

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

Н. И. ЛЫГИНА, Е. Н. АНТОНЯНЦ

ВЫПУСКНАЯ  
КВАЛИФИКАЦИОННАЯ  
РАБОТА БАКАЛАВРА

ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ,  
ОФОРМЛЕНИЕ,  
ПРОДУКТИВНЫЕ СПОСОБЫ  
ВЫПОЛНЕНИЯ

Утверждено Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного пособия

НОВОСИБИРСК  
2025

УДК 004(075.8)  
Л88

Рецензенты:

д-р техн. наук *С. В. Моторин*  
канд. техн. наук *Д. Н. Достовалов*

Работа подготовлена на кафедре  
автоматизированных систем управления

**Лыгина Н. И.**

Л88 Выпускная квалификационная работа бакалавра: порядок разработки, оформление, продуктивные способы выполнения : учебное пособие / Н. И. Лыгина, Е. Н. Антонянц. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2025. – 70 с.

ISBN 978-5-7782-5372-8

Рассматриваются вопросы выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра (ВКРБ), подготовки ее пояснительной записки и оформления. Показаны основные этапы выполнения ВКРБ в области разработки программного обеспечения, предложены шаблоны для определения ее темы, решаемой проблемы, основной цели и задач. Представлены способы описания предметной области, проведения сравнительного анализа для обоснованного выбора математических методов и программных инструментов. Описаны способы документирования результатов на основных этапах разработки ВКРБ в соответствии с нормативной документацией, порядок защиты, требования к содержанию доклада и презентации. Приведены примеры, иллюстрирующие действенность использования предлагаемых продуктивных приемов.

Пособие адресовано обучающимся факультета автоматики и вычислительной техники направления подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» профиля «Сетевые информационные технологии», а также может быть полезно всем, кто интересуется вопросами эффективной подготовки выпускной квалификационной работы бакалавра независимо от предметной области.

УДК 004(075.8)

ISBN 978-5-7782-5372-8

© Лыгина Н. И., Антонянц Е. Н., 2025  
© Новосибирский государственный  
технический университет, 2025

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	4
1. Структура пояснительной записки ВКРБ .....	8
2. Описание предметной области .....	14
3. Постановка проблемы .....	16
4. Определение темы .....	22
5. Определение цели и задач .....	24
6. Способы определения функциональных требований .....	28
7. Выбор программных инструментов .....	32
8. Оценка качества требований к программному обеспечению .....	34
9. Описание используемых программных инструментов .....	37
10. Требования к объему и оригинальности ВКРБ .....	44
11. Подготовка презентации .....	45
12. Подготовка доклада .....	47
13. Процедура защиты .....	48
14 .Оформление ВКРБ .....	49
15. Подготовка пояснительной записки ВКРБ к передаче в ЭБС и к защите .....	61
Список использованных источников .....	62
Приложение 1. Виды программного обеспечения .....	64
Приложение 2. Чек-лист требований к оформлению пояснительной записки ВКРБ в соответствии с ГОСТ 7.32–2017 .....	66

## ВВЕДЕНИЕ

Выполнение выпускной квалификационной работы бакалавра (ВКРБ) является завершающим учебным видом деятельности. Во ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Сетевые информационные технологии», в п. 2.7 определено, что в блок 3 «Государственная итоговая аттестация» входит «...выполнение и защита выпускной квалификационной работы»<sup>1</sup>.

«Целью подготовки выпускной квалификационной работы является систематизация и углубление теоретических и практических знаний, полученных в рамках освоения образовательной программы, закрепление навыков самостоятельной исследовательской работы. Работа должна свидетельствовать о степени готовности выпускника к практической деятельности» [14, с. 4].

Обучающийся может более эффективно использовать свои ресурсы при выполнении ВКРБ, если будет:

- знать и своевременно выполнять основные действия в процессе выполнения ВКРБ;
- знать и использовать продуктивные приемы для оформления результатов выполнения ВКРБ.

В работе над ВКРБ можно выделить организационный, содержательный и оформительский аспекты. Следует отметить, что традиционно организационному аспекту уделяется основное внимание в работах по организации выполнения ВКРБ по конкретным направлениям подготовки. В [14] описаны основные этапы выполнения ВКРБ. Описание имеет общий характер и дает полное представление о значимости данного вида учебной деятельности и его особенностях в подготовке

---

<sup>1</sup> Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» с последними изменениями от 27.02.23.

на уровне бакалавриата независимо от конкретного направления подготовки.

Следует отметить, что выполнение ВКРБ организационно начинается для обучающегося с производственной преддипломной практики: практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности. Выпускающая кафедра разрабатывает рабочую программу этой практики, которая содержит сведения о ее целях, основных действиях обучающихся, результатах каждого этапа практики и правилах их оценки. Оформительский аспект, как правило, определяется во внутренней нормативной документации выпускающей кафедры.

В табл. 1 представлены материалы, размещенные в данном учебном пособии по каждому аспекту.

Таблица 1

**Материалы по основным аспектам выполнения ВКРБ**

Аспект выполнения ВКРБ	Материалы учебного пособия	Основные источники информации
Организационный	Основные действия и их последовательность на различных этапах выполнения ВКРБ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сайт кафедры АСУ.</li> <li>• Рабочая программа производственной преддипломной практики: практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности</li> </ul>
Содержательный	Продуктивные приемы представления результатов, полученных на различных этапах выполнения ВКРБ	Учебные материалы по учебным дисциплинам, в частности размещенные в обучающей среде НГТУ DiSpace
Оформительский	Правила оформления ВКРБ, основанные на госстандартах	Внутренний стандарт кафедры АСУ на оформлении ВКРБ [13]

В соответствии с направлением подготовки конечным продуктом ВКРБ является определенный вид программного обеспечения. Именно поэтому выполнение ВКРБ организовано в соответствии с каскадной

моделью жизненного цикла программного обеспечения, которая является, по сути, частью любых более сложных моделей жизненного цикла. В свою очередь, такой подход к разработке программного обеспечения определяет содержание пояснительной записки ВКРБ, задаваемое ГОСТ 7.32–2017 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления» [9]. В указанном нормативном документе представлены структура и содержание отчета по научно-исследовательской работе (НИР). Основные этапы выполнения ВКРБ совпадают с этапами выполнения НИР, поэтому следование требованиям, указанным в [9], позволяет обучающемуся полно, четко и с учетом особенностей выбранной темы представить полученные результаты в пояснительной записке. Следует отметить, что эта традиция в оформлении отчетов распространяется и на другие виды учебной деятельности – от лабораторных и практических работ до курсовых работ, т. е. обучающийся имеет необходимый опыт подготовки и оформления отчетов.

Тем не менее, как показывает практика, подготовка и оформление пояснительной записки ВКРБ может вызывать определенные затруднения у обучающихся. В настоящем пособии представлены некоторые продуктивные приемы и шаблоны, использование которых позволяет спланировать обучающемуся свою деятельность и более полно и ясно представить полученные результаты в пояснительной записке ВКРБ.

Далее приведены основные действия по выполнению и защите ВКРБ (в скобках указаны рекомендуемые продуктивные приемы для представления полученных результатов).

Для выполнения ВКРБ необходимо:

- сформулировать тему ВКРБ:
  - выбрать научного руководителя из числа преподавателей выпускающей кафедры АСУ;
  - определить предметную область и поставить решаемую в работе проблему на основе анализа предметной области (модель проблемы);
  - определить цель как способ решения поставленной проблемы и ее конечный продукт (шаблон цели и критерии оценки ее качества);
  - сформулировать совместно с научным руководителем тему работы (шаблон темы);
- определить задачи для достижения цели работы и решить их (примерный состав задач);

- подготовить пояснительную записку ВКРБ:
  - обосновать функциональные и нефункциональные требования к разрабатываемому программному обеспечению (анкета для самооценки качества требований);
  - выбрать программные инструменты для создания программного обеспечения (сравнительный анализ программных инструментов как обоснование их выбора);
  - определить входные и выходные данные, структуру базы данных или других средств представления данных, архитектуру программного обеспечения (модели визуализации результатов проектирования);
  - разработать алгоритмы обработки данных в соответствии с требованиями (способы представления алгоритмов);
  - программно реализовать разработанные алгоритмы;
  - провести тестирование разработанного программного обеспечения (описание контрольного примера как результата проверки правильности работы);
  - оценить качество пользовательского интерфейса или риски информационной безопасности в зависимости от типа разрабатываемого приложения [15];
  - оценить трудозатраты на разработку программного обеспечения [6];
- оформить пояснительную записку в соответствии с требованиями выпускающей кафедры;
  - загрузить файл с пояснительной запиской в личном кабинете для проверки на заимствования;
  - после утверждения научным руководителем результатов объема заимствований в указанные сроки сдать секретарю государственной экзаменационной комиссии (ГЭК) пояснительную записку, отзыв научного руководителя, протокол проверки на заимствования и авторский лицензионный договор для размещения пояснительной записки в НБ НГТУ;
  - подготовить презентацию и доклад к защите работы (рекомендации по подготовке);
  - выступить на защите ВКРБ перед ГЭК на открытом заседании (описание процедуры защиты).

Настоящее пособие содержит материалы по оформлению результатов выполнения ВКРБ в пояснительной записке, а также нормативные документы, в соответствии с которыми организован процесс

выполнения ВКРБ на выпускающей кафедре. В разделах приводятся примеры, иллюстрирующие действенность рекомендуемых в учебном пособии приемов представления результатов работы на том или ином этапе выполнения ВКРБ, продуктивные приемы и сведения о нормативной документации, в соответствии с которой организуется процесс работы.

Отметим, что рассматриваемые в учебном пособии продуктивные приемы носят рекомендательный характер и являются не единственно возможными. Использование этих приемов может существенно повысить качество представленных материалов пояснительной записки ВКРБ. С другой стороны, они же могут показать, что используемые или подготовленные материалы на данном этапе выполнения ВКРБ нужно доработать, так как они не продвигают работу к успешному завершению. Нужно иметь в виду, что это тоже результат, но только промежуточный и пока отрицательный.

## **1. СТРУКТУРА ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ ВКРБ**

В высшей школе принято оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде отчета, структуру и содержание которого определяет ГОСТ 7.32–2017 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления» [9] (это требования федерального уровня). Этот нормативный документ основан на обобщении опыта специалистов в различных предметных областях по представлению результатов научно-исследовательской работы.

ГОСТ 7.32–2017 распространяется на отчеты о фундаментальных, поисковых и прикладных научно-исследовательских работах во всех областях науки и техники. Он предназначен для научно-исследовательских, проектных, конструкторских организаций, высших учебных заведений и других организаций независимо от их организационно-правовой формы.

Как показывает практика, любая учебная работа независимо от уровня сложности (лабораторная работа, расчетно-графическая работа, курсовой проект, ВКРБ) может быть ясно и четко описана в соответствии с рекомендациями госстандартов и нормативными материалами

образовательного учреждения. Требования к ВКРБ университетского уровня соответствуют ГОСТ 7.32–2017 [9]. Его использование для оформления пояснительной записки ВКРБ обеспечивает ясность, точность и полноту материалов о процессе выполнения и основных результатах ВКРБ:

- единая структура отчета, использованная многократно в процессе обучения, позволяет сравнительно быстро и легко структурировать материалы по основным этапам выполнения ВКРБ и помогает избежать многих ошибок и неточностей;
- наличие готовых шаблонов и примеров оформления позволяет сэкономить время и усилия обучающегося;
- единый подход к оформлению пояснительной записки ВКРБ упрощает процесс обмена информацией, облегчая ее восприятие, между заинтересованными лицами на разных этапах выполнения и защиты ВКРБ.

### Основные части ВКРБ

Согласно требованиям выпускающей кафедры, основанным на университетских требованиях, ВКРБ имеет два титульных листа, оглавление, реферат, введение, основную часть, заключение, список использованных источников и приложения. Следует отметить, что каждая часть ВКРБ определенным образом демонстрирует эту работу и самодостаточна, так как дает целостное представление о работе на разных уровнях полноты и глубины описания. Вопросы оформления всех обязательных частей ВКРБ рассмотрены в разделе «Оформление ВКРБ».

### Титульные листы

В [14, с. 29–31] приведены шаблоны титульных листов ВКРБ. Первый лист содержит сведения официального характера: утвержденная приказом по образовательному учреждению тема, сведения об авторе (обучающемся), научном руководителе, консультантах по дополнительным разделам ВКРБ (в экономической области, в области разработки пользовательских интерфейсов или обеспечения информационной безопасности). На втором листе размещают индивидуальное задание на ВКРБ.

### Реферат

Реферат представляет собой краткое описание основных этапов выполнения ВКРБ и их результатов. В реферате важно отразить наиболее значимые общие характеристики работы: решаемая проблема и цель работы, использованные математические методы и программные

инструменты, результаты, полученные на каждом из этапов выполнения ВКРБ, и возможные области их использования. Сведения из реферата предназначены для использования в поисковых системах.

## Оглавление

Оглавление включает в себя введение, разделы, пункты и подпункты основной части работы, заключение, список литературы и приложения. Ценно отразить в оглавлении особенности конкретной ВКРБ, определяемые предметной областью, целями работы и используемыми методами. Только в этом случае оглавление может дать целостное представление о проделанной работе, в противном случае это формальная часть работы.

## Введение

Введение является важной частью ВКРБ. Оно в большей мере, чем оглавление, реферат и список использованных источников, дает целостное представление о работе. Введение содержит краткое описание предметной области, постановку решаемой проблемы, основной цели и задач работы, используемых математических методов и программных инструментов, а также общее описание требований к разрабатываемому программному обеспечению и области его практического использования.

Во введении следует обосновать актуальность выполняемой работы. Для этого нужно кратко описать предметную область и существующие в ней проблемы. Достоверность существующих проблем ценно подтвердить фактами и мнением специалистов с обязательной ссылкой на источники информации. Также нужно показать возможность практического использования результатов работы, определив области использования и целевую группу.

Далее кратко определяются основные характеристики ВКРБ: поставленная проблема и метод ее решения, основная цель и задачи для ее достижения, пользователи разрабатываемого программного обеспечения, области практического применения. Тип выбранной или поставленной для решения проблемы четко определяет основной вид деятельности, конкретизация которого в предметной области определяет цель работы.

Цель работы задает один из способов решения проблемы.

Возможно, что после формулирования цели нужно будет уточнить тему работы. Уточнения может потребовать и проблема, поскольку выбранный метод решения может повлиять и на ее постановку. Ситуация корректировки проблемы, темы и цели является нормальной,

и ее возникновение свидетельствует о качестве проделанной работы, поскольку выполнена оценка согласованности этих характеристик ВКРБ между собой. Определение основных характеристик ВКРБ задает направление всей работы, поэтому так важно качественно выполнить этот этап.

