.4. Тексты программ

```
/* HelloWorld.java
 */

public class HelloWorld
{
    public static void main(String[] args) {
        System.out.println("Hello World!");
    }
}
```

```
    }  
}  
  
// Hello3.cs  
// arguments: A B C D  
using System;  
  
public class Hello3  
{  
    public static void Main(string[] args)  
    {  
        Console.WriteLine("Hello, World!");  
        Console.WriteLine("You entered the following {0} command line  
↪ arguments:",  
            args.Length );  
        for (int i=0; i < args.Length; i++)  
        {  
            Console.WriteLine("{0}", args[i]);  
        }  
    }  
}
```


3. Формальные части

3.1. Список литературы

Литература

1. Жизненный цикл программного обеспечения — Википедия. [электронный ресурс] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%86%D0%B8%D0%BA%D0%BB_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F (дата обращения: 28.04.2016)