

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

Н.Д. Жилина, М.В. Лагунова, Е.В. Попов, С.И. Ротков

**РАЗРАБОТКА ГРАФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ  
В СООТВЕТСТВИИ С ПРИЗНАКАМИ НАУЧНОГО  
ИССЛЕДОВАНИЯ**

Учебно-методическое пособие  
по выполнению расчетно-графической работы  
по дисциплине «Методы оформления результатов исследований»

Нижний Новгород  
2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

Н.Д. Жилина, М.В. Лагунова, Е.В. Попов, С.И. Ротков

РАЗРАБОТКА ГРАФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ  
В СООТВЕТСТВИИ С ПРИЗНАКАМИ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Учебно-методическое пособие  
по выполнению расчетно-графической работы  
по дисциплине «Методы оформления результатов исследований»

Нижний Новгород  
ННГАСУ  
2019

УДК 514.18 (075)

Жилина Н. Д. Разработка графической структуры научно-исследовательской работы в соответствии с признаками научного исследования [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / Н. Д. Жилина, М. В. Лагунова, Е. В. Попов, С. И. Ротков; Нижегород. гос. архитектур. - строит. ун - т – Н. Новгород: ННГАСУ, 2019. – 71 с. 1 электрон. опт. диск (CD-RW)

Приводятся сведения о целях, составе, содержанию, требованиях к оформлению расчетно-графической работы «Разработка графической структуры научно-исследовательской работы в соответствии с признаками научного исследования» по дисциплине «Методы оформления результатов исследований». Даны рекомендации по порядку выполнения, контрольные вопросы для самопроверки. Приведен перечень необходимой литературы.

Предназначено обучающимся в магистратуре ННГАСУ.

© Н. Д. Жилина, М. В. Лагунова,  
Е. В. Попов, С. И. Ротков, 2019  
© ННГАСУ, 2019.

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. ЭТАПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ .....	7
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ.....	8
2.1 Общие положения .....	8
2.2 Титульный лист .....	9
2.3 Аннотация .....	9
2.4 Содержание.....	10
2.5 Определения .....	10
2.6 Обозначения и сокращения .....	10
2.7 Введение .....	10
2.8 Основная часть.....	11
2.8.1. Тезисы научного доклада .....	12
2.8.2. Краткое научное сообщение.....	14
2.8.3. Научная статья .....	15
2.8.4. Графическая часть научного исследования .....	18
2.9 Список использованных источников.....	18
2.10 Приложения .....	19
3. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ.....	20
3.1 Требования к оформлению текста .....	22
3.2 Требования к оформлению заголовков и нумерации страниц .....	24
3.3 Требования к оформлению иллюстраций.....	25
3.4 Требования к оформлению графиков и диаграмм.....	31

3.5 Требования к оформлению таблиц.....	36
3.6 Требования к оформлению формул и уравнений.....	39
3.7 Требования к оформлению ссылок и списка литературы.....	40
3.8 Требования к оформлению приложений.....	40
3.9 Требования к оформлению презентации.....	41
4 ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	44
5 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	45
6 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ.....	46
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	47
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	48
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	49
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	50
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	51
ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....	54
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.....	57
ПРИЛОЖЕНИЕ И.....	69

## ВВЕДЕНИЕ

Оформление результатов научно-исследовательской работы предполагает знание и соблюдение определенных требований, предъявляемых к содержанию научной рукописи.

Расчетно-графическая работа (РГР) – это одна из форм самостоятельной работы студента, которая представляет собой работу научной направленности. Выполнение РГР при изучении курса «Методы оформления результатов исследований» способствует усвоению знаний о методах ведения и способах оформления результатов научных исследований, формированию у обучающихся навыков научного мышления.

Целями расчетно-графической работы являются:

- развитие способности и готовности ориентироваться в постановке задачи, применять знания о современных методах исследования, анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию;
- развитие умений оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы.

В результате выполнения расчетно-графической работы обучающиеся должны:

**знать:**

- современную социокультурную ситуацию в стране и мире, возможные социальные последствия использования в обществе современных достижений науки и техники;
- область применения знаний, современные методы и способы получения информации для решения поставленной задачи;
- методы и средства анализа результатов исследований;
- методы оформления и виды представления результатов исследования;

***уметь:***

- определять и демонстрировать социокультурные аспекты научных изысканий, применять на практике знания правовых и этических норм при оценке последствий профессиональной деятельности;
- вести информационный поиск и анализировать полученную информацию, следовать этическим нормам в профессиональной деятельности;
- грамотно и аргументировано излагать свои мысли; анализировать и интерпретировать полученную информацию;

***владеть:***

- навыками анализа социокультурной ситуации в обществе, навыками применения законов и принципов диалектики при решении научно-технических задач;
- методикой сбора, анализа, структурирования и обработки собранной информации, обработки;
- понятийным аппаратом профессиональной деятельности.

Знания, умения и навыки, формируемые в ходе выполнения расчетно-графической работы, необходимы для успешного последующего изучения дисциплин образовательной программы:

- Государственная итоговая аттестация;
- Преддипломная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности;
- Научно-исследовательская работа.

Полученные в ходе выполнения РГР результаты должны служить основанием для научной публикации.

## 1. ЭТАПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

С целью более эффективной самостоятельной работы студенту необходимо придерживаться следующих этапов выполнения РГР:

- 1) получение задания на выполнение РГР, уяснение общих требований к ней, разработка плана и предварительного содержания РГР, составление графика выполнения конкретных задач в рамках самостоятельной работы;
- 2) подбор и изучение рекомендованных учебных и учебно-методических материалов, поиск научных источников по теме;
- 3) анализ и систематизация собранного теоретического материала;
- 4) выполнение графической части работы;
- 5) обсуждение предварительных результатов с преподавателем;
- 6) написание текста РГР;
- 7) представление РГР преподавателю, обсуждение результатов;
- 8) доработка РГР в соответствии с замечаниями преподавателя;
- 9) подготовка к защите (подготовка доклада, презентации, самоконтроль);
- 10) защита РГР: выступление с докладом и презентацией, тестирование по основным понятиям курса.

Допускается *исправление* РГР или ее части в установленные сроки только при условии, что она оценена менее **2,5 баллов**.

Студенты, не сдавшие расчетно-графическую работу, а также студенты, расчетно-графические работы которых не зачтены, то есть, оценены менее **2,5 баллов**, к зачету не допускаются.



## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

### 2.1 Общие положения

РГР содержит систематизированные данные о научно-исследовательской работе магистранта. Содержание РГР оформляется на основании материалов, собранных к этому моменту в ходе научно-исследовательской работы и практики.

Структурные элементы РГР установлены в соответствии с общими требованиями к структуре и правилам оформления научных и технических отчетов в соответствии с ГОСТ 7.32-2001.

Пояснительная записка к РГР (до 20 листов, формат А4, А3), включает:

- ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ;
- АННОТАЦИЯ;
- СОДЕРЖАНИЕ;
- ОПРЕДЕЛЕНИЯ;
- ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ;
- ВВЕДЕНИЕ;
- ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ (представление результатов научного исследования; графическая часть);
- СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ;
- ПРИЛОЖЕНИЯ.

Все листы следует сброшюровать в папку-скоросшиватель. Технические требования к оформлению приведены в разделе 3.

### 3. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ.

#### 2.2 Титульный лист

Титульный лист – первый лист РГР заполняется по форме, приведенной в приложении А. Общие требования к титульному листу определены в ГОСТ 7.32-2001.

Для указания названия работы используют кегль 14, полужирное начертание; для указания названия вуза - кегль 10, обычное начертание; для остальных надписей - кегль 12, обычное начертание.

На титульном листе указывается УДК научно-исследовательской работы магистранта, шифр направления подготовки, профильная направленность.

На титульном листе указывается ученая степень, ученое звание, должность руководителя научно-исследовательской работы магистранта и проверяющего преподавателя.

Магистрант подписывает титульный лист в соответствующем поле.

#### 2.3 Аннотация

Аннотация представляет собой сжатую характеристику содержания научно-исследовательской работы. В аннотации характеризуют новизну работы, возможности практического применения результатов, аудиторию, на которую рассчитана работа.

Ключевые слова от 5 до 15 слов или словосочетаний из текста, которые в наибольшей мере характеризуют содержание и обеспечивают возможность информационного поиска. Ключевые слова приводятся в именительном падеже и печатаются прописными буквами в строку через запятые.

Аннотация занимает не более страницы. Пример составления аннотации приведен в приложении Б.

## 2.4 Содержание

Содержание включает: введение, наименование разделов, подразделов, пунктов, список использованных источников и приложений с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти элементы.

Содержание должно быть выполнено с использованием функции автоматического оглавления с использованием инструментов *Word*. Пример оформления содержания приведен в начале методических указаний.

## 2.5 Определения

В этом разделе приводятся основные определения, используемые в работе с указанием источников цитирования. Пример оформления определений приведен в Приложении В.

## 2.6 Обозначения и сокращения

Этот структурный элемент содержит перечень обозначений и сокращений, применяемых в данной РГР. Пример оформления обозначений и сокращений приведен в Приложении Г.

## 2.7 Введение

Введение вводит читателя в круг рассматриваемых проблем и вопросов. Введение должно содержать оценку современного состояния решаемой научно-технической проблемы, основание и исходные данные для разработки темы, обоснование необходимости проведения исследования,

сведения о планируемом научно-техническом уровне разработки, сведения о метрологическом обеспечении работы. Во введении должны быть показаны актуальность и новизна темы, связь данной работы с другими научно-исследовательскими работами.

Цель исследования ориентирует на его конечный результат. Он может быть либо теоретико-познавательный либо практически-прикладной.

Задачи формулируют вопросы, на которые должен быть получен ответ для достижения цели исследования.

Объект научного исследования – это определенный элемент реальности, который обладает реальными границами, относительной автономностью существования. Объект порождает проблемную ситуацию и избирается для изучения.

Предмет научного исследования – логическое описание объекта, избирательность которого определена предпочтениями исследователя в выборе точки мысленного обзора, аспекта или отдельных проявлений наблюдаемого сегмента реальности.

Объект и предмет исследования как категории научного процесса соотносятся между собой как общее и частное. Во введении указываются методологические основания, научная новизна работы. Приводятся сведения об апробации результатов.

Объем введения составляет 2-3 стр. Пример оформления введения приведен в Приложении Д.

## 2.8 Основная часть

В основной части необходимо представить результаты исследования студента.

По объему и жанру результаты научных исследований можно разделить на пять основных типов:

1. Краткие сообщения, включая тезисы докладов на конференциях, симпозиумах, совещаниях и т.п.
2. Научная статья – основная форма полноценного представления результатов научных исследований.
3. Монография – наиболее развернутое изложение результатов исследования какой-либо научной проблемы.
4. Публикации на правах рукописей, например, диссертация и ее автореферат.
5. Отчет о научной работе, который может быть зарегистрирован во ВНИИЦ (Всероссийский научно-технический информационный центр).