Для достижения цели ВКРБ необходимо определить ее задачи. Задачи представляют собой конкретные средства достижения цели, определяемые основными видами деятельности по обеспечению жизненного цикла программного продукта. Чаще всего в ВКРБ используется каскадная модель жизненного цикла. Основные задачи ВКРБ в общем виде без учета конкретной предметной области описаны во введении данного учебного пособия. Нужно откорректировать приведенный список задач, дополнив формулировку каждой задачи сведениями из конкретной предметной области.

Основные получаемые результаты представляют собой краткое описание требований к разрабатываемому программному обеспечению.

Необходимо показать практическое применение полученных результатов, описав возможные области применения и группу пользователей разрабатываемого программного обеспечения.

**Основная часть.**  
**1.1. Описание предметной области**

В первом разделе пояснительной записки выполняют достаточное по уровню детализации для дальнейшей работы описание предметной области и на этой основе выявляют решаемую в ВКРБ проблему. Решаемая проблема

определяет актуальность ВКРБ. Затем выполняют сравнительный обзор подходов, математических методов или аналогов программного обеспечения и уже на этой основе определяют общие требования к функционированию разрабатываемого программного обеспечения.

**Основная часть.**  
**1.2. Выбор программных инструментов**

Затем в этом же разделе выполняют сравнительный анализ существующих программных инструментов, в том числе языков программирования, систем управления базами данных (СУБД), фреймворков для разработки графического интерфейса пользователя (GUI), моделей нейронной сети, необходимых сторонних сервисов, интегрированных сред разработки. По результатам сравнительного анализа делают обоснованный выбор программных инструментов, которые можно использовать для проектиро-

вого интерфейса пользователя (GUI), моделей нейронной сети, необходимых сторонних сервисов, интегрированных сред разработки. По результатам сравнительного анализа делают обоснованный выбор программных инструментов, которые можно использовать для проектиро-

вания и программной реализации разрабатываемого программного обеспечения.

При необходимости также рассматривают возможность интеграции разрабатываемого программного обеспечения с другими информационными сервисами.

Полученные на данном этапе результаты используют для обоснования и формулирования основной цели ВКРБ.

**Основная часть.  
2. Разработка  
математического  
и алгоритмического  
обеспечения**

- структуру базы данных в виде концептуальной и физической модели;
- алгоритмы работы проектируемого программного обеспечения в виде блок-схем.

**Основная часть.  
3. Описание  
особенностей  
программной  
реализации**

**Основная часть.  
4. Тестирование  
разработанного  
программного  
обеспечения**

Второй раздел посвящен разработке математического и алгоритмического обеспечения и включает в себя:

- описание используемых математических методов;
- архитектуру программного обеспечения в виде UML-диаграмм;

В третьем разделе описывают созданные программные модули, классы, методы, структуру базы данных, пользовательский интерфейс, процесс обучения нейронных сетей и др.

В четвертом разделе представляют процесс тестирования разработанного программного обеспечения, целью которого является проверка соответствия программного обеспечения заявленным в первом разделе функциональным и нефункциональным требованиям. По результатам тестирования приводят примеры выполнения основных задач пользователя в виде последовательностей экранов или диалоговых окон с корректными данными. Обучающийся должен привести конкретные случаи применения программного обеспечения для демонстрации его эффективности и полезности для пользователей.

**Дополнительный  
раздел.  
Оценка трудозатрат  
на разработку  
программного  
обеспечения**

граммного обеспечения и их длительности представляют в виде диаграммы Ганта.

**Дополнительный  
раздел.  
Оценка качества  
пользовательского  
интерфейса  
или рисков  
информационной  
безопасности**

Ошибки и недоработки в программном обеспечении могут привести к нарушениям информационной безопасности. Анализ рисков позволяет определить способы, минимизирующие или предотвращающие риски.

**Заключение**

Заключение представляет собой оценку степени завершенности выполнения каждой из задач ВКРБ, сформулированных во введении. Ценно также указать возможные области использования разработанного программного обеспечения и перспективы его развития.

**Список  
использованных  
источников**

Список использованных источников должен включать в себя не менее двадцати работ. В нем могут быть представлены нормативно-правовые акты, учебники и учебные пособия, книги, научные статьи из журналов и сборников, а также электронные ресурсы. Использованные источники должны соответствовать теме и содержанию ВКРБ. В список использованных источников должны быть включены издания последних пяти лет.

**Приложение**

В приложение можно поместить любые материалы, перегружающие основную часть пояснительной записки ВКРБ, но важные для

В этом разделе проводят оценку трудозатрат на разработку программного обеспечения по методике СОСОМО II. Данная методика основана на эмпирических данных и опыте разработчиков. Результаты планирования последовательности основных этапов разработки про-

Если разработанное программное обеспечение имеет графический пользовательский интерфейс, то в седьмом разделе выполняют оценку его качества.

Если разработанное программное обеспечение предназначено для работы с другими программными системами, то этот раздел включает в себя оценку рисков информационной безопасности.

получения более точного и полного понимания проделанной работы, в том числе фрагменты исходного кода, руководство пользователя, статистические данные и результаты их обработки, большие рисунки и таблицы, использованные анкеты.

## 2. ОПИСАНИЕ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Описание предметной области является первой содержательной частью ВКРБ. На первом этапе работы нужно описать предметную область, в которой есть актуальная на данный момент проблема.

Большинство квалификационных работ на уровне бакалавриата имеют прикладной характер, а это значит, что работы связаны, как правило, с улучшением условий работы организаций, компаний, отдельных лиц, производящих различные продукты, в том числе программное обеспечение, или выполняющих определенные услуги.

В реальности процесс проектирования редко происходит четко в соответствии с действующими нормативными документами, основанными на лучших практиках. Знание правил организации проекторочного процесса заранее определяет тип сведений, которые необходимо включить в описание предметной области. Правильный проекторочный процесс с точки зрения его организации направлен на получение гарантированного успешного результата в виде программного обеспечения, соответствующего сформулированным требованиям.

Визуальные средства моделирования являются важным инструментом структуризации сведений об объекте автоматизации для формулирования функциональных требований. В нотациях визуальных средств моделирования заложены характер, объем и способы представления сведений, полученные в результате анализа специалистами лучших вариантов описаний конкретных предметных областей.

**Как определить характер материала для описания предметной области?**

Понимание и использование подходов к описанию объектов автоматизации, принятых в современных средствах визуального моделирования, четко направляют и упрощают работу по описанию предметной области, показывая,

какой материал нужно представить в описании. При наличии соответствующих сведений из конкретной предметной области компьютерные диаграммы позволяют достичь однозначного понимания автоматизируемых действий всеми заинтересованными лицами проекта и сформулировать качественные требования к разрабатываемому программному обеспечению. В принципе можно рисовать такие диаграммы от руки, что раньше и делали аналитики в проектной команде.

В данном случае речь идет о способах визуального моделирования, которые позволяют структурировать описание предметной области на достаточном уровне детализации для решения выявленной проблемы, а в некоторых случаях и выявить проблему.

Независимо от конкретного программного средства визуального моделирования (раздел 9) необходимо описать предметную область как место возникновения проблемы. Следует еще раз напомнить, что пока описание выполняют в терминах предметной области. Подробность описания должна быть достаточной для постановки актуальной проблемы и последующего визуального моделирования предметной области после определения цели работы.

Задача обучающегося – в выбранной предметной области выделить и описать процессы, действующих лиц и их функции, структурные элементы (сущности) и их взаимосвязи, правила работы (бизнес-правила), сценарии выполнения функций (задач действующих лиц) и состояний сущностей. Как показывает практика, такое описание можно выполнить для любой предметной области независимо от ее физической природы.

Существующие способы выполнения задач пользователей можно представить, описывая бизнес-процессы. Бизнес-требования к разрабатываемому программному обеспечению представляют собой автоматизируемые виды деятельности в бизнес-процессах.

При описании бизнес-процессов необходимо показать горизонтальные и вертикальные связи между действующими лицами и сущностями. Причем важно отразить происхождение и выполнение управляющих воздействий, области ответственности действующих лиц, потоки данных и документов, состояния объектов. Именно такой подход понятнее всего специалистам из предметной области.

**Продуктивный прием**

Если отвлечься от «помощи» визуальных средств моделирования (они в полной мере будут использованы на более поздних стадиях работы), то можно применить

следующую последовательность действий для описания предметной области (использовать терминологию предметной области):

- *определить основные цели объекта, частью которого является объект автоматизации* (объектом может быть компания, предприятие, учреждение, организация, фирма, часть компании или процесс компании);
- *дать более подробную характеристику объекта автоматизации* (описать его структуру, выполняемые функции, взаимодействие с другими частями объекта и внешней средой);
- *описать нормы и правила выполнения функций в конкретной компании;*
- *проанализировать эффективность использования информационных технологий в конкретной компании* (описать можно существующие информационные системы и бизнес-процессы, которые они поддерживают, сетевую архитектуру, компьютерную технику и средства телекоммуникации, используемое системное и прикладное программное обеспечение, работу ИТ-инфраструктуры подразделений и служб);
- *показать существующие в объекте автоматизации проблемы в управлении, в обработке документов, в автоматизированной части объекта.*

### 3. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Выполнение ВКРБ начинается, как правило, с формулирования ее темы. В общем случае тема отражает цель работы, предметную область, целевую группу, метод решения поставленной проблемы, используемые программные инструменты. Это основные характеристики ВКРБ. На данном этапе работы основанием для определения этих важнейших характеристик ВКРБ является видение научного руководителя или обучающегося, если он предлагает тему.

Зачастую эти характеристики меняются по ходу выполнения начальных этапов разработки ВКРБ. В связи с этим шаблон определения темы ВКРБ будет представлен после рассмотрения описания предметной области, постановки проблемы, методов решения проблемы и формулирования цели. После этого можно точно определить тему ВКРБ. При изменении какой-либо основной характеристики темы по сравнению с ее первоначальным вариантом выпускающей кафедре по заявке научного руководителя ВКРБ нужно обязательно подготовить и утвердить приказ

по университету об изменении темы в указанные учебным регламентом сроки.

**Как можно понять, что есть проблема?**

В толковом словаре русского языка<sup>2</sup> проблема определяется как «сложный вопрос, задача, требующие разрешения, исследования».

Для определения проблемы, решаемой в ВКРБ, продуктивно использовать модель проблемы [12]. Можно говорить о существовании проблемы, если наблюдаемое состояние предметной области не соответствует ожиданиям и отличается от желательных результатов, например, показатели эффективности функционирования предприятия не соответствуют планируемыми показателям. Решение проблемы показывает, как перейти от нежелательных результатов к желательным (рис. 1).



Рис. 1. Модель поставленной в ВКРБ проблемы

<sup>2</sup> Ожегов С. И. Толковый словарь русского языка : 80 000 слов и фразеологических выражений / С. И. Ожегов, Н. Ю. Шведова. – 4-е изд., доп. – Москва : Азбуковник, 2018. – 943 с.

### Пример постановки проблемы

Отдел продаж предприятия спрогнозировал уменьшение спроса на продукцию предприятия к концу года на 6 %. Руководство предприятия ставит задачу восстановления объема продаж.

Анализ показал, что выпускаемая продукция отвечает современным требованиям качества. Проверка качества исходного сырья и соблюдения режимов производства продукции также не выявила отклонений от существующих нормативов. Однако выяснилось, что клиенты в 20 % случаев обращения за продукцией или устранением возникших сложностей в ее использовании были недовольны результатами из-за несвоевременного обслуживания.

Информационная система назначает оператора, который обрабатывает поступившую заявку и отслеживает ход ее выполнения до получения продукции или решения проблемы до полного ее устранения. Операторы работают удаленно, при этом возникают сложности с учетом их рабочего времени и уведомлением о поступлении новых обращений клиентов в информационную систему.

Как показала практика, без уведомления операторов о поступлении новых обращений клиентов их заявки остаются без ответа значительное время, а это снижает качество обслуживания и вызывает негативное впечатление у клиентов об организации в целом.

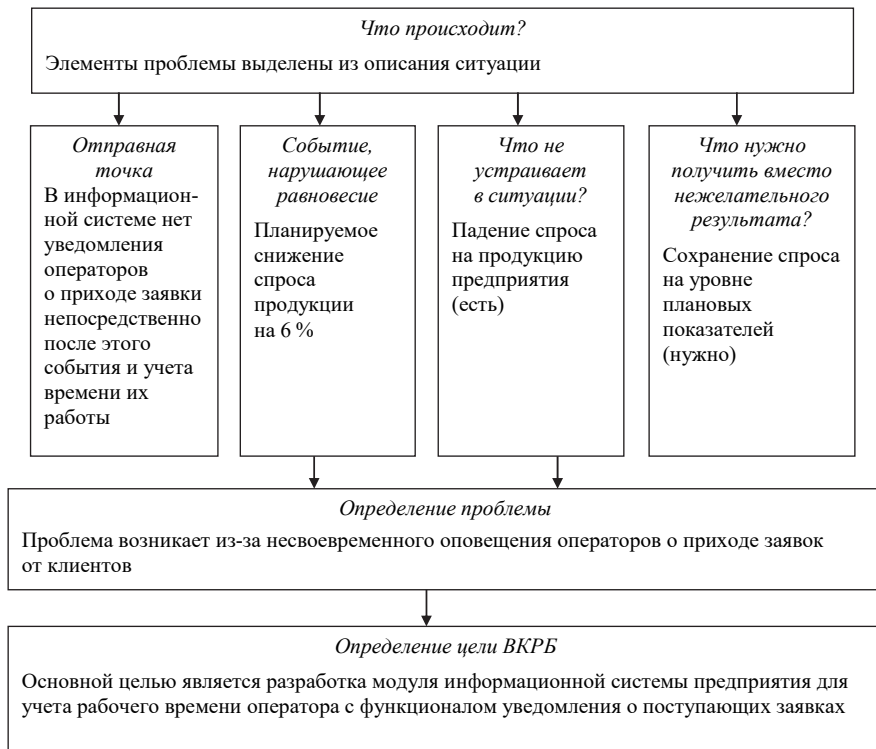
Проблема порождена сложившейся ситуацией. На рис. 2 представлена структура рассматриваемой проблемы.

Источником поставленной проблемы или выявленного противоречия в ВКРБ могут быть существующее состояние предметной области, неудовлетворительные по результатам (по времени выполнения или по характеристикам объекта исследования) методы решения проблем, неэффективные методы организации процессов в объекте исследования и инструментальные средства реализации информационной системы объекта исследования.

Событие, нарушающее равновесие, угрожает стабильности текущего положения, описанного в отправной точке, и тем самым порождает нежелательный результат.

Событие, нарушающее равновесие, может быть:

- внешним, если это изменение произошло во внешней среде, например, появление нового аналога программного продукта (конкурента), переход к использованию новой технологии разработки программных продуктов, смена законодательства, изменение потребительского поведения;



*Рис. 2. Пример формулирования проблемы*

- внутренним, если это изменение предпринято по инициативе самой компании, например, внедрение нового бизнес-процесса, установка новых компьютерных программ, выход на новый рынок, изменение ассортимента.

Если трудно определить, какие именно обстоятельства породили проблему, то лучше перейти к нежелательному результату, т. е. к тому, что вызывает недовольство.

Отметим, что необходимо формулировать желательный результат предельно четко, иначе будет сложно выбрать правильное решение для его достижения и представить его в количественном выражении или как определенное конечное состояние. Такой подход позволяет оценить, достигнут ли результат.

Формулировки определений основных элементов проблемы могут меняться по мере изучения ситуации.

**Виды  
проблемных  
ситуаций**

Перед решением проблемы нужно определить, на какой стадии решения находится поставленная в ВКРБ проблема. Такой подход дает возможность корректно поставить цель ВКРБ.

В табл. 2 приведены виды проблемных ситуаций, каждое из которых имеет свой вариант решения. Следует отметить, что первые пять вариантов проблемы являются последовательным решением одной проблемы, если на каждом из этапов возникает нежелательный результат, и проблема решена, если на одном из этапов достигается желаемый результат. Переход от одной проблемы к следующему варианту той же проблемы приближает к ее решению.

Таблица 2

**Виды проблемных ситуаций (наиболее распространенные варианты – 1–5, реже встречающиеся варианты – 6, 7)**

№ п/п	Общее положение	Пример
1	Неизвестно, как вместо нежелательного результата получить желательный результат	Неизвестно, как вместо нежелательного, используемого в настоящее время программного продукта получить желательный программный продукт, позволяющий пользователям решать их задачи
2	Известно, как получить желательный результат, но нет уверенности в правильности выбранного решения	Использовать приемы проверки идеи, положенной в основу проекта, т. е. провести проверку идеи проекта, например, используя гипотезы как инструмент из метода lean-проектирования
3	Известно, как получить желательный результат, но неизвестно, как это реализовать	Провести работу по поиску дополнительных ресурсов, в том числе специалистов и программных инструментов

№ п/п	Общее положение	Пример
4	Известно, как получить желательный результат, решение реализовано, но результат оказался неудовлетворительным	Нужно искать новое решение для устранения выявленных недостатков и реализовывать еще один цикл разработки программного обеспечения
5	Известно, как получить желательный результат несколькими способами, но неизвестно, как определить наилучший способ	Нужно провести исследование для определения показателей качества имеющихся способов и методов их расчета, далее определить на этой основе процедуру сравнения способов и реализовать ее на практике
6	Известен нежелательный результат, но сложно сформулировать желательный результат, что мешает приступить к поиску решения	Нужно сформулировать в общем виде желательный результат, если есть уверенность достичь в процессе проектирования на более поздних этапах необходимого уровня качества требований к программному обеспечению
7	Известен желательный результат, но нет уверенности, что имеет место нежелательная ситуация	Еще раз нужно проверить, возможно, что сделаны ошибочные выводы о существовании проблемы

**Продуктивные приемы**

Модель определения проблемы позволяет выделить ее элементы в той последовательности, в которой их проще всего излагать во введении пояснительной записки ВКРБ.

При использовании модели проблемы следует:

- выделить основные элементы проблемы из подготовленного описания предметной области;

- определить, на какой стадии находится решение проблемы (было ли оно предложено? было ли оно одобрено? было ли оно реализовано?);
- сформулировать основной вопрос работы;
- проверить, насколько точно описана проблема;
- проверить, что рассуждения по ходу анализа дают ответ на поставленный вопрос.

## 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМЫ

Выбранная тема должна соответствовать направлению и профилю подготовки, быть актуальной и реализуемой за время, отведенное учебным планом на выполнение работы.

Тема ВКРБ может быть определена в ходе анализа конкретной предметной области, предложена обучающимся или научным руководителем. Тема утверждается приказом по образовательному учреждению в установленные сроки (до начала производственной преддипломной практики по учебному плану направления подготовки).

Следует отметить еще раз, что тема ВКРБ может быть изменена в процессе разработки. В этом случае вновь издается приказ на изменение темы ВКРБ не позднее чем за месяц до защиты ВКРБ.

### Шаблон темы

Для формулирования темы ВКРБ рекомендуется использовать шаблон: *<Разработка/исследование> <вид программного обеспечения> <цель использования программного обеспечения> <целевая группа> <метод решения проблемы> <программные инструменты>*.

Важно четко определить вид разрабатываемого программного обеспечения. Распространенные виды программного обеспечения представлены в прил. 1.

Предлагаемый шаблон определяет характер работы – основной вид деятельности (как?), вид программного обеспечения (что?), цель (зачем?), пользователей (для кого?), используемые в работе методы решения выявленной проблемы и/или программные инструменты (как?).

Информация о ВКРБ, включенная в предлагаемый шаблон, исключает неоднозначность понимания задуманного изначально содержания ВКРБ, что, во-первых, задает четкое направление работы для автора, во-вторых, облегчает поиск работы для заинтересованных лиц, в-третьих, упрощает задачу определения соответствия темы работы ее

содержанию. Отмеченное соответствие является важнейшим показателем качества ВКРБ, и на это особо указывается в отзыве научного руководителя на работу.

В табл. 3 приведены примеры формулировок первоначальных тем ВКРБ и их новые варианты после корректировки в соответствии с предложенным шаблоном.

Таблица 3

### Примеры тем ВКРБ

Первоначальный вариант темы	Комментарий	Уточненный вариант темы ВКРБ*
Разработка алгоритмического и программного обеспечения для выявления отклонений на рентгеновских снимках	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Уточнение «алгоритмического» в теме является избыточным.</li> <li>• В подобных темах ценно указать используемый метод, поскольку это значимая отличительная характеристика работы</li> </ul>	Разработка программного обеспечения для выявления отклонений на рентгеновских снимках <i>на основе аппарата нейронных сетей</i>
Моделирование работы станции автосервиса	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Первое слово в теме определяет основной вид деятельности, в рамках ВКРБ это разработка, а моделирование является целью работы.</li> <li>• Не указан тип разрабатываемого программного продукта.</li> <li>• Не сформулирована цель моделирования</li> </ul>	<i>Разработка приложения для прогнозирования результатов работы станции автосервиса с помощью имитационного моделирования</i>
Разработка автономной системы пожарной безопасности	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Не определен тип разрабатываемого программного продукта.</li> <li>• Ценно уточнить отличительную характеристику разрабатываемого программного продукта</li> </ul>	Разработка автономной <i>информационной</i> системы пожарной безопасности <i>с возможностью дистанционного управления</i>

Первоначальный вариант темы	Комментарий	Уточненный вариант темы ВКРБ*
Разработка инструментов для тестирования веб-приложений	<ul style="list-style-type: none"> <li>• В данном случае весомой частью работы является предварительное исследование инструментов для тестирования, что целесообразно явно указать в теме (это определяет уровень работы).</li> <li>• Нужно уточнить вид тестирования, что четко определяет границы работы</li> </ul>	<i>Исследование и разработка инструментов для автоматизированного функционального тестирования веб-приложений</i>

\* Курсивом выделены внесенные изменения.

## 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛИ И ЗАДАЧ

Поставленная проблема требует решения. Как правило, проблема может иметь несколько решений. Выбранное для реализации решение определяет цель/цели ВКРБ.

Цель – это представление о будущем или желаемом результате, который человек или группа людей представляют себе, планируют и обязуются достичь. Чем конкретнее описан конечный результат ВКРБ, тем проще показать, что полученный результат соответствует поставленной цели.

Использование метода SMART позволяет сформулировать конкретную цель. В [17] приведено описание метода SMART и примеры формулировок целей.

### Шаблон цели

Для формулирования цели работы желательно использовать шаблон: *<Разработка/исследование> <вид разрабатываемого программного обеспечения> <цель использования> <целевая группа>, <метод решения проблемы> <программные инструменты>.*

В табл. 4 приведены два варианта цели для одной ВКРБ. Анализ вариантов позволяет корректно сформулировать цель.

Таблица 4

**Примеры формулирования цели ВКРБ**

Первоначальный вариант	Комментарий	Новый вариант
Разработать мотивационное приложение в дополнительном олимпиадном образовании	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Не указана целевая группа.</li> <li>• Поддержание и развитие мотивации – это только часть задач, решаемых в образовательном процессе, соответственно разрабатывается модуль информационной системы, а не автономное приложение</li> </ul>	Разработать модуль информационной системы для стимулирования школьников в дополнительном олимпиадном образовании
Разработка приложения для проверки оформления отчетов	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Не указана целевая группа.</li> <li>• Не определен вид проверки</li> </ul>	Разработать приложения для проверки оформления отчетов обучающихся в высшей школе в соответствии с внутренними стандартами образовательного учреждения
Разработка практических рекомендаций по моделированию автосервисного предприятия для обеспечения его эффективного функционирования	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Не указана целевая группа.</li> <li>• Не задан тип готового программного обеспечения.</li> <li>• Не определен метод обеспечения эффективного функционирования</li> </ul>	Разработать модуль информационной системы для руководителя ремонтного отдела автосервисного предприятия для принятия решений в среде AnyLogic

Первоначальный вариант	Комментарий	Новый вариант
Создание инструмента для организации проектной деятельности	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Не указана целевая группа.</li> <li>• Не задан тип готового программного обеспечения.</li> <li>• Не определена модель, в рамках которой организуется проектная деятельность</li> </ul>	Разработать приложение для организации проектной деятельности студенческих команд с использованием каскадной модели жизненного цикла
Разработка программной среды для учета рабочего времени оператора с функционалом уведомления операторов о заявках	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Не отмечен важный для разработки удаленный режим работы операторов.</li> <li>• В цель не включено требование заказчика об уведомлении операторов о заявках в режиме реального времени</li> </ul>	Разработать приложение для учета рабочего времени удаленно работающих операторов с уведомлением о заявках в режиме реального времени

### Шаблон задач

Задачи можно сформулировать в соответствии с шаблоном вида: *<деятельность, задаваемая глаголом> + <предмет, на который направлена эта деятельность>*.

Зачастую задачи формулируют на высоком уровне общности. В табл. 5 приведены примеры общих и уточненных с учетом предметной области ВКРБ формулировок задач.

Таблица 5

### Примеры задач

Общий вариант задачи	Комментарий	Уточненный вариант задачи
Рассмотреть аналогии конструкторов сайтов	• Использовать глагол в формулировке задачи, причем точнее определить действие.	• Провести сравнительный анализ аналогов (лучше указать оцениваемые аналогии) конструкторов сайтов

Окончание табл. 5

Общий вариант задачи	Комментарий	Уточненный вариант задачи
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Указать, предмет, на который направлено действие.</li> <li>• Указать цель действия</li> </ul>	<p>с целью определения общих и специализированных функций и особенного функционала;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• определить на этой основе функции проектируемого конструктора сайтов</li> </ul>
Рассмотреть возможные методы реализации конструктора	Указать конкретные действия, приводящие к решению задачи	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Провести сравнительный анализ программных инструментов (лучше указать оцениваемые инструменты) для разработки конструкторов сайта;</li> <li>• выбрать на этой основе программные инструменты для разработки сайтов, поддерживающих малый бизнес (услуги)</li> </ul>
Провести тестирование всей системы	Указать подробнее виды тестирования	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Провести функциональное тестирование конструктора сайтов;</li> <li>• создать сайт для мастерской по ремонту гаджетов с помощью разработанного конструктора сайтов для подтверждения работоспособности тестируемого конструктора сайтов</li> </ul>
Определить трудозатраты на выполнение ВКРБ	Явно указать программное средство, для разработки которого определяют трудозатраты	Определить трудозатраты на разработку конструктора сайтов для поддержки малого бизнеса (услуги)
Проанализировать пользовательский интерфейс	Указать вид планируемого тестирования качества пользовательского интерфейса	Провести юзабилити-тестирование пользовательского интерфейса

## 6. СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ

### Способ 1. Анализ аналогов

Сравнительный анализ программных аналогов разрабатываемого программного обеспечения можно проводить различными способами. Ниже приведен адаптированный для определения функциональных требований способ, который изначально используется для определения функционала минимально-жизнеспособного варианта (MVP) разрабатываемого программного обеспечения [1].

1. Составить общий список функций, выполняемых аналогами. Часть функций можно исключить из списка на данной стадии работы, но при исключении полезно убедиться в низкой ценности исключаемой функции для проекта.

2. Подготовить идеальную версию разрабатываемого программного обеспечения, выбрав функции из общего списка. Дополнить список функциями, которые обеспечивают достижение цели ВКРБ. Важно в этот момент функции не приоритизировать и не критиковать, просто описать все функции.

3. Разместить все функции из списка по квадрантам оси координат с горизонтальной осью «легко – сложно» и вертикальной осью «обязательно – необязательно». В итоге получится четыре группы функций (рис. 3).