Первые два типа относятся к основным в студенческой научной работе, поэтому более подробно остановимся на их особенностях.

#### 2.8.1. Тезисы научного доклада

Тезисы научных докладов представляют собой конспективное изложение материалов устного выступления (доклада) участника конференции. При заочном участии в научном мероприятии тезисы становятся публикацией в полном смысле этого слова. Объем тезисов не превышает 1-3 страницы текста (не более 0,15 п.л.<sup>1</sup>). Обычно организационные комитеты конференций предъявляют особые требования к оформлению тезисов. Например, оформление тезисов докладов на международных конференциях производится по следующей схеме:

УДК

### **НАЗВАНИЕ ТЕЗИСОВ**

*Фамилия И.О.*

*Организация, город, государство*

Текст ....

<sup>1</sup> 1 печатный лист (п.л.) - 22 стр. печатного текста при 28 строках на 1 стр. и 65 печатных знаках в строке

Если студент планирует направить тезисы доклада для публикации на конкретную конференцию, необходимо представить требования организационного комитета к оформлению тезисов в Приложении к РГР.

УДК – шифр универсальной десятичной (децимальной) классификации, соответствующий направлению исследований, результаты которых представляются на конференцию. УДК позволяет охватывать все отрасли знания, и производить неограниченное деление на подклассы.

Основная таблица содержит понятия и соответствующие им индексы, с помощью которых систематизируют человеческие знания. Таблицы определителей образуют отдельные классификационные ряды, служат для дальнейшей детализации индекса, качественной характеристики документов и отражают общие, повторяющиеся для многих предметов признаки. Комбинируя индексы основной таблицы с определителями диапазон классификации так, что каждая последующая цифра не меняет значения предыдущих, а лишь уточняет, обозначая более частное понятие. Например, индекс понятия "Химическая коррозия" 620.193.4 складывается следующим образом:

*6 Прикладные науки*

*62 Инженерное дело. Техника в целом*

*620 Испытания материалов. Товароведение*

*620.1 Испытания материалов. Дефекты материалов. Защита материалов*

*620.19 Дефекты материалов и их выявление. Коррозия*

*620.193 Коррозия. Коррозионная стойкость*

*620.193.4 Химическая коррозия. Воздействие различных агрессивных сред*

Составление шифра УДК входит в обязанности автора.

Название тезисов – простое предложение, отражающее предмет исследований. Не следует использовать обороты в названии. Оно должно быть лаконичным (не более 10-11 слов).

Тезисы – это краткий жанр. Тем не менее, в их тексте должны присутствовать основные смысловые блоки: актуализация, описание объектов и методов исследования, изложение основных результатов исследования.

В первом абзаце обычно производится постановка проблемы, обоснование актуальности ее исследования. Следует избегать общих фраз. Лучше приводить конкретные факты.

Далее следует краткое описание предмета и методики исследования. Необходимо отразить их специфические стороны. Методы могут быть просто названы, если они являются традиционными.

Особое внимание следует уделить изложению основных результатов исследований. Они излагаются в сжатой форме, без обсуждения, с минимальным количеством данных. Тезисы могут содержать таблицы и рисунки. Но эти иллюстрации должны «говорить сами за себя», их комментариев не приводится. По объему эти иллюстрации должны быть эквивалентны, или более емкими, чем соответствующий объем текста, который они заменяют. В противном случае приводить их не следует.

Тезисы докладов, как правило, не содержат списка литературы, но автор обязан сделать внутритекстовые литературные ссылки при использовании данных других авторов. Эти ссылки делаются по принципу (Фамилия автора, год издания).

Примеры тезисов докладов приведены в Приложении Е.

К сожалению, тезисы докладов «не котируются» в рейтингах ученых. «Злоупотреблять» этим жанром не стоит. Некоторый «вес» этим публикациям может придать международный статус научного мероприятия.

### 2.8.2. Краткое научное сообщение

Краткие научные сообщения по объему занимают промежуточное место между тезисами и полноценными статьями (3-5 стр., 0,15-0,3 п.л.).

По статусу они соответствуют статьям, учитываются в научных рейтингах. Это более развернутые публикации, содержащие иллюстрации (1-3), список литературы. Оформление заголовка и текста сообщений проводится согласно требованиям редколлегий и соответствует оформлению статьей. Однако, в отличие от статей, текст не подразделяется на рубрики с подзаголовками. Тем не менее, в тексте сообщений можно легко выделить следующие смысловые блоки:

- ВВЕДЕНИЕ;
- ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ;
- РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ;
- ВЫВОДЫ;
- СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

Список литературы оформляется в соответствии с ГОСТ 7.80-2000. Однако в требованиях редакций журналов иногда приводятся правила оформления библиографических списков, отличающиеся от стандарта, например, когда эти правила соответствуют международным требованиям.

Внутритекстовые ссылки на источники из списка литературы производятся по принципу [порядковый номер в квадратных скобках].

### 2.8.3. Научная статья

Научные статьи – традиционная форма представления новых результатов научных исследований. Они могут быть опубликованы и в составе материалов конференций, но наибольшую огласку и обсуждение получают статьи в периодических изданиях (журналах, трудах, бюллетенях и т.п.).

Если студент планирует направить научную статью для публикации в конкретное периодическое издание, в Приложение пояснительной записки необходимо включить копию требований организационного комитета к оформлению статьи.



Рассмотри правила оформления статей, представляемых в редакции журналов РАН. Объем статьи не превышает 1 п.л. (22 стр., 40 тыс. печатных знаков, включая пробелы). Ее заголовок оформляется по форме:

УДК

### НАЗВАНИЕ СТАТЬИ

*Инициалы и фамилии авторов*

*Полное название учреждений и их почтовые адреса*

*Дата поступления в редакцию*

Аннотация (5-10 строк)

Текст ....

Название статьи должно полностью отражать ее содержание.

Если авторы статьи работают в разных учреждениях, то названия учреждений приводятся по порядку с помощью цифровых ссылок, например:

И.И. Иванов<sup>1</sup>, П.П. Петров<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 603950, Н.Новгород, ул. Ильинская 65

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 603155, Н.Новгород, ул. Минина, 24

Аннотация отражает содержание статьи, основные результаты исследований. Заголовок вместе с аннотацией представляется отдельно на английском языке (для журналов, издаваемых на английском языке).

В статье сжато и четко должны излагаться: современное состояние вопроса, описание методики исследования и обсуждение полученных данных. Структура статьи имеет стандартизированный вид:

- ВВЕДЕНИЕ;
- ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ;
- ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ;
- РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ;
- ЗАКЛЮЧЕНИЕ или ВЫВОДЫ;
- СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

Во введении обосновывается актуальность темы исследований, излагается уровень научной проработки проблемы. Как правило, на введение приходится основная часть литературного обзора. Во введении кратко излагается авторский подход к решению проблемы. При необходимости, вводятся специальные понятия и их аббревиатуры, которые затем используются вместо этих понятий.

В описании объектов исследования необходимо охарактеризовать их специфические стороны, обосновать репрезентативность (соответствие предмету исследования), статистическую достоверность выборки объектов. Для географических исследований иногда требуется приведение карты объектов исследования. Методы описываются подробно, если они не получили пока широкого применения. Стандартные методы подробно не описываются, но делается ссылка на соответствующие ГОСТы.

Экспериментальную часть статьи желательно иллюстрировать (число иллюстраций – не более 5-8). При использовании иллюстраций следует помнить главное правило: информация в таблицах и на рисунках не должна дублироваться в тексте. В тексте проводится анализ закономерностей, которые следуют из иллюстраций. Как правило, все иллюстрации представляются на отдельных листах. В рукописи они располагаются сразу же после листа с первым упоминанием. Их качество должно быть высоким (для электронных версий – разрешение не ниже *300 dpi*, формат файлов рисунков – *TIFF, JPG, WMF*). Размеры иллюстраций должны соответствовать предполагаемым размерам в статье.

Раздел «Результаты и их обсуждение» служит для обоснования последующих выводов. В нем проводятся оценка теоретического значения результатов исследований, перспективы дальнейших исследований.

«Заключение» отличается от «Выводов» более развернутым текстом. Выводы приводятся как нумерованные тезисы.

Особенностью представления рукописей в бумажном виде является

разметка всех условных обозначений, используемых в статье. Это касается букв латинского и греческого алфавитов, математических символов, заглавных букв, надстрочных и подстрочных символов. Переменные и латинские слова (названия видов, обороты типа *in situ* и др.) набираются курсивом. Способы разметки приводятся в требованиях к рукописям, которые регулярно публикуются в журналах.

Список литературы приводится в соответствии с требованиями редакции и ГОСТа 7.80-2000.

Пример научной статьи приведен в Приложении Ж.

#### 2.8.4. Графическая часть научного исследования

Графическая часть работы представляет представление материалов исследования в графическом виде: схемы, чертежи, планы, карты, графические изображения алгоритмов решения задач, экспериментальные данные в виде таблиц, графиков, диаграмм, иллюстрации и пр. (3-4 стр.).

Можно использовать любые графические редакторы, создающие 2D и 3D-чертежи.

Растровая графика в *Word* может быть загружена из графического файла (с расширением *BMP*, *TIFF*, *PNG*, *JPG* или *GIF*) или из другой программы (например, графического редактора *Adobe Photoshop*).

Векторная графика может быть создана в документе *Word* или вставлена в документ с помощью встроенных графических средств *Word* (рисунок, графические объекты, рисунок *SmartArt*, диаграмма).

#### 2.9 Список использованных источников

В список включаются только те литературные источники, которые были использованы при оформлении РГР и упомянуты в тексте или сносках.

## 2.10 Приложения

В приложении прикладываются распечатка слайдов компьютерной презентации, составленной для защиты РГР.

В приложении также включают извлечения из отдельных нормативных актов, в частности требования к оформлению результатов научного исследования выбранной конференции или сборника статей.

Каждому материалу приложения надо присвоить самостоятельное обозначение, указать в тексте при ссылке на вспомогательные материалы, например, «В Приложении А показано ...».

При подсчете объема РГР приложения не учитываются.

### 3. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Работа с рукописью основывается на нормативно-регламентирующих документах (ГОСТах), которые определяют формальные требования к научной рукописи и техническому документу. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу (СИБИД) — это система общетехнических и организационно-методических документов. Все стандарты, разрабатываемые в области информации, библиотечного дела, библиографической деятельности и издательского дела объединены под общим заголовком «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу».

При оформлении нормативно-регламентирующих документов (ГОСТов), которые определяют формальные требования к научной рукописи и техническому документу.

Общие требования приведены в системе стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу (СИБИД) в ГОСТ 7.32-2001. Межгосударственный стандарт. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления" (введен Постановлением Госстандарта России от 04.09.2001 N 367-ст) (ред. от 07.09.2005);

ГОСТ 2.105-95. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам" (введен в действие Постановлением Госстандарта РФ от 08.08.1995 N 426) (ред. от 22.06.2006).