		<b>Обязательно</b>	
	Базовые функции	Дополнительные функции	
<b>Легко</b>		<b>Сложно</b>	
	Функции-«бантики»	Вспомогательные функции	
		<b>Необязательно</b>	

Рис. 3. Выделение четырех групп функций идеальной версии разрабатываемого программного обеспечения

#### 4. Проанализировать полученный результат:

- базовые функции, размещенные в квадранте «легко – обязательно», должны представлять собой минимально допустимый набор функций, обеспечивающий выполнение пользователями важнейшей для них задачи; эти функции нужно реализовать в ВКРБ в первую очередь и сделать это сравнительно легко. Получится работающая первая версия разрабатываемого программного обеспечения;

- дополнительные функции, размещенные в квадранте «сложно – обязательно», рекомендуется реализовать во вторую очередь, и сделать это будет сложнее, потребуется больше времени и умений; можно попробовать декомпозировать эти функции, зачастую удастся выделить самую значимую часть вспомогательной функции и легко ее реализовать, такая функция перейдет в группу базовых функций; функции, которые не удалось декомпозировать, переходят в группу вспомогательных функций и будут первыми в списке на реализацию в своей группе; получится работающая вторая версия разрабатываемого программного обеспечения;

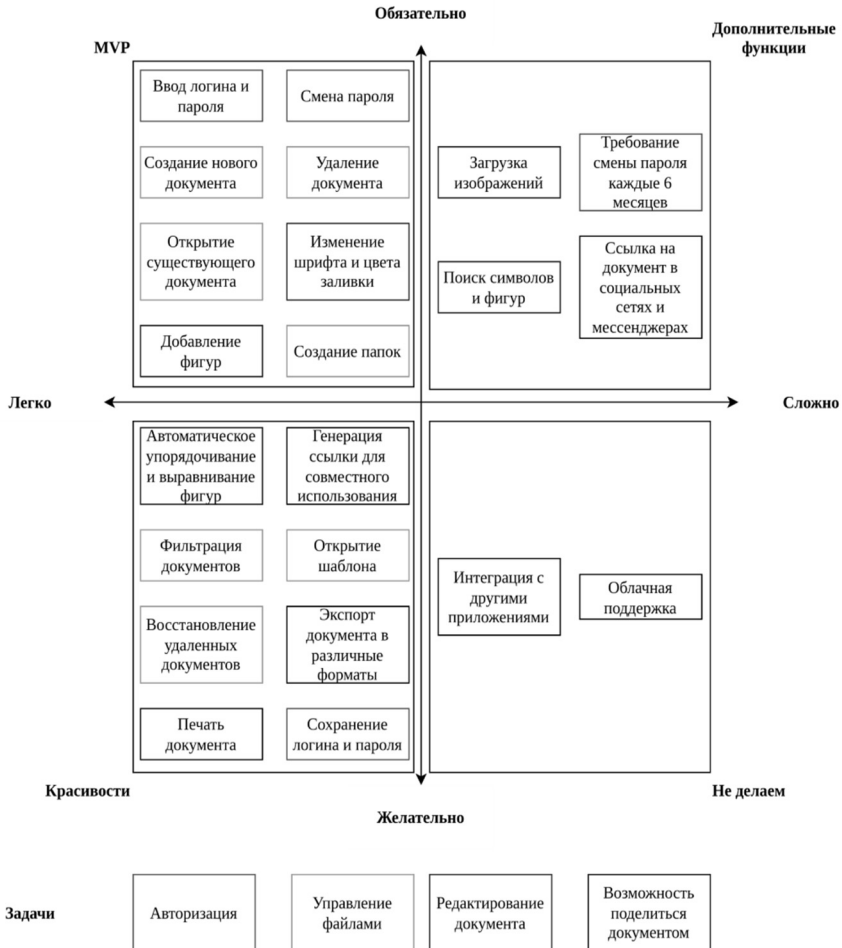
- функции-«бантики», размещенные в квадранте «легко – необязательно», рекомендуется еще раз проанализировать: если функции обеспечивают качество пользовательского интерфейса, то их следует реализовать; если функции представляют собой пожелания и обучающегося как разработчика, и пользователя, то есть смысл пока отказаться от их реализации;

- вспомогательные функции, размещенные в квадранте «сложно – необязательно», рекомендуется приоритизировать с учетом результатов работы с дополнительными функциями, т. е. определить очередность реализации функций на данном этапе работы.

Предложенный вариант определения и анализа функционала разрабатываемого программного обеспечения позволяет рационально распределить усилия обучающегося в процессе выполнения ВКРБ и получить при любом стечении обстоятельств работающую версию программного обеспечения.

Следует также учесть, что нет однозначных правил разделения функций разрабатываемого программного обеспечения на обязательные и желательные. Это в большей мере зависит от уровня возможностей программных аналогов (это задает уровень современных требований, ниже которого в новой разработке «опуститься» нельзя) и квалификации разработчиков.

Пример использования предложенного подхода для приложения управления файлами представлен на рис. 4. В рассматриваемом варианте для объединения функций в группы используются основные задачи пользователя.



Интеграция с другими приложениями

Облачная поддержка

Рис. 4. Матрица приоритетов функций для приложения управления файлами [1]

**Способ 2. Карта пользовательских сценариев**

Еще одним методом визуализации, который помогает определить наиболее важные функции для реализации, является карта пользовательских сценариев. Карта показывает, как пользователи взаимодействуют с программным обеспечением, что позволяет определить очередность программной реализации функций [1]. Пример карты пользовательских историй для приложения управления файлами представлен на рис. 5.

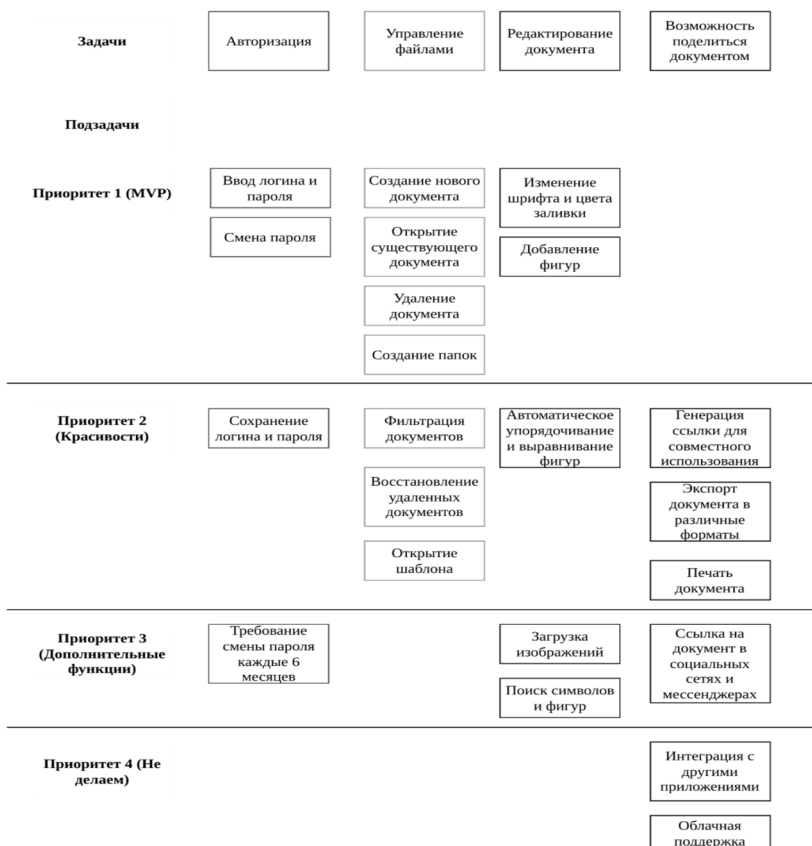


Рис. 5. Карта пользовательских сценариев для приложения управления файлами [1]

**Способ 3.  
Варианты  
использования**

Для определения требований можно использовать метод вариантов использования. Результаты применения этого метода можно представить в графической и текстовой форме. Неоспоримым достоинством описанного варианта этого метода является формулирование требований только в виде текста<sup>3</sup>. В настоящее время существуют программные инструменты для визуализации вариантов использования в графической форме (раздел 9).

## 7. ВЫБОР ПРОГРАММНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

**Продуктивный  
прием 1**

Рассмотрим основные шаги сравнительного анализа для обоснованного выбора программных инструментов для достижения цели ВКРБ:

- найти информацию о нескольких доступных и востребованных в настоящее время программных инструментах;
- выделить из описания показатели качества программных инструментов. В случае затруднения с выбором показателей можно выбрать для сравнения достоинства и недостатки программных инструментов с точки зрения их пригодности к решению поставленных задач ВКРБ или по возможности выделить более конкретные, пусть и общие показатели качества (второй вариант сравнения предпочтительнее); можно использовать различные источники информации, в том числе и опросы специалистов или других заинтересованных лиц, чтобы определить показатели качества;
- определить метрики для измерения показателей качества программных инструментов. Если это балльная шкала, то определить уровень выраженности оцениваемых показателей для каждого балла;

---

<sup>3</sup> Пример см.: *Скорилов Е.* Усиление методики UseCase, данное в книге Алистера Кобёрна. – 2019. – URL: <https://habr.com/ru/articles/468267/> (дата обращения: 16.10.2024).

- представить в табличной форме данные для выбора программного инструмента, разместив в столбцах названия оцениваемых программных инструментов, а в строках – названия показателей качества для их сравнения;
- определить критерии (конкретные пороговые значения показателей качества) для выбора программных инструментов;
- определить значения показателей качества у каждого из сравниваемых программных продуктов и внести в таблицу;
- или отметить факт соответствия фактического значения показателя критерию качества данного показателя; в простейшем случае можно подсчитать количество показателей, соответствующих требованиям качества, у каждого программного инструмента;
- или определить правила принятия решения; в зависимости от соотношения между значением заданного показателя качества и критерием качества для конкретного программного инструмента (больше, меньше или равны) принимается решение о соответствии значения показателя качества критерию качества; если для оценки используют балльную шкалу, то можно для получения единой оценки качества программного инструментария сложить баллы по всем показателям качества и получить суммарный балл как общую оценку для сравнения;
- выбрать программный инструментарий; для выбора также можно использовать метод попарного сравнения<sup>4</sup>.

Пример определения показателей качества<sup>5</sup> средств парсинга веб-ресурсов имеет особенность, связанную с определением соответствия между характеристиками качества программной продукции, задаваемыми нормативной документацией<sup>6</sup>, и наборами их атрибутов для средств парсинга.

---

<sup>4</sup> Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – Москва : Радио и связь, 1993. – 314 с.

<sup>5</sup> Лыгина Н. И., Пудич А. Исследование правильности и эффективности средств парсинга информации на веб-ресурсах // Инновационная наука: межд. науч. журн. – 2017. – № 3, ч. 1. – С. 59–68. – URL: <http://aeterna-ufa.ru/sbornik/IN-3-1-2017.pdf> (дата обращения: 16.10.2024).

<sup>6</sup> ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126–93. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению. – URL: <https://engenegr.ru/gost-r-iso-mek-9126-93> (дата обращения: 16.10.2024).

**Определение показателей качества по результатам анкетирования**

В качестве исходной информации для определения показателей качества программных инструментов можно использовать сведения из различных печатных и электронных источников, а также провести анкетирование заинтересованных лиц (экспертов). Полученную из разных

источников информацию о показателях качества можно обработать следующим образом:

- составить список названий используемых в разных источниках показателей;
- выделить группы, в которых выделить основной термин для обозначения показателя и его синонимы; число выделенных групп будет равно числу показателей качества программного обеспечения;
- определить частоту использования каждого показателя по всем источникам;
- оценить важность использования каждого показателя для выполняемой ВКРБ и исключить неважные показатели из списка.

## 8. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТРЕБОВАНИЙ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ

Различные методы обеспечения качества требований подробно описаны в [11].

В табл. 6 размещена анкета для самооценки качества программного обеспечения, разработанного в ВКРБ. С помощью анкеты нужно оценить степень выраженности характеристик качества отдельных требований и набора требований в целом в баллах от 0 до 6 (0 – качество отсутствует; 6 – качество проявлено в полной мере).

Таблица 6

**Анкета для оценки качества требований**

№ п/п	Характеристики	Риск	Отметка
Оценка качества отдельных требований			
1	Исключены в формулировках требований слова: эффективный, быстрый, в большинстве	Двусмысленность требования. Нужно заменить приведенные и им подобные	0 1 2 3 4 5 6

Продолжение табл. 6

№ п/п	Характеристики	Риск	Отметка
	случаев, соответствует, оптимальный, по возможности, при необходимости, устойчивый к сбоям, несколько, множественный, современный, достаточный, дружелюбный, простой, легкий и т. д.	слова на формулировки без двусмысленности	
2	Выполнена декомпозиция высокоуровневых требований на простые требования	Несовпадение представлений заинтересованных лиц проекта о программном обеспечении и тем, что создает разработчик	0 1 2 3 4 5 6
3	Сформулированы логические парные требования	Пропуск требования. <i>Например:</i> сохранять и загружать незаконченные файлы, т. е. оба действия должны быть включены в набор функциональных требований	0 1 2 3 4 5 6
4	Учтены все пограничные значения	Пропуск требования	0 1 2 3 4 5 6
5	Использованы различные формы представления требований: текст, таблицы, схемы, рисунки	Пропуск требований	0 1 2 3 4 5 6
6	Представлены в виде таблицы или дерева требований со сложной логикой	Пропуск требований. <i>Например:</i> по условию «иначе»	0 1 2 3 4 5 6
7	Создана модель данных	Пропуск требований. Все сущности данных, с которыми работает информационная система, должны иметь соответствующую функциональность для их создания, чтения из внешних источников, обновления текущих значений и/или удаления	0 1 2 3 4 5 6

Окончание табл. 6

№ п/п	Характеристики	Риск	Отметка
8	Проанализированы функции предыдущей версии информационной системы или аналогов	Риск повторения функционала	0 1 2 3 4 5 6
Оценка набора требований в целом			
9	Полнота. В случае функциональных требований каждое требование содержит информацию, необходимую разработчикам, чтобы реализовать их	Риск пропуска требований или реализации ненужных требований	0 1 2 3 4 5 6
10	Осуществимость. Необходима возможность реализовать каждое требование при известных возможностях и ограничениях информационного обеспечения, а также в рамках временных и ресурсных ограничений работы	Риск неосуществимости требования. Инкрементальная разработка и прототипы проверки концепции – два способа проверить осуществимость требования	0 1 2 3 4 5 6
11	Необходимость. Каждое требование должно соответствовать функции (функциям), которая действительно предоставит пользователям возможность решать их конкретные задачи	Риск документирования необоснованного требования. Нужно отследить каждое требование до его источника (бизнес-целей, внешних требований или правил), которые четко определяют, почему требование необходимо	0 1 2 3 4 5 6
12	Проверяемость. Если требование не поддается проверке, то вопрос корректности его реализации становится предметом оценки, а не объективного анализа	Риск задокументировать неполные, несогласованные, невыполнимые или двусмысленные требования, поскольку они не поддаются проверке	0 1 2 3 4 5 6

Если суммарное количество баллов превышает 70 % от максимально возможного количества баллов по всей анкете, то можно говорить о достаточном уровне качества требований. В противном случае нужно проанализировать характеристики, получившие минимальные оценки (например, пять характеристик). Именно этим характеристикам следует уделить дополнительное внимание при корректировке требований.

## **9. ОПИСАНИЕ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРОГРАММНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ**

Правильное проектирование основано на применении современных технологий с гарантией получения качественного результата и эффективным использованием имеющихся ресурсов.

Различные программные инструменты визуального моделирования позволяют создавать в ВКРБ четкие, легко «читаемые» модели структуры проектируемого программного обеспечения, что помогает уменьшить количество ошибок при проектировании.

Различные программные инструменты отличаются, в частности, нотациями, т. е. способами визуального отображения на разных уровнях детализации структур, действующих лиц, процессов, потоков данных и их свойств, характеристик и особенностей.

Рассмотрим наиболее востребованные программные инструменты визуального моделирования при документировании результатов проектирования программного обеспечения и примеры их использования. Следует отметить, что приведенные программные инструменты используют на различных стадиях проектирования программного обеспечения.