ГОСТ 2.109—73 Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам. (введен в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 27.07.73 № 1843, ред. о 28. 02. 2006).

ГОСТ 7.1-2003. Межгосударственный стандарт. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления" (введен Постановлением Госстандарта РФ от 25.11.2003 N 332-ст);

ГОСТ 7.80-2000 Межгосударственный стандарт. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Заголовок. Общие требования и правила составления (введен Постановлением Госстандарта РФ от 06.10.2000 N 253-ст).

ГОСТ Р 7.05-2008 Национальный стандарт РФ. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления (введен Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 апреля 2008 г. № 95-ст);

Специальные требования к определенным видам документов определены в Единой системе конструкторской документации (ЕСКД) и Единая система технологической документации (ЕСТД).

ЕСКД представлена (в том числе) следующими стандартами:

ГОСТ 2.104-68 ЕСКД. Основные подписи.

ГОСТ 2.105-95. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам (введен в действие Постановлением Госстандарта РФ от 08.08.1995 N 426) (ред. от 22.06.2006).

ГОСТ 2.106-96 ЕСКД. Текстовые документы.

ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам.

ГОСТ 2.316—2008 Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах. Общие положения. (введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 декабря 2008 г. N 702).

ГОСТ 2.702-75 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.

ГОСТ 2.721-74 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения.

Р 50-77-88. Государственный стандарт Союза ССР. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения диаграмм. (введен Постановлением Госстандарта РФ от 23.09.88 г. №3231).

ЕСТД включает:

ГОСТ 3.1001-81 (Ст. СЭВ 875-78) ЕСТД. Общие положения.

ГОСТ 3.1102-81 (Ст. СЭВ 1799-79) ЕСТД. Стадии разработки и виды документов.

Оформление вторичных документов опирается на:

ГОСТ 7.9-95 (ИСО 214-76). Реферат и аннотация. Общие требования.

ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления.

ГОСТ 7.82-2001. Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов: Общие требования и правила составления.

ГОСТ Р 7.0.12-2011. Библиографическая запись. Сокращение слов и словосочетаний на русском языке. Общие требования и правила.

3.1 Требования к оформлению текста  
Оформление текста выполняют в соответствии с ГОСТ 9327. Текст оформляют в редакторе *Word* с соблюдением издательского формата на одной стороне листа бумаги формата А4.

Текст следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое – 10мм, верхнее и нижнее – 20 мм, левое – 30 мм.

Используемый шрифт *Times New Roman* через полтора интервала, кегль 14. Полужирный шрифт не применяется.

Абзацный отступ 1,25 см задается не пробелами и табуляциями, а с помощью отступа (формат – абзац – первая строка - отступ).

В тексте могут быть приведены перечисления с использованием абзацного отступа 1,25 мм, дефиса или арабских цифр, как показано в примере. Все табуляции одинаковые во всем тексте, например:

— \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_;

— \_\_\_\_\_.

или

1. \_\_\_\_\_;
2. \_\_\_\_\_.

В тексте можно использовать автоматическую расстановку переносов. Запрещены переносы в словах из прописных букв. Недопустимо отрывать инициалы от фамилии, необходимо применять для предотвращения разрыва неразрывный пробел (*Ctrl+Shift*+пробел).

Использование дефиса вместо тире является грубейшей ошибкой. Для введения в текст знака тире рекомендуется использовать сочетание клавиш – (*Alt+0151*).

Между словами не должно быть более одного пробела.

Пробел ставится после всех знаков препинания, за исключением короткого тире, дефиса, открывающей кавычки и открывающей скобки; пробел не ставится перед всеми знаками препинания, за исключением тире и открывающих скобки и кавычки.

Если скобка (кавычка) завершает предложение, точку ставят после нее. Если точка необходима внутри скобки (кавычки), то снаружи ее не ставят.



### 3.2 Требования к оформлению заголовков и нумерации страниц

Наименования структурных элементов работы "РЕФЕРАТ", "СОДЕРЖАНИЕ", "ОПРЕДЕЛЕНИЯ", "ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ", "ВВЕДЕНИЕ", "ЗАКЛЮЧЕНИЕ", "СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ", "ПРИЛОЖЕНИЕ" служат заголовками структурных элементов, которые следует располагать в середине строки без точки в конце и печатать прописными буквами, не подчеркивая. Текст отделяется от заголовка 2 интервалами. Каждый раздел начинается с новой страницы.

Основные разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всего текста и Заголовки, которые следует печатать с абзацного отступа прописными буквами без точки в конце, не подчеркивая. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Основные разделы следует делить на подразделы и пункты, которые нумеровать арабскими цифрами и записывать с абзацного отступа начиная с прописной буквы без точки в конце. Текст отделяется от подраздела 1 интервалом до и после.

Номер подраздела или пункта включает номер раздела и порядковый номер подраздела или пункта, разделенные точкой. Пример – 1.1, 1.2, и т.д.

Страницы следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Номер страницы проставляют в центре нижней части листа без точки, кегль 12.

Титульный лист включают в общую нумерацию страниц. Номер страницы на титульном листе не проставляют.

### 3.3 Требования к оформлению иллюстраций

Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, диаграммы, фотоснимки) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Выравнивание иллюстрации по центру без абзацного отступа. До и после рисунка необходим 1 пробел.

Графические объекты (схемы, рисунки и т. п.) должны быть сгруппированы.

Иллюстрации, расположенные в тексте, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией и указывать наименование. Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1». Слово «Рисунок» и его наименование располагают посередине строки без абзацного отступа.

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. Например, рисунок 1.1. На все рисунки в тексте необходимы ссылки, например, «На рисунке 1 показаны основные фазы выполнения научно-исследовательской работы».

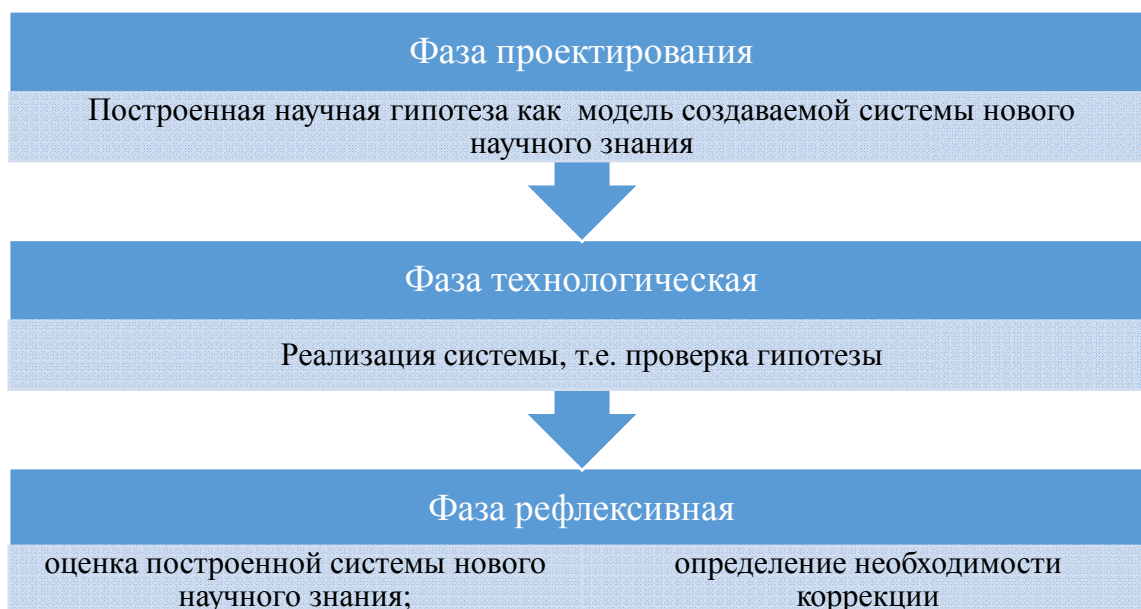


Рисунок 1 – Завершенный цикл научно-исследовательской деятельности

Допустимо заимствование готовых иллюстраций из различных источников. После подрисуночной надписи в этом случае следует ссылка на

источник, откуда заимствована схема. Например, на рисунке 2 показан пример оформления подобной ссылки.

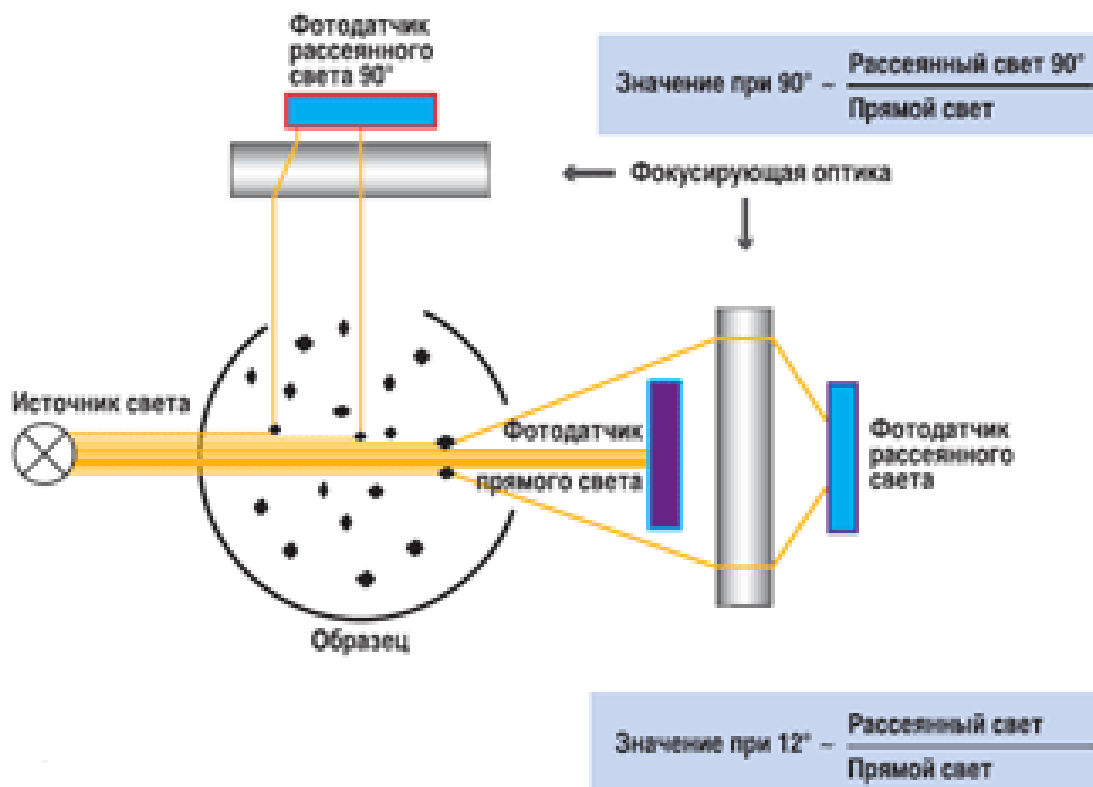


Рисунок 2 – Принцип работы датчика 8500

Источник: [8]

Чертежи выполняют в масштабе, применяют условные графические обозначения в соответствии с требованиями ЕСКД, СПДС.

Схемы выполняют без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей объекта учитывают приближенно. При выполнении схем применяют следующие графические обозначения:

- условные графические обозначения, установленные в стандарте ЕСКД (Рисунок 3),
- упрощенные внешние очертания,

- прямоугольники (Рисунок 4) или объемные фигуры (Рисунок 5).

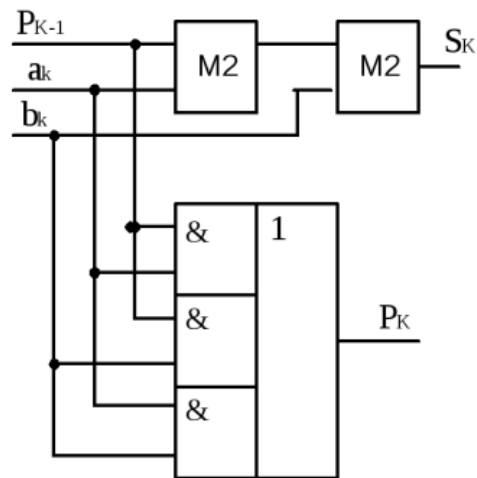


Рисунок 3 – Сумматор. Схема электрическая функциональная

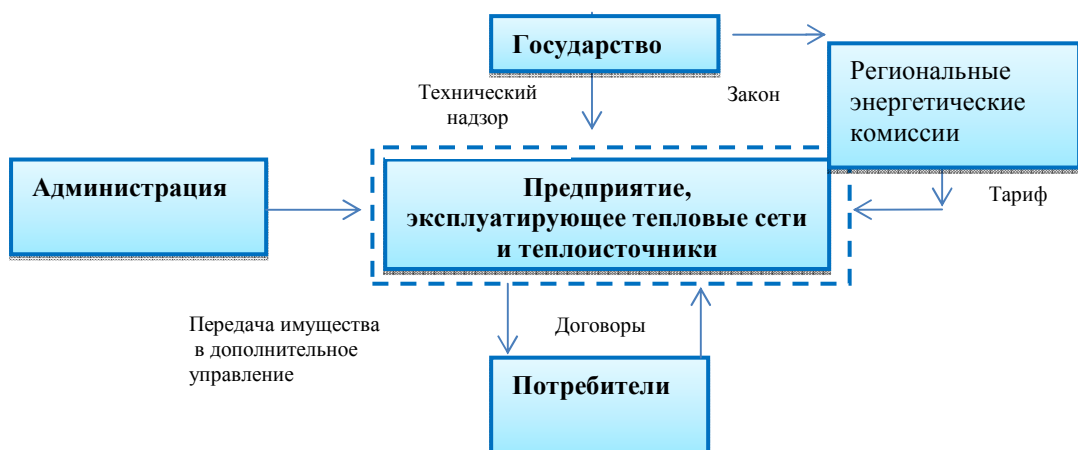


Рисунок 4 – Система управления предприятиями тепловых сетей

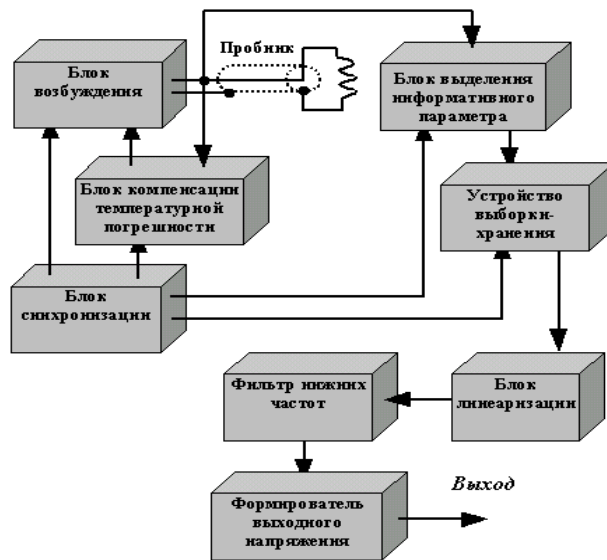


Рисунок 5 – Структурная схема драйвера

Возможно составление схемы по данным и материалам, приведенным в каком-либо источнике. В этом случае подрисуночная надпись должна указывать на материал для её составления, например, как на рисунке 6.

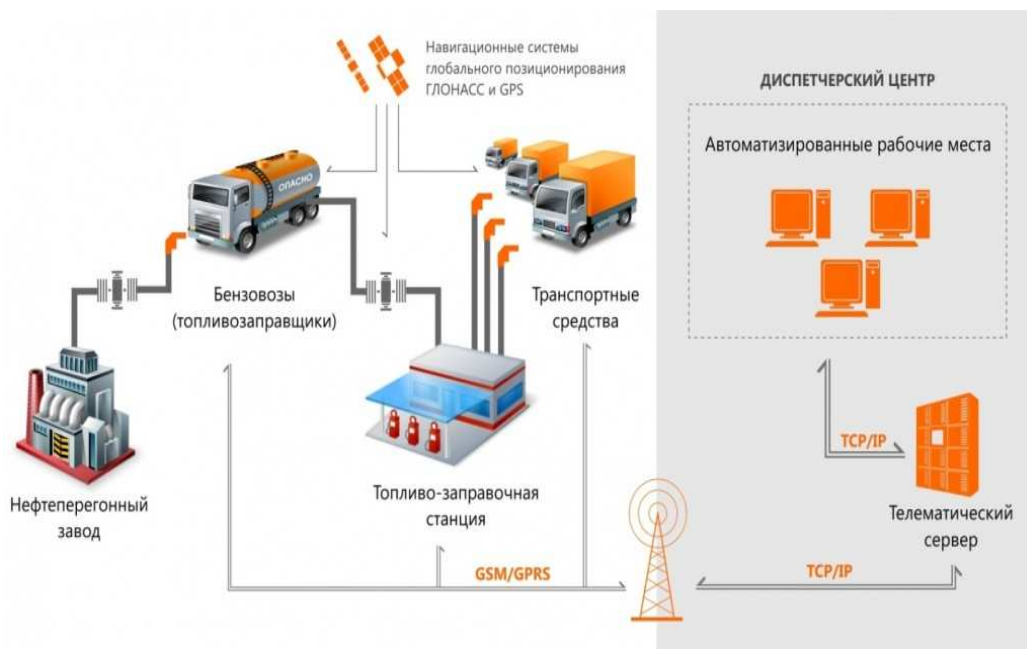


Рисунок 6 – Принципиальная схема работы системы ГЛОНАСС / GPS мониторинга топливозаправщиков

Источник: [12]

При необходимости применяют не стандартизованные графические обозначения, сопровождая их пояснениями. Пояснения приводят в подрисуночной надписи, используя междустрочный интервал, равный 1 (рисунок 7).

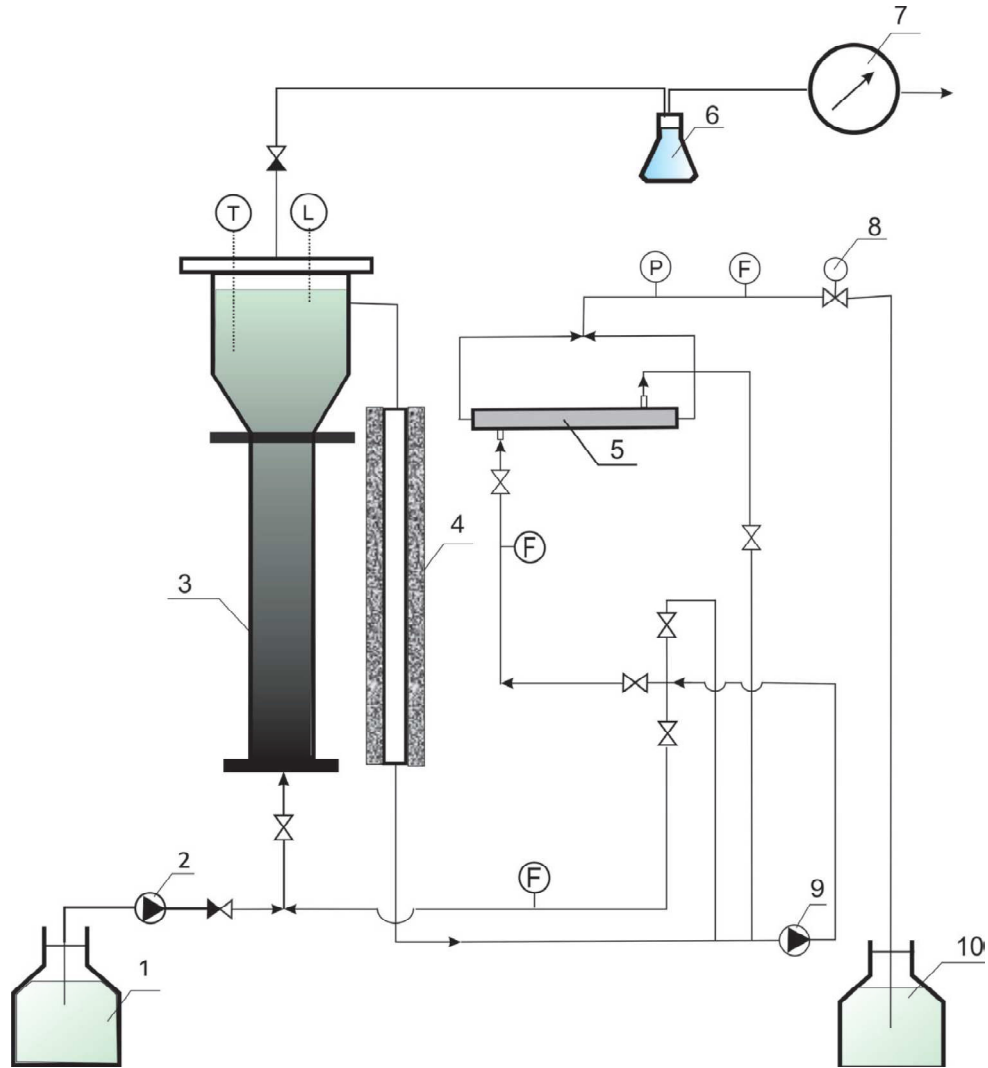


Рисунок 7 – Схема установки анаэробного мембранного биореактора:

1 – емкость с исходной водой; 2 – анаэробный аппарат с взвешенным слоем активного ила; 3 – теплообменник; 4 – мембранный модуль; 5 – влагоотделитель; 6 – расходомер; 7 – фильтрат; 8 – подающий насос; 9 – вихревой насос; 10 – емкость очищенной воды; L – датчик уровня; T – датчик температуры; F – расходомер; P – манометр

(По материалам И. В. Катаева)

В текст работы можно помещать фотографии, выполненные автором (рисунок 8).