UML – это унифицированный язык моделирования, который представляет набор графических обозначений для визуализации, конструирования и документирования объектно ориентированных систем. С помощью UML можно подготовить диаграммы вариантов использования, последовательности действий и т. д. Правила построения UML-диаграмм изложены в [2].

Диаграмма вариантов использования (рис. 6) помогает определять функциональные требования, задавая четко действующих лиц и их цели на различных уровнях детализации, что, в свою очередь, позволяет определить внешние границы проектируемого программного обеспечения и корректно выстроить взаимодействие пользователей в процессе

достижения ими своих задач с проектируемым программным обеспечением. Варианты использования рассматривают успешные и неуспешные сценарии достижения целей действующих лиц, что уменьшает вероятность пропуска требований.

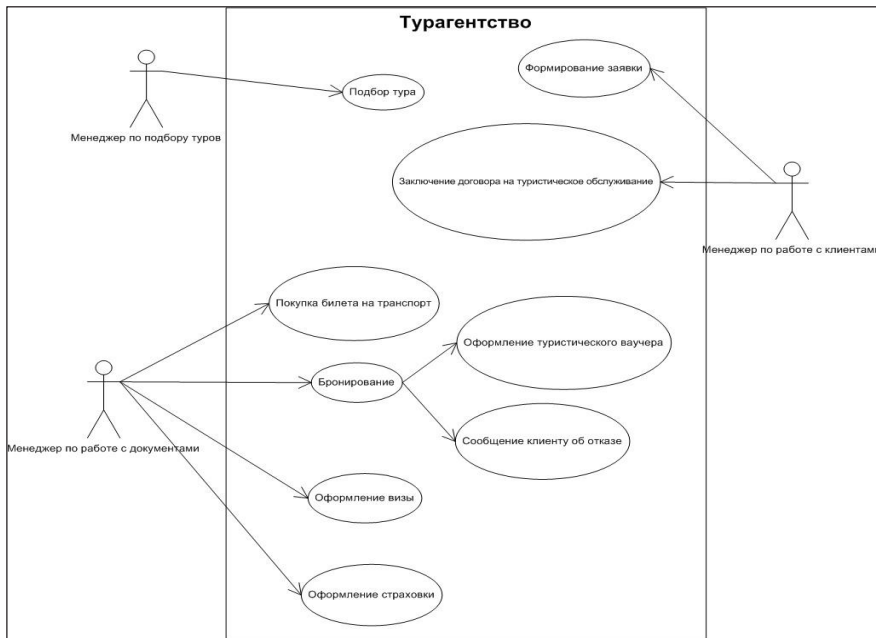


Рис. 6. Диаграмма вариантов использования

На рис. 7 представлена диаграмма последовательностей шагов действующих лиц с учетом разных вариантов развития событий для сценария «Оформление визы».

В [10] представлен способ, в котором для описания вариантов использования применяют только текст, причем в сценариях нет «развилки» за счет того, что каждый сценарий представляет собой вариант последовательности действий успешного или неуспешного достижения цели (выполнения конкретной задачи) пользователя. При этом описывается взаимодействие с другими действующими лицами и программным обеспечением.

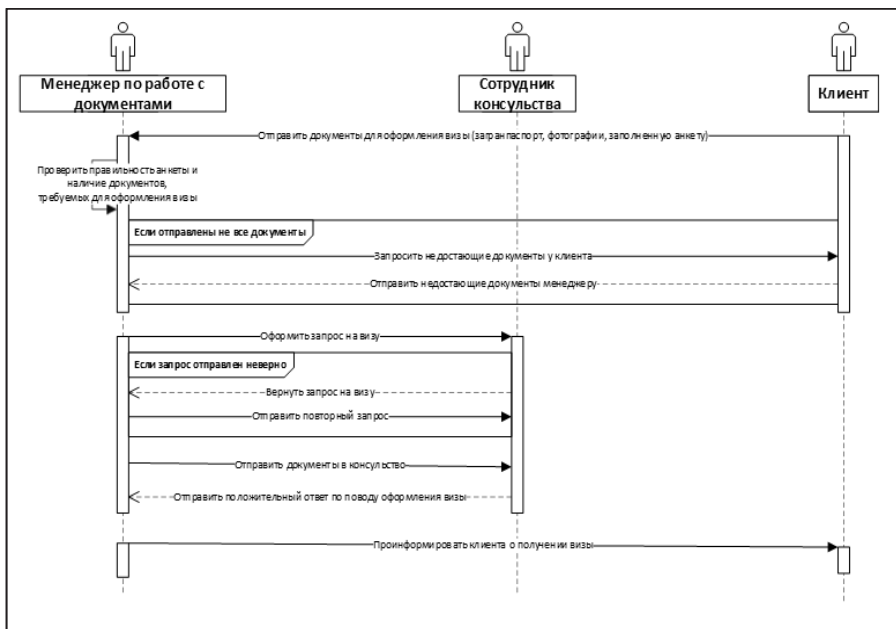


Рис. 7. Диаграмма последовательностей для сценария «Оформление визы»

Пример варианта использования представляет собой задачу авторизации клиента<sup>7</sup> на сайте для получения информации из личного кабинета с использованием электронной почты как логина.

IDEF – это методология, предназначенная для решения задач моделирования информационных систем, которая позволяет визуализировать и анализировать модели деятельности в разных аспектах. Правила построения диаграмм в нотации IDEF изложены в [3].

Декомпозиция основного процесса модели «Формирование и обработка заявки абитуриента» в нотации IDEF0 заключается в представлении последовательности подпроцессов во времени, используемых ими входных и выходных документов, источников информации и действующих лиц (рис. 8).

<sup>7</sup> Скориков Е. Современные методы описания функциональных требований к системам. Алистер Кобёрн. Отзыв о книге и дополнения. – 2020. – URL: <https://www.pvsm.ru/knigi/330801> (дата обращения: 16.10.2024).

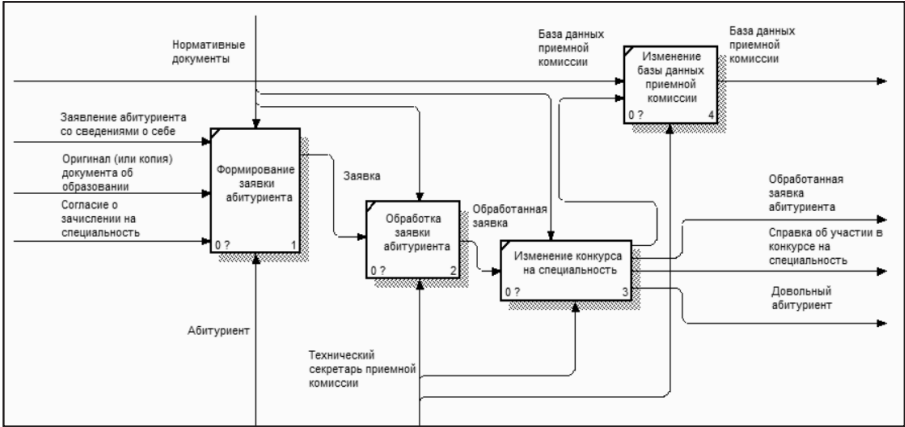


Рис. 8. Декомпозиция основного процесса модели «Формирование и обработка заявки абитуриента» в нотации IDEF0

Описание подпроцесса «Обработка заявки абитуриента» в нотации IDEF3 представляет собой его декомпозицию, в которой учтены имеющиеся варианты окончания подпроцессов этого уровня (рис. 9).

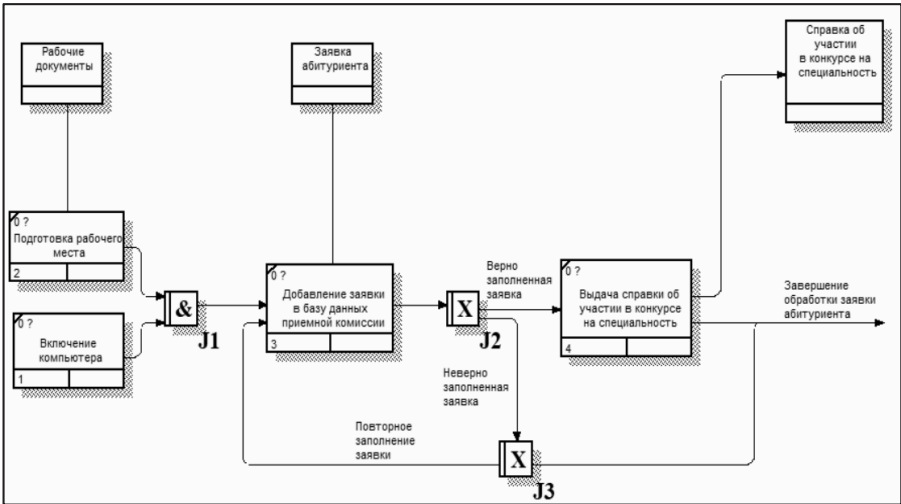


Рис. 9. Описание подпроцесса «Обработка заявки абитуриента» в нотации IDEF3

DFD – это технология графического представления потока данных в информационной системе, которая описывает входящие и исходящие потоки данных, а также хранилища этих данных. DFD состоит из символов и нотаций, таких как процессы, внешние сущности, хранилища данных и потоки данных (рис. 10). DFD используется в разработке программного обеспечения для визуализации данных, участвующих в процессах системы. Правила построения DFD-диаграмм изложены в [4].

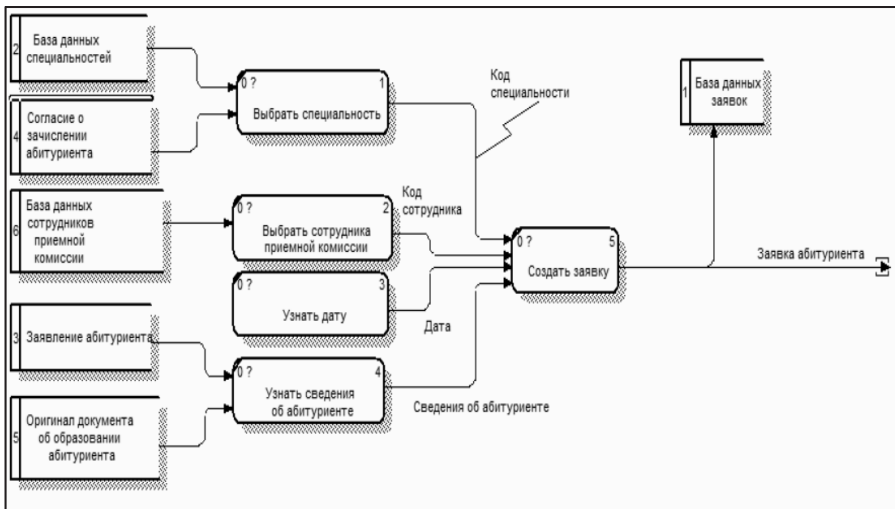


Рис. 10. Описание потока данных для подпроцесса «Формирование заявки абитуриента» в нотации DFD

Описание потока данных для подпроцесса «Формирование заявки абитуриента» в нотации DFD представляет собой набор потоков данных от источника данных до готового документа через процессы обработки.

BPMN – это нотация для проектирования бизнес-процессов, которая используется для визуального отображения последовательности действий и логики выполнения процессов. Эта нотация позволяет создавать наглядные схемы, на которых отображаются события начала и конца процесса, а также промежуточные события с возможностью добавления маркеров (рис. 11). Правила проектирования бизнес-процессов в нотации BPMN изложены в [1].

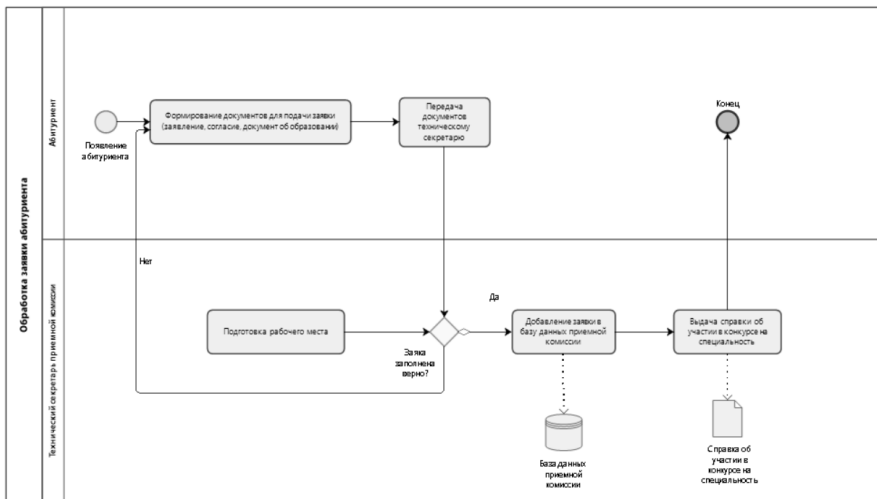


Рис. 11. Описание подпроцесса «Обработка заявки абитуриента» в нотации BPMN

ER-модель (концептуальная модель базы данных) – это инструмент для моделирования данных и отношений между сущностями в системе. ER-диаграммы используются для определения структуры данных, их свойств и связей между ними и состоят из объектов (сущностей), свойств (атрибутов) и связей между ними (рис. 12).

Физическая модель базы данных описывает реализацию модели данных для конкретной базы данных, показывая, как будет организована работа с данными: как они будут собираться, где и в каком виде храниться и как обрабатываться. Физическая модель содержит таблицы, первичные и внешние ключи, ограничения (рис. 13). Физическая модель разрабатывается под конкретную версию системы управления базами данных (СУБД) с учетом местоположения хранилища данных или технологии, которая будет использоваться в системе. Правила построения концептуальных и физических моделей баз данных изложены в [5].

Блок-схемы – это наглядный традиционный способ представить последовательность действий и процессов. Их используют для описания алгоритмов и логики работы программного обеспечения на начальном этапе разработки, когда уровень детализации еще низкий.