Рисунок 8 – Общий вид установки испытания гвоздевого соединения на гидравлическом прессе

При заимствовании фотографий, необходимо ссылаться на автора (рисунок 9).



Рисунок 9 – Спасо-Преображенский собор, с. Пурех  
(Фото Е. М. Волковой)

### 3.4 Требования к оформлению графиков и диаграмм

Оформление графиков (диаграмм) регламентируются ГОСТ 2.319-81.

Графики функциональных зависимостей допускается выполнять без шкал значений величин, в этом случае оси координат следует заканчивать стрелками. Допускается применять стрелки за пределами шкал или самостоятельные стрелки после обозначения величины – параллельно оси координат (рисунок 10).

Графики, как правило, должны иметь координатную сетку. Без сетки допускается выполнять графики, на осях координат которых нет числовых значений. Оси координат выполняют сплошными основными линиями, линии координатной сетки и делительные штрихи – тонкими сплошными линиями. Линия кривых графика должна быть в два раза толще линий координатных осей.

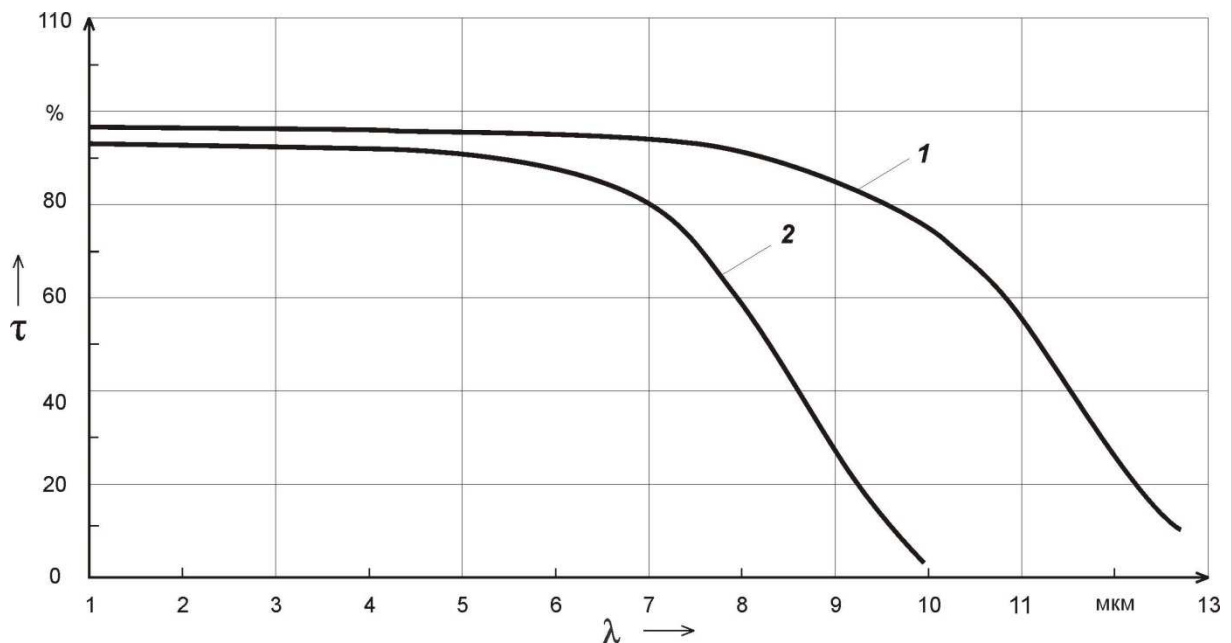


Рисунок 10 –. Спектральное пропускание кристалла GaF2 толщиной:

1 – 1 мм, 2 – 10 мм



Значения переменных величин следует откладывать в линейном или нелинейном масштабах изображения. Масштаб может быть разным для каждого направления.

Количество числовых значений по осям координат должно быть сокращено. Не допускается написание числовых значений по осям координат в две строки. Следует избегать дробных значений величин. Многозначные числа предпочтительно выражать как кратные  $10n$ , где  $n$  – целое число.

Обозначение величин (без единиц измерения или с несложными единицами измерения) на шкалах графика следует размещать у середины шкалы с ее внешней стороны на месте исключенных по шкале цифр, не выходя за пределы координатной сетки графика (рисунок 10).

Единицы измерения следует наносить вместе с наименованием переменной величины после запятой или в конце шкалы между последним и предпоследним числами шкалы, при недостатке места допускается не наносить предпоследнее число.

График может иметь поясняющую часть (текстовую, графическую), разъясняющую примененные в графике обозначения, которая размещается на свободном месте поля графика или после наименования графика.

Кривую на графике проводят, не просто соединяя точки, а выбирая преимущественное направление. Кривая должна быть плавной и проходить так, чтобы одинаковое количество точек находилось над кривой и под ней.

При приведении диаграмм, составленным с использованием данных, полученных другими авторами, необходимо сослаться на источник (Рисунок 11).

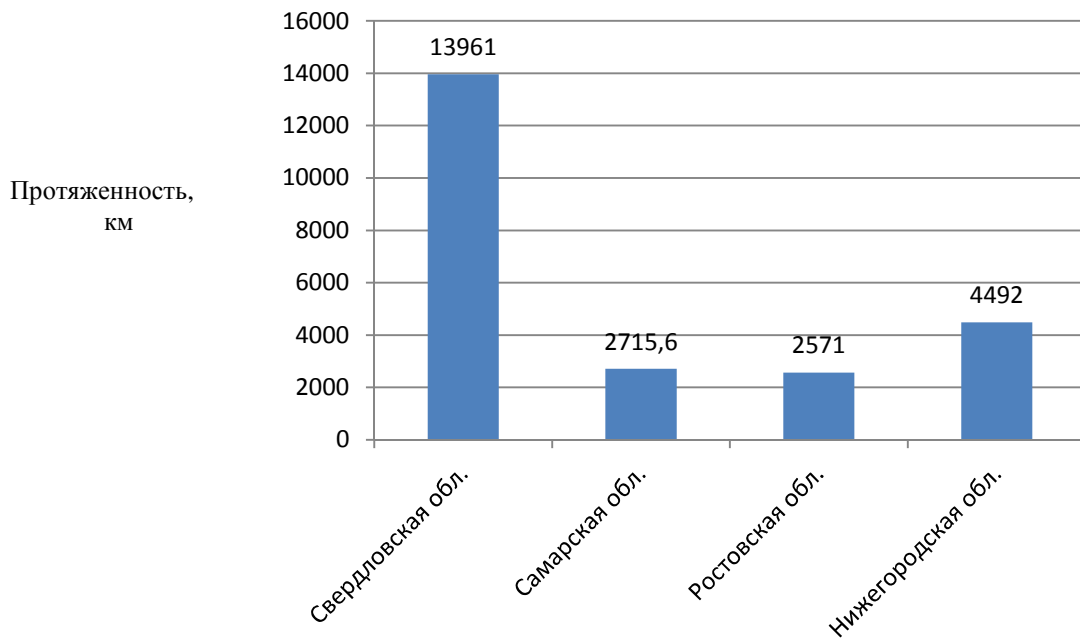


Рисунок 11 – Протяженность тепловых сетей в РФ  
Составлено автором по материалам [6].

Иллюстрации могут быть в компьютерном исполнении, в том числе и цветные (рисунок 12, 13).

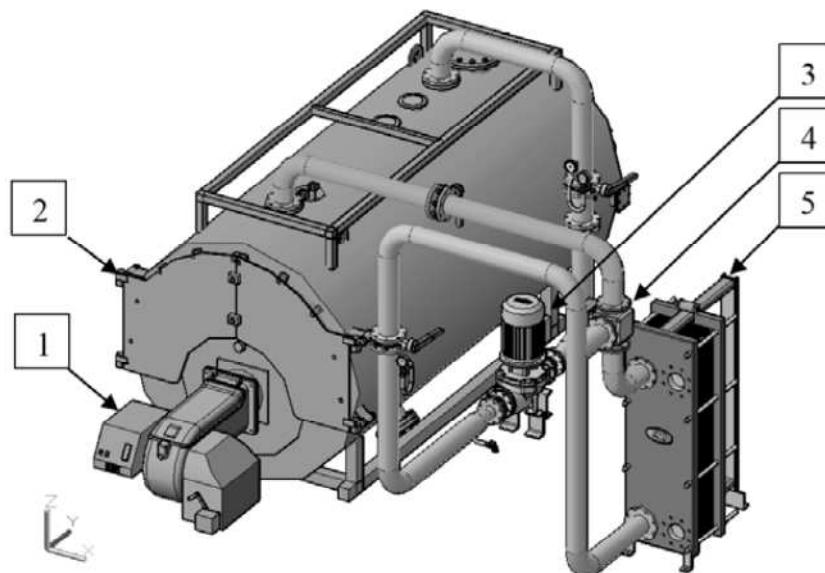


Рисунок 12 – Модель обвязки котлового контура  
(по материалам П. А. Артамонова)

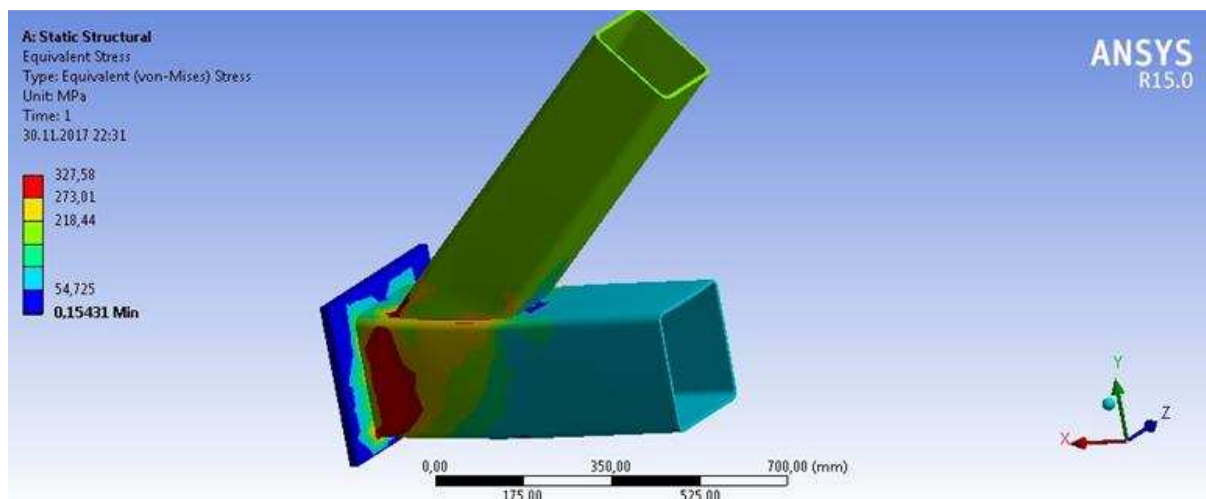


Рисунок 13 – Результаты расчета опорного узла после усиления.  
Эквивалентные напряжения усиленной конструкции 327,58 (МПа)

При выполнении чертежей, размещенных на отдельных листах РГР, выполненных с помощью графических редакторов КОМПАС, AutoCAD и пр. рекомендуется применять форматы со стандартным оформлением основной надписи, руководствуясь требованиями ГОСТ 2.104-2006 (ЕСКД). Основные надписи (с Поправками), ГОСТ 2.605-68 ЕСКД. Плакаты учебно-технические. Общие технические требования.

Необходимо использование шрифта GOST Тип А, прямой или наклонный, размер шрифта выбирать в соответствии с ГОСТ 2.304-81. Оформление линий и обозначений на чертежах должны соответствовать требованиям государственных ЕСКД с использованием компьютерной печати.

Для оформления иллюстраций, схем и другого графического материала, составляющих графическую часть РГР, может применяться формат А3. Иллюстрации, расположенные на отдельном листе формата А3, учитываются как одну страницу и включают в общую нумерацию страниц. При размещении рисунка в альбомной ориентации, подрисовочная надпись выполняется как показано на рисунке 14.



Рисунок 14 – Сбор и систематизация информации для инвентаризации земельных участков

### 3.5 Требования к оформлению таблиц

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Таблица состоит из тематического Наименования с заголовком, головки. Все, что ниже головки, называется хвостом таблицы. Хвост делится на боковик и прографку.

Тематический заголовок должен отражать ее содержание, быть точным, кратким. Наименование с тематическим заголовком следует помещать над таблицей слева, без абзачного отступа в одну строку с ее номером через тире, используя номер шрифта основного текста. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела, включая номер раздела и номер таблицы, разделенных точкой.

Таблицу следует располагать непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. До и после таблицы необходим 1 пробел. В ссылке следует указывать «в таблице 1».

Таблица 1 – Сравнительная таблица при выборе ферм

Наименование критерия	Трапецевидная металлодеревянная ферма с металлическим нижним поясом из уголка	Треугольная металлодеревянная ферма с металлическим нижним поясом из круглых стержней	Треугольная деревянная ферма на МЗП
Расход пиломатериала на 1 конструкцию, $m^3$	1,88	1,04	0,68
Расход стали на 1 конструкцию, $t$	0,104	0,176	0,015
Время на изготовление 1 конструкции, $дн.$	19,86	20,94	7,92
Цена на изготовление 1 конструкции, $руб.$	134 748,58	110 080,94	20 650,75

При выполнении таблиц необходимо руководствоваться следующими положениями:

- рекомендуется использование шрифта *Times New Roman*, единый интервал, размер шрифта в таблице может быть меньше, чем в тексте, но должен быть ясно различим (не стоит использовать кегль меньше 10-го);
- заголовки начинайте с прописной буквы, подзаголовки – со строчной;
- заголовки, названия столбцов пишите в единственном числе, точку после заголовков и подзаголовков не ставьте;
- горизонтальное расположение заголовков и подзаголовков предпочтительней, вертикальное используется при обоснованной необходимости;
- выравнивание отдельных столбцов лучше делать по центру, а построчных заголовков – по левому краю;
- горизонтальные ячейки по возможности должны быть однострочными;
- выравнивать цифровые показатели рекомендуется по центру;
- если в различных строках графы повторяется один и тот же текст, состоящий только из одного слова, то вместо дублирования во второй раз ставится фраза «То же», а далее – только кавычки. Исключение: кавычки нельзя ставить вместо повторяющихся цифр, математических и химических символов, марок, знаков.
- в том случае, если в той или иной строке не приводятся никаких данных, следует ставить прочерк.

При заимствовании таблиц из какого-либо источника, после нее оформляется ссылка на источник, например, как в таблице 2. Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допуска-

ется не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей.

Таблица 2 – Возрастная структура производственного оборудования в промышленности России [15], %.

Год	Всё оборудование на конец года	Из него в возрасте, лет				Средний возраст, лет
		до 5	6–10	11–20	свыше 20	
2015	100	5,4	20,1	44,2	31,6	17,0
2016	100	4,1	15,2	45,8	34,8	17,9
2017	100	4,7	10,6	46,5	38,2	18,74

Таблицу с большим количеством столбцов допускается размещать в альбомной ориентации.

Таблицу с большим числом строк допускается переносить на другой лист (страницу). При переносе части таблицы слово «Таблица», ее номер и наименование указывают один раз слева над первой частью таблицы, а далее пишут «Продолжение таблицы» с указанием номера. Пример оформления с учетом переноса на новую страницу приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Химический и изотопный состав воды до и после очистки

Показатели	Ед. изм.	Результаты анализа		
		Исходная водопроводная вода	Вода после однократной очистки	
			сразу после очистки	через 2 суток хранения при t+20°C
1	2	3	4	5
Водородный показатель	ед. рН	6,5	7,9	6,9
Цветность	градусы	20	0	0

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5
Мутность	мг/л	1,5	0	0

Запах	балл	2,0	0	1,0
Привкус	балл	2,0	0	0
Жесткость общая	ммоль/л	7,0	1,1	1,1
Общее количество микробов	КОЕ/см <sup>3</sup>	50	0	0
Дейтерий	мг/л	151,0	71,0	74,0
ОВП	мВ	+362	-98	+260

### 3.6 Требования к оформлению формул и уравнений

При создании уравнений и формул необходимо использовать редактор «*Microsoft Equation 3.0*».

Формулы следует выделять из текста в отдельную строку, используя выравнивание по центру. Выше и ниже каждой формулы должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если выражение не уместится в одну строку, то оно должно быть перенесено после знака выполнения операций, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке, символизирующем операцию умножения, применяют знак «х».

Дроби не отделяются пробелом от целой части (2,3), равно как математические знаки (-5+7) и обозначения степени.

Между числом и указанием размерности ставится неразрывный пробел (10 см) (*ctrl+shift*+пробел).

Формулы следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах всего текста арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке. Одну формулу также обозначают.



Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например, в формуле (5.3) показано оформление пояснения значений символов в той же последовательности, в которой они даны в формуле.

$$F(x) = \sum_{j \in I} \alpha_{jt} \cdot x_{jt}^k \rightarrow \max, \quad (5.3)$$

где  $x_{jt}^k$  – объем производства  $j$ -го продукта ( $j = \overline{1, n}$ ) в  $t$ -й момент времени при  $k$ -й итерации;  $I$  – множество инвестиционных товаров  $\alpha_{jt}$  – весовые коэффициенты, характеризующие степень значимости для компании  $j$ -го инвестиционного товара в  $t$ -й момент времени и отражают структуру инвестиционной программы ( $\sum_{j \in I} \alpha_{jt} = 1$ ).

### 3.7 Требования к оформлению ссылок и списка литературы

Ссылки на использованные источники следует указывать порядковым номером библиографического описания источника в списке использованных источников. Порядковый номер ссылки заключают в квадратные скобки, например [1]. Нумерация ссылок ведется арабскими цифрами в порядке приведения ссылок в тексте независимо от деления на разделы.

Список литературы должен включать источники, непосредственно использованные в работе, т.е. те, на которые делались ссылки. Каждый источник указывается в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003.

### 3.8 Требования к оформлению приложений

Приложение оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах или выпускают в виде самостоятельного документа.

В тексте отчета на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте. Каждое приложе-

ние следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова "Приложение", его обозначения.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. После этого указывают, если необходимо название приложения с прописной буквы.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

Если в приложении приводятся рисунки, номера рисунков будут иметь следующий вид Б.1, Д.3 и т.д. На все рисунки, расположенные в приложениях должны быть ссылки (рисунок А.1).

### 3.9 Требования к оформлению презентации

Презентация должна содержать следующие разделы:

- Титульная страница (первый слайд);
- Введение;
- Основная часть презентации (обычно содержит несколько подразделов);
- Заключение.

На титульном листе необходимо указать:

- Название учебного заведения;
- Тип и название работы;
- ФИО докладчика (полностью);
- Информацию о руководителе;
- Контактные данные (№ группы, *e-mail*);
- Город и год выпуска презентации.

Пример титульного листа презентации показан в Приложении И.

При выполнении презентации необходимо руководствоваться следующими положениями:

- Оформляйте текст и заголовки разных слайдов в одном стиле. Следите за тем, чтобы текст не сливался с фоном, учитывайте, что на проекторе контрастность будет меньше, чем на мониторе.
- Лучший фон – белый (или близкий к нему), а лучший цвет текста – черный (или очень тёмный нужного оттенка).
- Всегда указывайте заголовок слайда. Размер шрифта для заголовка слайда должен быть не менее 32.
- Не используйте для заголовков и текста похожие шрифты. Размер шрифта для основного текста лучше выбрать от 24 до 28 (зависит от выбранного типа шрифта).
- Используйте краткие предложения или фразы. Не переносите слова. Если текст не вмещается на один слайд, разбейте его на 2, 3 и более слайдов. Не полностью заполненный слайд лучше, чем переполненный. Обычно, в слайде должно быть от 20 до 40 слов. Избегайте сплошного текста, лучше используйте нумерованные и маркированные списки.
- Презентация должна быть наглядной, а изображения, схемы и диаграммы значительно повышают наглядность. Все изображения должны иметь заголовки или подрисуночные подписи. Помещайте картинки левее текста.
- Графика должна иметь ту же самую типографику, что и основной текст: шрифты, начертание.
- Фотографии вполне могут быть полноцветными, а векторная графика (диаграммы, схемы, графики) должны соответствовать основной цветовой схеме (например, черный – обычные линии,

красный – выделенные части, зеленый – примеры, синий – структура).

- Используйте анимацию для пояснения динамики системы, алгоритмов и т.д., не используйте анимацию для привлечения внимания аудитории.
- Сделайте последний слайд с благодарностью за внимание!

#### 4 ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Таблица 4.1 – Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Место и год издания
2	Требования к содержанию, объему и структуре выпускной квалификационной работы магистра : для всех направлений и профил. направленностей (программ)	Жилина Н. Д., Забаева М. Н., Тюрина В. А.	Н.Новгород: ННГАСУ, 2014

Таблица 4.2 – Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Место и год издания
1	Методология научных исследований : учеб. для магистров : учеб. для студентов вузов по экон. направлениям и спец.	Мокий М. С., Мокий В. С., Никифоров А.Л.	М. : Юрайт, 2015

Таблица 4.3 –Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Место и год издания
1	Оформление дипломного проекта на компьютере : учеб. пособие	Кудрявцев Е. М.	М.: Изд-во АСВ, 2004
2	Оформление дипломного проекта на компьютере	Кудрявцев Е. М.	Механизация строительства. – 2011. – № 7.
3	ГОСТ 7.1-2003. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления		М.: Стандартинформ, 2008
4	ГОСТ 7.32-2001. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления		Минск: ИПК Изд-во стандартов, 2004
5	ГОСТ 19.701-90. Единая система программной документации. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. обозначения условные и правила выполнения		

## **5 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. <http://window.edu.ru/> Электронная библиотека учебно-методической литературы для общего и профессионального образования.