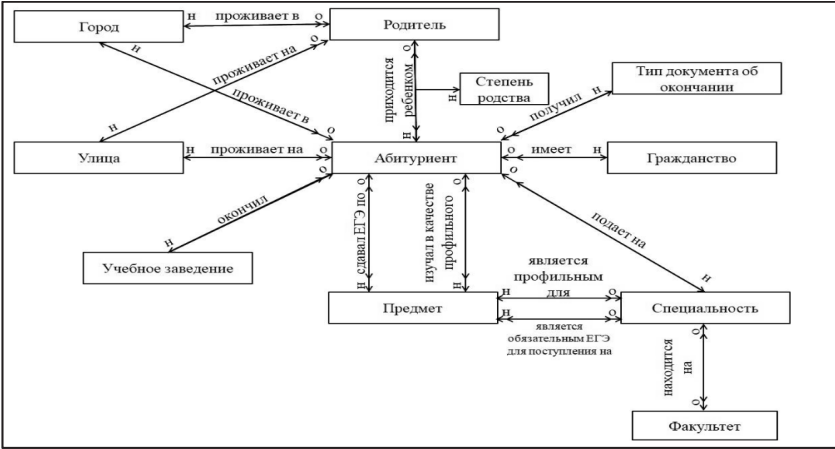


Рис. 12. ER-диаграмма для процесса «Формирование и подача заявки абитуриента»

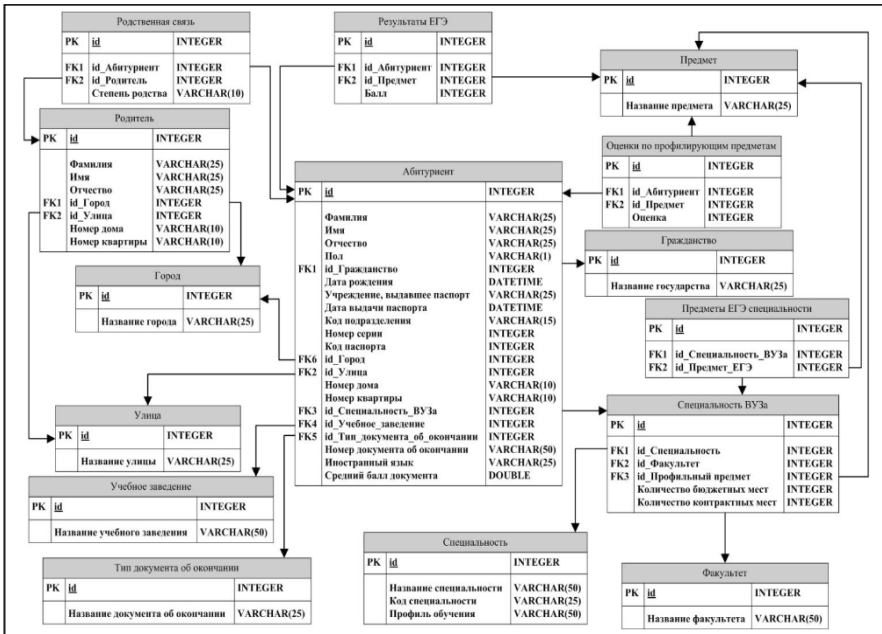


Рис. 13. Физическая модель базы данных

Блок-схемы состоят из функциональных блоков, связанных между собой линиями, которые определяют порядок выполнения действий. Каждый блок соответствует одному действию или шагу алгоритма. С помощью блок-схем можно наглядно представить структуру алгоритма, которая отражает все возможные условия и соответствующие варианты действий. Пример блок-схемы<sup>8</sup> алгоритма моделирования двухканальной системы массового обслуживания четко показывает динамику ее работы.

Наиболее эффективно использовать такую форму на высоких уровнях общности алгоритмов и для алгоритмов со сложной логикой на низких уровнях общности.

Выбор формы визуализации результатов разработки программного обеспечения зависит от сложности логики и уровня общности алгоритмов, а также предпочтений обучающегося.

Сравнительный анализ разных способов визуализации показывает, что каждый из них имеет свои отличительные особенности, что делает более эффективным процесс разработки при совместном их использовании в одной работе с учетом их назначения.

## **10. ТРЕБОВАНИЯ К ОБЪЕМУ И ОРИГИНАЛЬНОСТИ ВКРБ**

Объем основной части ВКРБ должен составлять не менее 60 страниц. Приложения не должны превышать половины от этого объема (если основная часть составляет 80 страниц, то приложения могут занимать 20–30 страниц).

Оригинальность работы должна быть не менее 75 % (рекомендуемый уровень – от 80 %). Стоит отметить, что система «Антиплагиат» также проверяет ВКРБ на наличие текста, сгенерированного искусственным интеллектом (ИИ), и пытается определить, является ли автор текста человеком или нейронной языковой моделью, например GPT. Если система обнаруживает фрагменты, созданные ИИ, она отмечает данный материал символом <! в треугольнике> и выделяет сгенерированный текст. На рис. 14 выделен текст, определенный как заимствованный. Система «Антиплагиат» выделяет заимствованные фрагменты и указывает ссылки на первоисточник

---

<sup>8</sup> *Лыгина Н. И.* Моделирование : учеб. пособие. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2020. – 87 с.

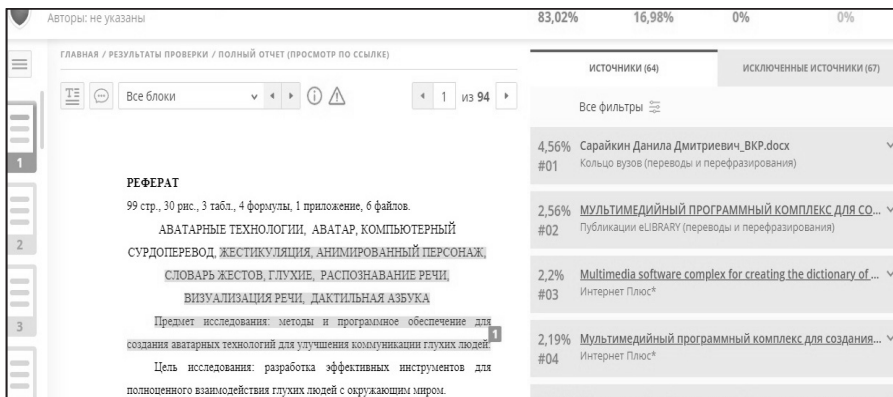


Рис. 14. Система «Антиплагиат»

## 11. ПОДГОТОВКА ПРЕЗЕНТАЦИИ

Презентация дает возможность представить процесс выполнения и основные результаты ВКРБ полно, поэтапно в логике проектной и/или научно-исследовательской работы с акцентом на том, что сделано лично обучающимся.

**Важно!**

В презентации можно использовать только размещенные в ВКРБ материалы.

Презентация должна быть лаконичной, ясной и уместной по содержанию, сдержанной и наглядной по оформлению (оформление не отвлекает от содержания). Общее количество слайдов – не более 20–25.

**Содержание презентации**

Презентация должна содержать следующие материалы:

- *общая характеристика* ВКРБ (это материалы из введения в пояснительной записке):
  - актуальность темы и решаемая проблема;
  - цель (цели);
  - задачи в соответствии с основными этапами выполнения работы;
  - практическая значимость полученных результатов (если есть);

- *описание предметной области* – краткая характеристика структур, процессов, показателей эффективности, достоинств и недостатков различных сторон деятельности, особенностей и определение на этой основе проблемы ВКРБ;

- *результаты обоснованного выбора подходов, методов, приемов* решения поставленной в ВКРБ проблемы – на этой основе формулируется цель работы;

- *результаты обоснованного выбора программных инструментов* различного назначения (управление СУБД, платформы, клиентский язык, язык реализации высокого уровня, библиотеки и т. д.);

- *описание особенностей программной реализации:*

- входной и выходной информации;

- структуры базы данных (если она есть) или классов в зависимости от выбранного способа программной реализации;

- концептуальной, логической и физической моделей;

- *основные алгоритмы* с акцентом на оригинальных собственных разработках и использованных в них методах и приемах;

- *описание особенностей программной реализации;*

- *контрольный пример*, демонстрирующий основные режимы или функции разработанного программного обеспечения (каждый режим или функцию целесообразно представить в виде набора последовательных диалоговых окон для решения задачи пользователя с корректными данными);

- *результаты оценки качества* пользовательского интерфейса или обеспечения информационной безопасности;

- *выводы* по каждой задаче о степени ее выполнения в соответствии со списком задач, определенных для достижения цели ВКРБ (список задач помещается в презентации после цели);

- *сведения о внедрении результатов работы* (если они есть).

### Оформление презентации

Для более четкого представления материалов в презентации рекомендуется использовать следующие приемы оформления:

- размещать на каждом слайде заголовок; если несколько слайдов имеют одинаковый заголовок, то лучше его разместить на одном и том же месте слайдов;

- оформлять текст на слайде контрастно фону;

- использовать сдержанные стили оформления;

- применять стандартный шрифт без засечек, при этом текст читается без напряжения для глаз;
- использовать анимацию только для показа, например, перехода структуры объекта, явления, процесса в другое состояние; нужно учитывать, что эффекты анимации отвлекают от основного содержания и увеличивают время восприятия информации;
- начинать все элементы одного списка с заглавной или прописной буквы; ставить между маркером списка и элементом списка обязательный пробел; устанавливать интервал между элементами списка больше, чем междустрочный абзац; не ставить после элемента списка знак препинания;
- не перегружать слайды текстом; перенасыщенность слайдов текстовой информацией, дублирующей доклад, снижает ценность размещенного таким образом материала;
- не рекомендуется использовать вертикальное расположение текста;
- размещать в основном материалы в графической форме (таблицы, схемы, рисунки, иллюстрации, графики, картинки, формулы), кроме слайдов с общей информацией о работе, задачах и выводах; если на слайдах много формул, то их нужно пронумеровать;
- использовать пространство на слайдах целесообразно, для чего группировать однородные элементы, размещая их близко друг к другу, а неоднородные элементы – подальше друг от друга; выравнивать элементы относительно друг друга, оформлять одинаково однородные элементы;
- слайды нужно пронумеровать, так как нумерация является эффективным способом определения места размещения нужного материала, который активно используют члены ГЭК во время защиты.

## 12. ПОДГОТОВКА ДОКЛАДА


Доклад и презентация должны совпадать по структуре с пояснительной запиской ВКРБ.

Основная цель доклада – представить в сжатой форме результаты выполнения каждой задачи ВКРБ с акцентом на важных особенностях предметной области, используемых методах, программной реализации, а также на том, что сделано лично обучающимся.

Презентация только иллюстрирует и помогает представить основные результаты ВКРБ, но не заменяет доклад.

В докладе ценно определять связь между полученными результатами на разных этапах выполнения работы, например, цель ВКРБ определяется как способ решения поставленной проблемы.

На защите ВКРБ на доклад отводится 6–8 минут. Предварительно нужно определить время, которое займет доклад с презентацией. В ходе совершенствования доклада и репетиционных выступлений до фактической защиты можно привести время доклада в соответствие требуемому нормативу. Для этого целесообразно подготовить для каждого слайда в презентации сопровождающий текст. Важно обеспечить временной баланс при разъяснении материала каждого слайда, уделив больше внимания важным для работы принятым проектным решениям и результатам.



**Важно  
на защите!**

С докладом перед комиссией лучше выступить «без бумажки». Текст «на бумажке» сковывает выступающего и создается впечатление неполной вовлеченности в процесс защиты. Распечатанный доклад можно принести на защиту, но использовать его в крайнем случае.

Важно во время доклада не торопиться, четко произносить слова, не читать текст на слайдах, а комментировать своими словами по тексту доклада. Нужно учитывать, что устная речь в докладе и письменная речь в презентации отличаются друг от друга. Устная речь более простая по структуре и окрашена эмоционально, что удерживает внимание слушателей и облегчает понимание.

### 13. ПРОЦЕДУРА ЗАЩИТЫ

Процедура защиты ВКРБ – это открытое официальное мероприятие, на котором обучающийся представляет результаты своей работы перед государственной экзаменационной комиссией. В состав ГЭК входят приглашенные специалисты, являющиеся экспертами в области информационных технологий, и преподаватели выпускающей кафедры. Ответственным за организацию защиты является секретарь ГЭК. Он готовит все необходимые материалы к заседанию, проводит консультации для обучающихся.

Процедура защиты обычно включает следующие действия.

**Действия  
участников  
защиты**

1. Председатель ГЭК представляет обучающегося, тему его ВКРБ и предоставляет ему слово для доклада.

2. Обучающийся выступает в течение 6–8 минут с подготовленным докладом и презентацией.

3. Члены ГЭК задают вопросы по докладу обучающемуся и заслушивают его ответы.

4. Секретарь ГЭК зачитывает отзыв научного руководителя ВКРБ.

5. Обучающийся соглашается с замечаниям из отзыва научного руководителя или аргументированно их отклоняет.

После всех защит на текущем заседании ГЭК члены комиссии на закрытой части заседания обсуждают результаты защит и выставляют оценки. Оценки обучающимся на заключительной открытой части заседания сообщает председатель ГЭК.

**Продуктивные  
приемы**

Для успешной защиты ВКРБ рекомендуется:

- сохранить презентацию, как минимум, в двух форматах: pdf (рекомендуется) и pptx;
- прорепетировать неоднократно устное выступление с докладом, чтобы выступить «без бумажки»;
- подготовить ответы на возможные вопросы;
- подготовить раздаточный материал (распечатку слайдов презентации и другие иллюстративные материалы при необходимости) для членов ГЭК;
- продумать свой внешний вид на защите; сдержанный деловой образ обучающегося настраивает всех участников защиты на продуктивную совместную работу.

Во время защиты важно четко, внятно представлять доклад и лаконично отвечать по существу вопросов. Обучающийся имеет право уточнить вопрос, если что-то ему непонятно.

## 14. ОФОРМЛЕНИЕ ВКРБ

**ГОСТ 7.32–2017**

ВКРБ оформляют в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32–2017 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления» [9].

Востребованность ГОСТ 7.32–2017 определяют его достоинства:

1) *унификация и стандартизация* обеспечивают единый подход к оформлению отчетов о научно-исследовательских работах, что упрощает процесс обмена информацией между учеными и организациями;

2) *использование стандартной структуры* отчета позволяет авторам четко структурировать материалы о процессе и результатах своих исследований и оформлять их в соответствии с требованиями;

3) *экономия времени и ресурсов* авторов, так как можно использовать готовые шаблоны и примеры оформления для создания отчета;

4) *обеспечение качества оформления* помогает избежать многих ошибок и неточностей в отчете, что повышает доверие к результатам исследования и улучшает качество научной работы;

5) *международное признание* делает стандарт актуальным и востребованным на международном уровне, основано на международных рекомендациях и опыте других стран в области научно-исследовательской деятельности.

В целом ГОСТ 7.32–2017 [9] является важным инструментом для организации и структурирования научно-исследовательских работ, обеспечивает прозрачность, точность и качество материалов, представляемых в отчетах.

Чек-листы требований к оформлению ВКРБ в соответствии с [9] представлены в прил. 2.

**Общие  
требования  
к оформлению**

Обязательные структурные элементы (титульный лист, индивидуальное задание, реферат, содержание, введение, основную часть, заключение, список использованных источников, приложения) выделают полужирным шрифтом. Каждый обязательный структурный элемент начинается с новой страницы.

Текст пояснительной записки ВКРБ оформляют в соответствии со следующими требованиями:

- шрифт – Times New Roman, обычный, черного цвета, размер 14 пунктов;
- выравнивание текста – по ширине;
- междустрочный интервал – полуторный;
- абзацный отступ – 1,25 см;
- отступы и интервалы в тексте – отсутствуют.

Параметры страниц формата А4: левое поле – 3 см, правое – 1,5 см, верхнее и нижнее – по 2 см.

Страницы нумеруют арабскими цифрами. Номера страниц располагают в центре нижней части страницы и оформляют тем же шрифтом и размером, что и основной текст.

Титульный лист и задание на ВКРБ должны быть включены в общую нумерацию страниц, но номера страниц на них не указываются. Нумерация страниц начинается с реферата (с третьего порядкового номера).

### Реферат

После титульного листа размещают реферат, который содержит общие сведения о работе (количество страниц, рисунков, таблиц, формул, использованных источников в пояснительной записке), ключевые слова и краткую характеристику работы.

Ключевые слова (5–15 слов или словосочетаний) наиболее полно определяют основное содержание работы и обеспечивают возможность информационного поиска. Ключевые слова представляют в именительном падеже, прописными буквами, в строку, через запятые, без абзацного отступа и переноса слов, без точки в конце перечня.

В тексте реферата приводят основную цель ВКРБ, краткое описание выполненных задач с сохранением контекста работы, основные значимые результаты, области использования и целевые группы пользователей.

Пример оформления реферата представлен на рис. 15.

### Содержание

Названия основных частей пояснительной записки ВКРБ оформляют прописными (заглавными) буквами: РЕФЕРАТ, СОДЕРЖАНИЕ, ВВЕДЕНИЕ, ЗАКЛЮЧЕНИЕ, СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ, ПРИЛОЖЕНИЯ (ПРИЛОЖЕНИЕ А, ПРИЛОЖЕНИЕ Б и т. д.) и не нумеруют.

Названия подразделов (заголовки второго уровня) должны быть смещены на два пробела (0,5 см на линейке), а последующие пункты – еще на два пробела, т. е. всего на четыре пробела (1 см на линейке). Если заголовок длинный, его следует продолжить на следующей строке с тем же отступом, что и на первой.

## РЕФЕРАТ

Отчет 134 с., 1 кн., 42 рис., 7 табл., 37 формул, 70 источн., 4 прил.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, ЛОКАЛЬНОЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ,  
WI-FI ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ, ТРИЛАТЕРАЦИЯ, ТЕХНОЛОГИИ  
КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ, РАСПОЗНАВАНИЕ ЛИЦ

Целью работы являлась разработка математического и программного обеспечения для комплексной системы локального позиционирования. Для реализации цели был проведен анализ предметной области, выполнено исследование существующих решений, разработаны алгоритмы работы, на основе которых было реализовано программное обеспечение.

*Рис. 15.* Пример оформления реферата

Каждый раздел содержания должен быть оформлен как отдельный абзац, выровненный по левому краю. Номера страниц должны быть указаны справа и связаны с названием основного структурного элемента или подраздела пояснительной записки с помощью отточия.

Пример содержания представлен на рис. 16.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Анализ предметной области .....	8
1.1 Области использования систем локального позиционирования .....	8
1.2 Анализ технологий локального позиционирования .....	10
1.3 Обзор существующих программных решений в области локального позиционирования.....	15
1.4 Определение цели и задач программного обеспечения.....	19

*Рис. 16.* Пример содержания

Пример оформления приложений в содержании представлен на рис. 17.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	99
ПРИЛОЖЕНИЕ А Листинг программы для построения и анализа модели распространения сигнала.....	107
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Скрипт для создания и заполнения базы данных .....	111
ПРИЛОЖЕНИЕ В Листинг разработанной подсистемы Wi-Fi	

Рис. 17. Пример содержания с наличием приложений

Текст в содержании оформляется в соответствии со следующими требованиями: шрифт – Times New Roman, обычный, черного цвета, размер 14 пунктов; полуторный междустрочный интервал. Заголовки, написанные прописными буквами, остаются такими же. Подзаголовки второго и третьего уровня не разрежены.

**Разделы  
пояснительной  
записки**

Основную часть работы нужно структурировать на разделы, подразделы и пункты. При необходимости пункты можно разделить на подпункты. Разделы и подразделы имеют заголовки. У пунктов и подпунктов заголовки обычно отсутствуют.

Заголовки разделов и подразделов основной части пояснительной записки ВКРБ следует начинать с абзачного отступа и размещать после порядкового номера, печатать с прописной буквы, полужирным шрифтом, не подчеркивать, без точки после порядкового номера и без точки в конце (рис. 18).

## **2 Разработка алгоритмов работы программного обеспечения**

### **2.1 Проектирование архитектуры программного обеспечения**

Предлагаемая архитектура программного обеспечения для выявления неопределенного поведения кода представлена на рисунке 6 и включает в себя четыре модуля, взаимодействующие между собой.

Рис. 18. Оформление заголовков разделов и подразделов

Наименования структурных элементов отчета, такие как реферат, содержание, введение, заключение, список использованных источников и приложения, должны быть размещены в середине строки, без точки в конце, прописными буквами и без подчеркивания. Каждый структурный элемент и раздел основного текста работы начинается с новой страницы.

### Списки

Перед каждым пунктом списка следует ставить тире или, если нужно сослаться на него в тексте документа, строчную букву, начиная с буквы «а» (кроме букв «г», «ё», «з», «й», «о», «ъ», «ы», «ь»), после которой ставится скобка.

Отступы в маркированном списке между маркером и текстом заменяют с табуляции на пробел.

Для дополнительной детализации пунктов следует использовать арабские цифры, после которых ставится круглая скобка, а запись начинается с абзачного отступа, как в обычном тексте.

Элементы простого перечисления отделяются запятой, сложные – точкой с запятой. Когда пункты перечисления состоят из словосочетаний или одного слова, они разделяются запятыми (при простом перечислении). Если пункты перечисления содержат дополнительные элементы (запятые внутри них), рекомендуется использовать точку с запятой для разделения (при сложном перечислении). В случае, когда пункты перечисления представляют собой отдельные предложения, между ними следует ставить точки.

Пример простого перечисления с использованием тире представлен на рис. 19.

Существует множество различных методов анализа исходного кода, отличающихся способами реализации в различных программных продуктах. Наиболее распространенными из них являются следующие:

- анализ с обходом абстрактного синтаксического дерева,
- анализ потока данных,
- анализ потока управления.

Рис. 19. Пример простого перечисления

## Рисунки

Рисунки нумеруются арабскими цифрами последовательно, с использованием сквозной нумерации.

Перед добавлением рисунка необходимо указать ссылку на него в тексте, используя полное название – рисунок 1.

Под рисунком должна быть подрисуночная подпись, включающая в себя слово «Рисунок», его номер, символ и название рисунка без точки в конце. Если название рисунка занимает несколько строк, то их следует разделять одним междустрочным интервалом.

Сам рисунок и подрисуночную подпись располагают по центру без использования абзацного отступа (рис. 20).

В случае если пользователь закрыл диалоговое окно, так и не выбрав файл для анализа, появится предупреждение (рисунок 16).

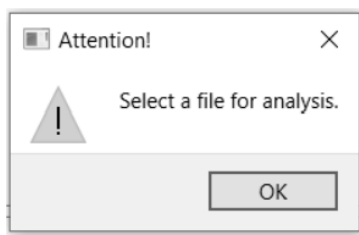


Рисунок 16 – Предупреждение о том, что пользователь не выбрал файл для анализа

Рис. 20. Пример рисунка

Разрешается нумеровать рисунки внутри раздела, например, «Рисунок 2.10 – Подрисуночная подпись».

Рисунки каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения: «Рисунок А.3 – Подрисуночная подпись».

## Таблицы

Таблицы нумеруются арабскими цифрами последовательно с использованием сквозной нумерации.

Название таблицы следует размещать над таблицей слева, без абзацного отступа, в одну строку с ее номером через тире, без точки в конце, например: «Таблица 1 – Название». Если наименование таблицы зани-

мает две строки и более, то его следует записывать через один между-строчный интервал.

В тексте перед таблицей необходимо разместить ссылку на нее, используя полное название, например: «...в таблице 1».

Таблицы ограничивают линиями слева, справа, сверху и снизу. Решается использовать в таблице меньший размер шрифта по сравнению с текстом.

При переносе части таблицы на другие страницы слева без абзацного отступа должны быть написаны слова: «Продолжение таблицы» и указан номер таблицы (рис. 21).

При делении таблицы на части заменяют ее головку или боковик номерами столбцов и строк. В этом случае графы и/или строки первой части таблицы нумеруют арабскими цифрами.

Таблица 1 – Анализ технологий локального позиционирования			
Технология	Точность	Достоинства	Недостатки
Ультразвуковая локация	3 см [26]	Не создает помех электромагнитным волнам	Не проникает сквозь твердые стены
Продолжение таблицы 1			
RFID	11 см [27]	Проникает сквозь твердые неметаллические предметы	Область позиционирования ограничена

Рис. 21. Пример таблицы

Можно нумеровать таблицы в рамках раздела. В таком случае номер таблицы будет состоять из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой, например: «Таблица 1.1 – Название таблицы».

Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения: «Таблица А.1».

## Формулы и уравнения

Формулы нумеруют арабскими цифрами, последовательно, с использованием сквозной нумерации.

Уравнения и формулы должны быть выделены из текста в отдельные строки. Над и под каждой формулой или уравнением должно быть оставлено не менее одной пустой строки. Если уравнение не умещается в одну строку, его нужно перенести после знака равенства, знаков плюс, минус, умножение, деление или других математических символов, причем знак в начале следующей строки повторяется. При переносе формулы на знаке умножения используют символ «×».

Формулы в работе следует располагать посередине строки. Номера формул указывают справа в круглых скобках. В тексте ссылки на порядковые номера формул указывают в скобках, например: «...в формуле (1)».

Абзацы с формулами оформляют как основной текст.

Если символы и числовые коэффициенты в формуле не были объяснены ранее в тексте, необходимо добавить их описание непосредственно под формулой. Объяснение каждого символа должно начинаться с новой строки в порядке, указанном в формуле, со слова «где» без двоеточия после него (рис. 22).

Тогда для трех точек доступа можно составить и решить следующую систему уравнений (14):

$$\begin{cases} (x_0 - x_1)^2 + (y_0 - y_1)^2 = r_1^2 \\ (x_0 - x_2)^2 + (y_0 - y_2)^2 = r_2^2, \\ (x_0 - x_3)^2 + (y_0 - y_3)^2 = r_3^2 \end{cases} \quad (14)$$

где  $(x_0, y_0)$  – искомые пространственные координаты мобильного устройства.

Рис. 22. Пример формулы

## Ссылки

В ВКРБ должны быть размещены ссылки на литературу из списка использованных источников. При нумерации ссылок на нормативные документы используют сплошную нумерацию для всего документа. Порядковый номер ссылки (отсылки) указывают арабскими цифрами в квадратных скобках. Порядковый номер библиографического описания источника в списке и номер ссылки на него в основном тексте должны совпадать.

Пример оформления ссылки на использованные источники представлен на рис. 23.

Wi-Fi FTM позволяет станциям определять свое физическое расстояние и точное местоположение путем измерения времени прохождения кадров, которыми обмениваются между собой, тем самым делая его полезным для нескольких приложений, таких как навигация внутри помещений, отслеживание устройств, системы контроля и управления доступом [41].

Рис. 23. Пример ссылки на литературу

## Список использованных источников

Оформление сведений об использованных источниках должно соответствовать требованиям ГОСТ Р 7.0.100–2018 «Библиографическое описание. Общие требования и правила составления» [8].

Список использованных источников должен включать всю литературу, на которую имеют ссылки в тексте пояснительной записки.

Информация об источниках должна быть представлена в порядке появления ссылок на них в пояснительной записке. Список нумеруется арабскими цифрами с точками. Нумерация начинается с абзацного отступа (рис. 24 и 25).

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Gao, S. A mobile service using anonymous location-based data: finding reading rooms / S. Gao, J. Krogstie, T. Thingstad, H. Tran. – DOI 10.1108/IJLIT-08-2014-0017. – Текст : электронный // The international journal of information and learning technology. – 2015. – № 1. – P. 31–35. – URL: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ijlit-08-2014-0017/full/html> (дата обращения: 01.04.2024).

2. Gu, Y. A survey of indoor positioning systems for wireless personal networks / Y. Gu, A. Lo, I. Niemegeers. – DOI 10.1109/SURV.2009.090103. – Текст : электронный // IEEE Communications surveys & tutorials. – 2009. – № 1. – P. 13–32. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&number=4796924> (дата обращения: 01.04.2024).

3. Kyuder, T. Wi-Fi Positioning Systems for Improving Business Efficiency (2024 Guide). – Текст : электронный // Indoor Navigation & Wayfinding Software | Navigine : [сайт]. – 2021. – 5 янв. – URL: <https://navigine.com/blog/wifi-for-indoor-positioning-and-navigation/> (дата обращения: 05.04.2024).

*Рис. 24.* Пример оформления статей из журналов и электронных источников (на иностранном языке) в списке использованных источников

64. Астапчук, В. А. Базы данных: проектирование и реализация : учебное пособие / В. А. Астапчук, Е. Н. Павенко, И. В. Эстрайх ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2023. – 110 с. – ISBN 978-5-7782-4917-2. – Текст : непосредственный.

65. Ахмадов, А. У. Выбор инструмента для реализации компьютерного зрения / А. У. Ахмадов, А. У. Махмудов. – Текст : электронный // Известия Чеченского государственного университета им. А. А. Кадырова. – 2019. – № 4. – С. 168–172. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42357843> (дата обращения: 01.06.2024). – Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

66. Нехорошева, Е. М. Выбор инструмента для реализации компьютерного зрения / Е. М. Нехорошева, Е. А. Конецкая. – Текст : электронный // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии. – 2021. – С. 99–101. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49602973> (дата обращения: 01.06.2024). – Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

*Рис. 25.* Пример оформления учебных пособий и статей из журналов (на русском языке) в списке использованных источников

## Приложения

Приложения могут включать графический материал, таблицы размером не более формата А3, расчеты и описания алгоритмов и программ, анкеты, статистические данные и другие материалы, дополняющие материалы пояснительной записки. Приложение может быть оформлено как продолжение пояснительной записки на дополнительных страницах.

В тексте пояснительной записки на все приложения должны быть сделаны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них.

Каждое приложение должно начинаться с новой страницы с указанием в центре верхней части страницы слова ПРИЛОЖЕНИЕ. Приложение должно иметь заголовок, записанный с прописной буквы полужирным шрифтом и расположенный по центру без точки в конце строки.