2. <http://elibrary.ru/> Научная электронная библиотека.

3. <http://www.scholar.ru/> Научные статьи, диссертации и авторефераты из электронных научных библиотек.

4. <http://systemling.narod.ru/udc/ShortGuide.htm> Общая методика применения универсальной десятичной классификации

5. <https://teacode.com/online/udc/> Справочник по УДК

## 6 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Признаки и функции науки.
2. Виды научных исследований.
3. Метод, методология. Понятия и взаимосвязь.
4. Технология, методика. Понятия и взаимосвязь.
5. Отрасли науки. Паспорт научной специальности. УДК.
6. Виды научных публикаций. Характеристика, основные отличия.
7. Признаки научного исследования.
8. Научно-исследовательская работа. Основные этапы выполнения.
9. Научно-исследовательская работа. Правила оформления.
10. Структура НИР.
11. Объект, предмет исследования. Формирование темы исследования.
12. Актуальность исследования, новизна (результат).
13. Значимость, достоверность исследования. Научный результат, выводы.
14. Цель исследования, задачи исследования.
15. Основные методы исследования (теоретические и эмпирические).
16. Виды экспериментов.
17. Формы представления результатов исследования.
18. Этика научного исследования. Заимствование, плагиат.
19. Основные особенности стиля научной прозы.
20. Требования к презентации и устному докладу результатов научного исследования.

ПРИЛОЖЕНИЕ А  
Оформление титульного листа

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ННГАСУ)

УДК697.941

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА**  
по дисциплине «Методы оформления результатов исследований»  
**СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА**  
**КУЛЬТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Направление 08.01.04 Строительство  
Направленность (профиль)  
Теплоснабжение населенных мест и предприятий

Преподаватель \_\_\_\_\_ / С.И. Ротков  
д-р техн.наук, проф., зав.кафедрой  
ИГ, КГ, АП

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ / Н.В. Сидоров  
канд. техн.наук, доц., доцент кафедры

Магистрант \_\_\_\_\_ / А.В. Иванов  
Гр. М-000

Нижний Новгород

2019



ПРИЛОЖЕНИЕ Б  
Шаблон составления аннотации

АННОТАЦИЯ

В работе приводится обзор литературных источников, как российских, так и зарубежных, по проблеме синтеза моделей пространственных объектов по их изображениям, имеющихся на различных носителях информации (проекционные изображения в бумажном и электронном виде). Проблема синтеза моделей является ключевой в информационных технологиях, поскольку именно геометрическая 3D модель лежит в основе решения прикладных графических задач.

Задача синтеза 3D модели объекта по набору его проекционных 2D изображений относится к трудноформализуемой обратной задаче инженерной геометрии и до конца не реализована ни в алгоритмическом, ни в программном виде. Впервые проблема была сформулирована и поставлена как научная задача в 60-х годах 20-го века в СССР.

Приводится хронология и варианты решений поставленной задачи.

Работа выполнена по грантам РФФИ № 15-07-05110 и № 17-07-00543.

**Ключевые слова:** КОМПЬЮТЕРНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ГРАФИКА, ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОМЕТРИИ, СИНТЕЗ МОДЕЛИ ОБЪЕКТА, ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ ИЗДЕЛИЯ.

ПРИЛОЖЕНИЕ В  
Пример оформления определений

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей расчетно-графической работе применяют следующие термины с соответствующими определениями:

**ИМУЩЕСТВО** – совокупность конкретных вещей и материальных ценностей, находящихся на правах собственности или на началах иного вещного права у того или иного субъекта (*Российская Федерация. Законы. Гражданский кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : [федер. закон Рос. Федерации от 30.11.1994 № 51-ФЗ] : [ред. от 23.05.2015]. В 4 ч. Ч.1. – Режим доступа : КонсультантПлюс. Законодательство. )*

**ВОДОПРОВОДНАЯ СЕТЬ** – комплекс технологически связанных между собой инженерных сооружений, предназначенных для транспортировки воды, за исключением инженерных сооружений, используемых также в целях теплоснабжения. Различают централизованную и нецентрализованную систему горячего водоснабжения, включающую соответствующие сооружения и устройства (*Российская Федерация. Законы. О водоснабжении и водоотведении [Электронный ресурс] : [федер. закон Рос. Федерации от 07.12.2011 № 416-ФЗ] : [ред. от 29.12.2014]. – Режим доступа : КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф.).*

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ** от латинского слова «effectus» – относительный эффект, результативность процесса, операции, проекта, определяемые как отношение эффекта, результата к затратам, расходам, обусловившим, обеспечившим его получение (*Райзберг, Б.А. Современный экономический словарь / Б.А. Райзберг, Л.Ш. Лозовский, Е.Б. Стародубцева. – Москва : Инфра-М, 2010. – 512 с.).*

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Пример составления перечня обозначений и сокращений

### ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

<b>AM</b>	– Automated Mapping – автоматизированное картографирование
<b>BMP</b>	– Bitmap Picture – формат хранения растровых изображений
<b>FM</b>	– Facilities Management – управление ресурсами
<b>GPS</b>	– Global Positioning System – система глобального позиционирования
<b>NO<sub>2</sub></b>	– Диоксид азота
<b>SO<sub>2</sub></b>	– Диоксид серы
<b>БД</b>	–База данных
<b>БТИ</b>	– Бюро технической инвентаризации
<b>ГВС</b>	– Горячее водоснабжение
<b>ГИС</b>	– Геоинформационная система
<b>ГК</b>	– Гражданский кодекс

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

### Пример введения

Цели формирования и развития Единого информационного пространства и информатизации Российского общества определены «Стратегией развития информационного общества в России». Текущее состояние готовности России к информационному обществу определяет в соответствии со Стратегией необходимость не только развития отрасли информационных технологий, но и обеспечения готовности организаций к использованию этих возможностей.

Исследование проблем управления комплексом систем и коммуникаций инженерной инфраструктуры города, обеспечивающих нормальное качество жизни граждан является актуальной задачей, поскольку сложившаяся ситуация в области управления инженерными сетями города, связанного с централизацией сведений об объектах недвижимого имущества предприятий инженерных сетей, характеризуется как проблемная. Потребность предприятий в повышении эффективности управления недвижимым имуществом в ходе эксплуатационной практики делают актуальным группировку данных о городских инженерных сетях в удобном виде, их надлежащее изображение, позволяющее анализировать, интерпретировать имеющуюся информацию.

На этапе обработки и анализа данных об объектах недвижимого имущества существенное место занимает техническая оснащенность, включающая подходящее для решения задач программное обеспечение. В качестве последнего все чаще применяется современная технология географических информационных систем (ГИС). Назначение ГИС – эффективное управление и рациональное использование городской территории путем перехода на автоматизированные методы планирования и управле-

ния, основанные на создании комплексного электронного кадастра инженерных сетей города. Актуальность этого перехода определяется требованием к повышению эффективности принятия управленческих решений, точной оценкой материально-технической базы, а также необходимостью создания основы для осуществления геомониторинга на комплексах инженерных сетей. В связи с этим исследование возможностей ГИС в ходе решения задач управления объектами городских инженерных сетей является актуальной задачей.

*Объектом* квалификационной работы являются объекты недвижимого имущества городских инженерных сетей.

*Предмет* - совершенствование управления объектами недвижимого имущества городских инженерных сетей с использованием геоинформационной системы на примере теплосетей г. Н. Новгорода.

*Цель* квалификационной работы: выявление путей совершенствования управления недвижимым имуществом предприятий инженерных сетей на основе геоинформационных технологий.

*Задачи* квалификационной работы:

1. Провести анализ современных подходов к управлению недвижимым имуществом предприятий инженерных сетей и выявить особенности на примере теплосетей г. Н. Новгорода.
2. Выявить современное состояние, проблемы и перспективы информационного обеспечения управления имуществом предприятий инженерных сетей.
3. Обосновать возможность совершенствования решений задач управления инженерными сетями на примере теплосетей г. Н. Новгорода с применением ГИС.
4. Сформировать тематические карты на исследуемых инженерных сетях для эффективного решения задач управления инженерными сетями.

*Методологической основой* и информационной базой квалификационной работы послужили законодательные и нормативно-правовые акты РФ, кадастровая, техническая, статистическая информация об объектах инженерных сетей, нормативно-справочная литература, материалы научных конференций, научные статьи по исследуемой проблеме, использованы данные ОАО «Теплоэнерго», на примере которых иллюстрируется практическая реализация теоретических положений ГИС.

Для решения поставленных задач применялись следующие общенаучные и частнонаучные *методы*: системного анализа, экспертно-аналитический, ГИС-технологий, тематического картографирования.

*Апробация результатов исследования.* Основные результаты работы обсуждались на: Международной научно-практической конференции «.....» (Пенза, ПГУАС, 2016); Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы городского строительства» (Москва, МИСИ, 2017); 17-го Международного научно-промышленного форума «Великие реки'2015» (Н. Новгород, 2015), ....., результаты исследования приняты к внедрению в ООО «.....».

*Публикации по теме работы.* Результаты исследования отражены в 8 научных публикациях, общим объемом 1,7 п.л.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

### Примеры тезисов доклада

УДК 004.9+528.8

# **ОБРАБОТКА ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ АНАЛИЗА МОРФОМЕТРИИ ВОДНЫХ БАССЕЙНОВ**

*Коротин Антон Сергеевич*

*Попов Евгений Владимирович*

*Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет,  
Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Ключевые слова:* ИНДЕКС NDVI, ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ РЕЛЬЕФА, ИНТЕРПОЛЯЦИОННЫЙ ПОЛИНОМ ЛАГРАНЖА, НОРМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГАУССА, ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ, ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, ОТКРЫТОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

В последние несколько десятилетий технические достижения в области аэрофотосъемок, дистанционного зондирования поверхности Земли и информационных технологий позволили получать цифровые изображения обширных участков территорий с высоким разрешением. В связи с этим подходы, основанные на обработке данных изображений, получили серьезный стимул для внедрения в процесс решения аналитических задач с помощью геоинформационных систем (ГИС). Цифровые модели рельефа (DEM) в настоящее время широко используются при мониторинге изменений уровня воды в озерах и водохранилищах, определении поведения паводковых вод в бассейнах рек, оценке болезней сельскохозяйственных культур, определении качественных и количественных характеристик лесов, оценке землепользования и картирование археологических объектов и т.д. Все перечисленные приложения предполагают использование методов морфометрического анализа форм земной поверхности. В то же время, точность и достоверность такого анализа в значительной степени зависит от объективности и достоверности исходных данных, из интерпретации которых в максимальной степени должны быть исключены любые посторонние погрешности, шумы и элементы субъективности.