Приложения обозначаются прописными буквами кириллического алфавита, начиная с буквы А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. Текст каждого приложения может быть разделен на разделы, подразделы, пункты и подпункты, которые нумеруются в рамках каждого приложения. Перед номерами ставятся обозначения этих приложений.

Приложения должны иметь общую со всем отчетом сквозную нумерацию страниц. Все приложения должны быть указаны в содержании пояснительной записки.

Пример оформления приложения представлен на рис. 26.

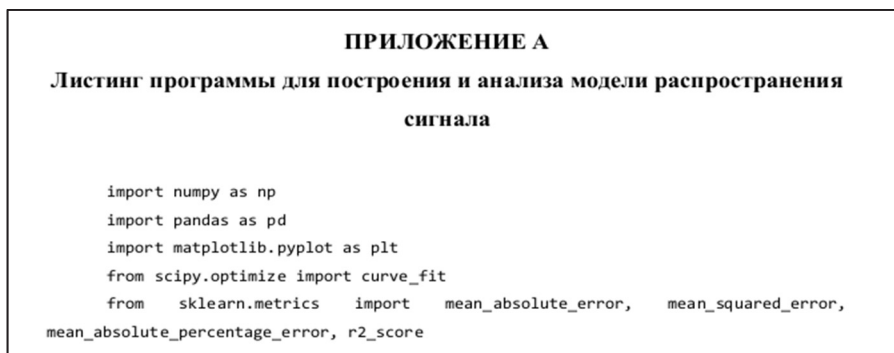


Рис. 26. Пример приложения

## **15. ПОДГОТОВКА ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ ВКРБ К ПЕРЕДАЧЕ В ЭБС И К ЗАЩИТЕ**

Подготовленный текст пояснительной записки ВКРБ должен быть передан в электронно-библиотечную систему (ЭБС) НГТУ для дальнейшего размещения и обеспечения доступа зарегистрированных пользователей. Электронная версия записки должна быть полностью завершена, оформлена согласно действующим требованиям и отправлена в ЭБС через личный кабинет студента перед консультацией с секретарем ГЭК до защиты.

После успешной загрузки ВКРБ в ЭБС НГТУ необходимо подготовить печатный вариант для проверки (нормоконтроля) секретарем ГЭК. Для этого необходимо выполнить следующие действия:

- 1) распечатать ВКРБ на листах формата А4;
- 2) выполнить пружинное скрепление распечатанного ВКРБ (брошюровка на пластиковую пружину).

Соблюдение этих шагов позволит сохранить ВКРБ в надлежащем виде и облегчит его хранение и передачу в архив университета.

Важно подчеркнуть, что текст пояснительной записки в электронной библиотечной системе должен соответствовать бумажному варианту. Однако допускаются различия в версиях работы для проверки в системе «Антиплагиат» и с удаленными фрагментами, содержащими коммерческую тайну.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. About the Business Process Model and Notation Specification Version. – URL: <https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0.2> (дата обращения: 16.10.2024).
2. ISO/IEC 19501:2005 Information technology – Open Distributed Processing – Unified Modeling Language (UML) Version 1.4.2. – URL: <https://www.iso.org/standard/32620.html> (дата обращения: 16.10.2024).
3. ISO/IEC/IEEE 31320-1:2012 Information technology – Modeling Languages Part 1: Syntax and Semantics for IDEF0. – URL: <https://www.iso.org/standard/60615.html> (дата обращения: 16.10.2024).
4. ISO 5807:1985 Information processing – Documentation symbols and conventions for data, program and system flowcharts, program network charts and system resources charts. – URL: <https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0.2/> (дата обращения: 16.10.2024).
5. *Астапчук В. А.* Базы данных: проектирование и реализация : учебное пособие / В. А. Астапчук, Е. Н. Павенко, И. В. Эстрайх. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2023. – 111 с.
6. *Астапчук В. А.* Оценка трудозатрат на разработку информационных систем : учеб.-метод. пособие / В. А. Астапчук ; Новосиб. гос. техн. ун-т. – Новосибирск, [2018]. – URL: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls00023766](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls00023766) (дата обращения: 16.10.2024).
7. *Вигерс К.* Разработка требований к программному обеспечению : пер. с англ. / К. Вигерс, Дж. Битти. – 3-е изд., доп. – Москва : Русская редакция ; Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2014. – 736 с.
8. ГОСТ Р 7.0.100–2018. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. – URL: [http://library.vstu.ru/2022/docs/GOST\\_R\\_7.0.100-2018.pdf](http://library.vstu.ru/2022/docs/GOST_R_7.0.100-2018.pdf) (дата обращения: 16.10.2024).
9. ГОСТ 7.32–2017. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. – URL: [https://kpfu.ru/portal/docs/F\\_373700781/gost\\_7.32\\_2017](https://kpfu.ru/portal/docs/F_373700781/gost_7.32_2017) (дата обращения: 16.10.2024).
10. *Коберн А.* Современные методы описания функциональных требований к системам. – Лори, 2002 (последнее переиздание 2022). – 263 с.
11. *Лыгина Н. И.* Разработка требований : учебное пособие / Н. И. Лыгина, О. В. Лауферман. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2023. – 74 с.

12. *Минто Б.* Принцип пирамиды Минто : Золотые правила мышления, делового письма и устных выступлений / Б. Минто. – Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 272 с.

13. НГТУ – АСУ – Дипломникам. – URL: [https://ciu.nstu.ru/kaf/asu/study\\_activity/diplom](https://ciu.nstu.ru/kaf/asu/study_activity/diplom) (дата обращения: 16.10.2024).

14. *Никитин Ю. В.* Выполнение и организация защит выпускных квалификационных работ студентами / Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина, О. А. Винникова. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. – 47 с.

15. Пользовательские интерфейсы информационных систем : метод. указания к выполнению расчетно-графического задания по курсу «Диалоговые средства информационных систем» по направлению 230100 «Информатика и вычислительная техника» / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: П. В. Терещенко, Р. Г. Шахмаметов]. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2010. – 34 с. – URL: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls00014190](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls00014190) (дата обращения: 16.10.2024).

16. *Романов А. Ю.* Метод структурного анализа потоков данных, построение диаграмм потоков данных (DFD) / А. Ю. Романов, Д. Н. Савинская // Цифровизация экономики: направления, методы, инструменты : сб. материалов IV Всерос. науч.-практ. конф., Краснодар, 17–21 января 2022 г. – Краснодар : Кубанский гос. агр. ун-т им. И. Т. Трубилина, 2022. – С. 88–93.

17. *Санамян Л.* SMART-цели – полный гайд + 12 универсальных примеров / Л. Санамян. – 2022. – URL: <https://otzyvmarketing.ru/articles/smart-celipolnuy> (дата обращения: 16.10.2024).

## Приложение 1

### Виды программного обеспечения

Выбор типа программного обеспечения для ВКРБ важен по следующим причинам.

1. Специализация и конкретизация темы исследования. Определение типа программного обеспечения позволяет сосредоточиться на определенной области информационных технологий и развивать в ней свои умения.

2. Подготовка к будущей карьере. Выбор типа программного обеспечения может помочь определить свои профессиональные интересы и подготовиться к успешной карьере в соответствующей области.

Приложения для рабочего стола (десктопные приложения) включают в себя:

- 1) простые утилиты (калькулятор, блокнот, простые игры);
- 2) клиентские приложения для мессенджеров и социальных сетей;
- 3) сервисы, запускаемые при старте компьютера и работающие постоянно (антивирусное программное обеспечение, программы для обновления драйверов, программы для резервного копирования данных, программы для очистки и оптимизации системы);
- 4) продвинутое приложения для разных задач пользователей (редакторы текста, изображений и видео, проигрыватели аудио- и видеофайлов, среда разработки для программирования, ресурсоемкие игры с высокими требованиями к оборудованию);
- 5) приложения, являющиеся компонентами информационной системы организации (автоматизированные рабочие места сотрудников).

Мобильные приложения включают:

- 1) внутренние сервисы: корпоративные социальные сети, мессенджеры, виртуальный офис, облачные хранилища данных;
- 2) инструменты маркетинга: программы лояльности, онлайн-сервисы для бизнеса (запись к врачу, бронирование туров, отелей);
- 3) игровые приложения: логические задачи, гонки, квесты, викторины, шутеры, детские, взрослые и семейные игры;
- 4) приложения для e-commerce и сферы услуг: программы для заказа такси, записи на прием к косметологу, покупки билетов в кино;
- 5) контентные приложения: новости, блоги, биржи с курсами валют и стоимостью акций, задания по языковым курсам;
- 6) социальные сети: приложения для общения через смартфоны и планшеты.

Веб-приложения включают:

- 1) сайты-визитки для людей, компаний, сообществ и проектов со статическим контентом;
- 2) динамические сайты для широкой аудитории, такие как форумы, интернет-магазины и доски объявлений;
- 3) корпоративные веб-приложения, которые являются компонентами информационных систем организаций;
- 4) агрегаторы товаров и услуг, предоставляющие доступ множеству продавцов и клиентов (маркетплейсы);
- 5) социальные сети;
- 6) веб-версии мессенджеров;
- 7) онлайн-редакторы документов;
- 8) веб-порталы – сайты со множеством функций и доступом к различным веб-сервисам.

Приложения для социальных сетей и мессенджеров, использующие API этих сервисов, включают в себя чат-боты и приложения для автоматизации действий пользователей, такие как автоответчики, рассылки, сбор и обработка информации, а также управление контентом.

Сетевые сервисы, предоставляющие API для интеграции с другими приложениями, серверную часть и межмашинное взаимодействие, включают:

- 1) сервисы для хранения данных, такие как файловые хранилища и базы данных;
- 2) сервисы сбора, анализа и мониторинга данных;
- 3) сервисы, отвечающие за серверную часть сайтов (backend);
- 4) поисковые роботы;
- 5) сервисы для реализации логики работы ботов, от простых до продвинутых и использующих технологии ML и GPT;
- 6) сервисы социальных сетей;
- 7) сервисы мессенджеров;
- 8) геоинформационные сервисы;
- 9) онлайн-редакторы документов (внутренняя логика);
- 10) специализированные хостинги для хранения и доступа к файлам.

## Приложение 2

### Чек-лист требований к оформлению пояснительной записки ВКРБ в соответствии с ГОСТ 7.32–2017

№ п/п	Требование	Отметка о выполне- нии
1	Пояснительная записка ВКРБ содержит обязательные структурные элементы, каждый из которых начинается с новой страницы	
2	Текст пояснительной записки ВКРБ оформлен: <ul style="list-style-type: none"><li>• шрифтом Times New Roman,</li><li>• обычный, черного цвета,</li><li>• размер 14 пунктов.</li><li>• выравнивание текста по ширине,</li><li>• полуторный междустрочный интервал,</li><li>• абзацный отступ 1,25 см,</li><li>• отступы и интервалы в тексте отсутствуют</li></ul>	
3	Поля удовлетворяют размерам: <ul style="list-style-type: none"><li>• левое – 3 см,</li><li>• правое – 1,5 см,</li><li>• верхнее и нижнее – по 2 см</li></ul>	

№ п/п	Требование	Отметка о выполнении
4	Страницы пронумерованы арабскими цифрами. Номера страниц расположены в центре нижней части страницы и оформлены тем же шрифтом и размером, что и основной текст. Нумерация страниц начинается с реферата с третьего порядкового номера	
5	Реферат содержит общую информацию о пояснительной записке ВКРБ, перечень ключевых слов и аннотацию к работе	
6	Содержание (структурированный перечень всех глав и разделов) сформировано при помощи инструмента автособираемого оглавления	
7	Для выделения структурных частей пояснительной записки ВКРБ, заголовков разделов и подразделов использованы стили (заголовки первого, второго и третьего уровня)	
8	Наименования структурных элементов пояснительной записки ВКРБ (реферат, содержание, введение, заключение, список использованных источников и приложения) размещены в середине строки, без абзацного отступа, выделены полужирным шрифтом, без точки в конце, прописными буквами и без подчеркивания	
9	Заголовки разделов и подразделов основной части пояснительной записки ВКРБ начинаются с абзацного отступа по левому краю и размещаются после порядкового номера, напечатаны с прописной буквы, выделены полужирным шрифтом, без подчеркивания, без точки после номера и без точки в конце	

Продолжение прил. 2

№ п/п	Требование	Отметка о выполне- нии
10	В перечислениях (маркированных списках) используется тире. В перечислениях (нумерованных списках) после арабской цифры указывается круглая скобка. Отступы в списках заменены с табуляции на пробелы	
11	Учитывается, простым или сложным является перечисление. Простое перечисление состоит из словосочетаний или одного слова, его пункты отделены запятыми. Сложные перечисления содержат запятое внутри пунктов, для них использованы точки с запятой. Когда пункты перечисления представлены отдельными предложениями, они отделены точками	
12	Рисунки, таблицы, формулы и ссылки пронумерованы арабскими цифрами сквозной нумерацией по тексту основной части пояснительной записки ВКРБ	
13	В тексте пояснительной записки ВКРБ приведены ссылки на рисунки, таблицы, формулы, приложения и список использованных источников	
14	Рисунки и подрисуночные подписи расположены по центру без использования абзацного отступа	
15	Название таблицы размещено над таблицей слева, без абзацного отступа. При переносе части таблицы на другие страницы слева без абзацного отступа написаны слова «Продолжение таблицы» и указан номер таблицы	

## Окончание прил. 2

№ п/п	Требование	Отметка о выполне- нии
16	Формулы расположены посередине строки. Номера формул указаны справа в круглых скобках. Ссылки на формулы представлены арабскими цифрами в круглых скобках	
17	Ссылки на использованные источники представлены арабскими цифрами в квадратных скобках	
18	Список использованных источников соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.100–2018. Информация об использованных источниках представлена в порядке появления ссылок на них в отчете, пронумерована арабскими цифрами с точками, с соблюдением абзацного отступа	

**Лыгина Нина Ивановна  
Антоянц Егор Николаевич**

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА  
ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ, ОФОРМЛЕНИЕ, ПРОДУКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ВЫПОЛНЕНИЯ**

**Учебное пособие**

Выпускающий редактор *И.П. Брованова*  
Редактор *Е.М. Федяева*  
Дизайн обложки *А.В. Ладыжская*  
Компьютерная верстка *С.И. Ткачева*

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции  
Издание соответствует коду 95 3000 ОК 005-93 (ОКП)

---

Подписано в печать 03.03.2025. Формат 60 × 84 1/16. Бумага офсетная. Тираж 50 экз.  
Уч.-изд. л. 4,18. Печ. л. 4,5. Изд. № 217/24. Заказ № 84. Цена договорная

---

Отпечатано в типографии  
Новосибирского государственного технического университета  
630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20