Все методы получения основных морфометрических характеристик рельефа разработаны на базе «ручной» обработки картографических про-

изведений, и усовершенствованы с появлением ГИС-технологий и при этом не имеют единого технического подхода к определению. Установлено, что существует закономерность: чем большим преобразованиям подвергаются исходные данные о состоянии рельефа (см. Рисунок 1), тем больший процент погрешностей будет содержать его модель и, тем менее достоверными будут, получаемые на его основе, морфометрические характеристики.

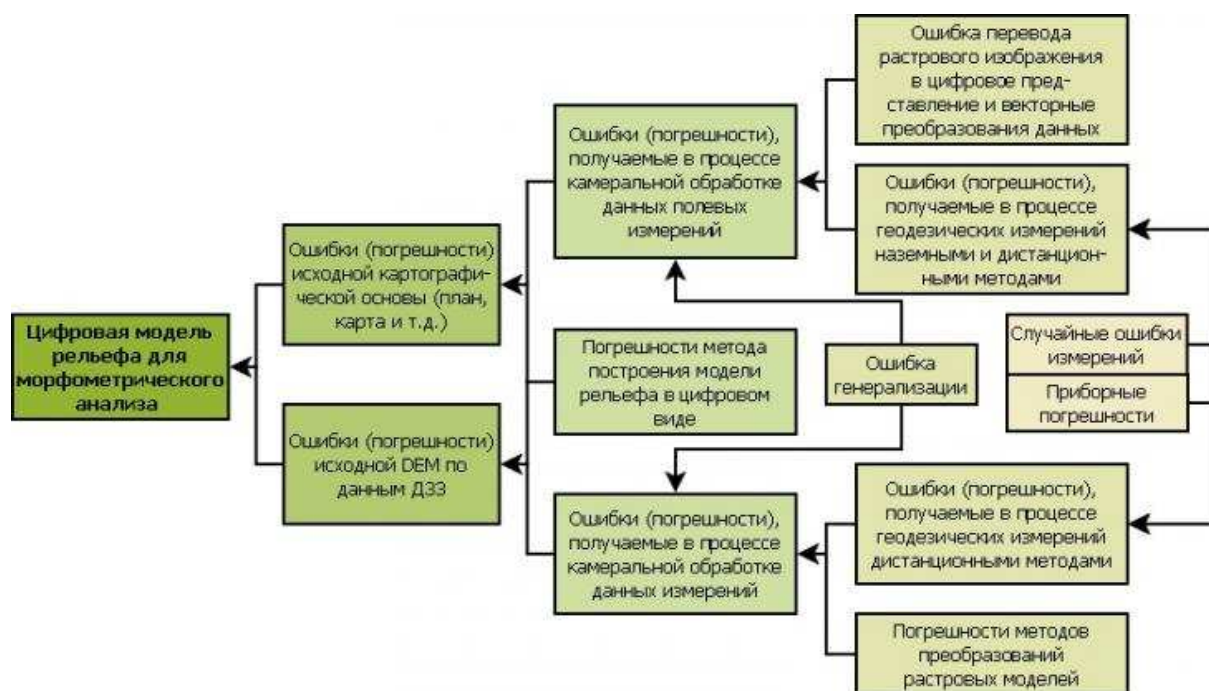


Рисунок 1 - Схема укрупнённых групп источников погрешностей исходных данных, влияющих на результаты морфометрического анализа по созданной ЦМР

В отличие от растровых картографических материалов, цифровые данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) обладают как преимуществами (не подвержены искажениям при проецировании, не имеют погрешностей сканирования, векторизации, временных задержек и т.д.), так и недостатками (величина случайных ошибок измерений много больше, чем при наземных съёмках, в силу чего особенности морфологии частных проявлений рельефа местности часто не отражаются в полной мере). В связи с этим, на современном этапе развития, морфометрии предъявляются повышенные требования к достоверности данных о рельефе местности, повышение их точности и сокращение времени достижения результата.

Данная работа посвящена совершенствованию способов обработки и модификации геоинформационных признаков путем обработки цифровых высотных моделей рельефа (ЦМР). Подходы, изложенные в данной работе, направлены на повышение достоверности вычисления главных морфометрические характеристики рельефа путем устранения погрешностей в исходных данных в виде лесных массивов, строений и пр.



## **ОБРАБОТКА ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ АНАЛИЗА МОРФОМЕТРИИ ВОДНЫХ БАССЕЙНОВ**

*Коротин Антон Сергеевич,*

*Попов Евгений Владимирович*

*Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет,*

*Нижний Новгород, Российская Федерация*

Объектом исследования являются открытые цифровые модели рельефа местности, размещённые в сети Интернет. Предметом исследования является процедура устранения погрешностей цифровых моделей рельефа местности, направленная на повышение достоверности вычислений морфометрических характеристик бассейнов водных объектов. Данная статья посвящена совершенствованию способов обработки и модификации геоинформационных признаков путем обработки цифровых высотных моделей рельефа. Подходы, изложенные в данной работе, направлены на повышение достоверности вычисления главных морфометрических характеристик рельефа путем устранения погрешностей в исходных данных. Обычно для морфометрического анализа используются картографические произведения, по которым определяемые формы рельефа содержат субъективные ошибки. Величины этих ошибок затем могут сказаться на результатах анализа, так как количественные характеристики зависят от того где и каким образом проходит граница формы. Учитывая наличие в исходных открытых данных ряда высотных искажений, которые говорят об их непригодности к использованию для выполнения качественного морфометрического анализа на уровне частных водосборов, в работе рассмотрены пути корректировки их геометрических характеристик за счёт устранения влияния древесной растительности и сохранения пластики рельефа с использованием коэффициентов Лагранжа. Приведено сопоставление результатов частного морфометрического анализа, полученных с использованием откорректированных моделей рельефа с результатами, полученными на основе других данных. Для повышения достоверности и автоматизации обработки цифровой модели рельефа бассейна реки, представляющей собой регулярную сеть, необходимо проводить анализ на частных водосборах площадью от 0,6 до 0,8% от общей площади территории бассейна.

**Ключевые слова:** индекс NDVI, лесная растительность, цифровая модель рельефа, интерполяционный полином Лагранжа, нормальное распределение Гаусса, геометрическое моделирование, дистанционного зондирования Земли, геоинформационные системы, морфометрический анализ, открытое программное обеспечение

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж  
Пример научной статьи

**УДК 519:651**

**А. В. Матрёнин, магистрант кафедры инженерной геометрии, компьютерной графики и автоматизированного проектирования, начальник отдела системного администрирования и информационной безопасности;**

**Е. В. Попов, доктор техн. наук, профессор кафедры инженерной геометрии, компьютерной графики и автоматизированного проектирования; С. И. Ротков, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой инженерной геометрии, компьютерной графики и автоматизированного проектирования**

**СОПОСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЗАМЕРОВ ГЕОМЕТРИИ  
СООРУЖЕНИЯ С ТЕОРЕТИЧЕСКИМИ ДАННЫМИ**

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет». Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 280-84-56 доб. 4, (831) 434-10-34; эл. почта: matrenin@nngasu.ru, popov\_eugene@list.ru, [rotkov@nngasu.ru](mailto:rotkov@nngasu.ru)  
*Ключевые слова:* Бесконтактное измерение, подгонка точечных множеств, метод натянутой сетки, анализ вектора главных значений.

---

*Возможность измерения параметров крупногабаритных объектов бесконтактным способом очень востребована в ряде отраслей промышленности. Однако задача не только измерить, но и сравнить два множества, заданные в двух разных системах координат. Настоящая изучает способы подгонки множества неорганизованных точек к многогранной поверхности. Разработанный подход использует метод анализа вектора главных значений (РСА) и метод натянутой сетки (SGM) для замены решения нелинейной задачи линейными шагами. Общим критерием для управления процессом сходимости множества точек к целевой поверхности является квадрат расстояния (SD). Метод применим к дистанционному измерению геометрии крупномасштабных объектов в бесконтактном режиме.*

---

## **Введение**

Измерение геометрии крупномасштабных объектов в любой отрасли является острой проблемой. Задача сводится к сравнению трехмерного точечного множества, полученного с помощью дистанционного измерения, с непрерывной теоретической поверхностью. Данная задача может классифицироваться как проблема «точка-поверхность» (PTS). Обычно задача

решается путем сравнения множеств, которое требует знания координат не менее трех контрольных точек.

Все алгоритмы сравнения двух 3D-множеств можно классифицировать следующим образом:

1. *ICP*-алгоритм - итерационный алгоритм ближайшей точки. Вайант и Глаунес (1) описали основы *ICP*-алгоритма. Существует ряд недостатков *ICP*-алгоритма:

- вычислительная сложность нахождения ближайших точек;
- сильная зависимость от заданного исходного приближения;
- сильная зависимость от плотности точечных облаков;
- метод требует существования большой области перекрытия, где точки одного облака соответствуют точкам другого облака.

В последнее время было предложено множество вариантов первоначального подхода *ICP*, таких как:

- исследование *Dyshkant* (2) также посвящено модификации *ICP*-алгоритма на основе *k-d* деревьев, что позволяет минимизировать вычислительную сложность  $O(mN_1 \log N_2)$ ;

- в работах Лю, Ли и Ван (3,4) предлагаются алгоритмы для повышения точности и надежности *ICP*-алгоритма путем введения определенных ограничений входных данных.

2. Методы, основанные на картах кривизны.

Этот класс методов требует знания кривизны поверхности, заданной областью точек. Алгоритм был описан Гацке в (5). Недостатком этого метода является сильная зависимость от плотности точечного облака, поскольку он влияет на точность вычисления кривизны.

3. Другие методы.

Авторы (6) описывают алгоритм, который не требует приближения исходных данных. Этот алгоритм может использовать поверхность свободной формы; однако он имеет очень низкую скорость.

Авторы работы (7) улучшили метод оптимизации наискорейшего спуска. Недостатком подхода является квадратичная вычислительная сложность.

Авторы (8) предложили алгоритм, основанный на методе наименьших квадратов. Требование к алгоритму состоит в том, что облака точек имеют значительную площадь перекрытия.

В работе (Попов, в 2013 г.) сформулирован алгоритм, основанный на поэтапном геометрическом преобразовании точечного облака. Недостатком этого алгоритма является отсутствие математической строгости.

В настоящее время существует два направления решения проблемы совмещения поверхностей. Первая группа методов ограничивает исходные данные, поэтому они работают быстро. Вторая группа является более общей, но имеет большую вычислительную сложность. Следовательно, необходимы дальнейшие исследования в области разработки алгоритмов сравнения двух множеств.

## 1. Постановка задачи

Исходное предположение состоит в том, что существуют два множества:  $P: P_i(x_i, y_i, z_i)$  - облако точек источника, полученных путем измерения и  $\bar{P}: \bar{P}_i(\bar{x}_i, \bar{y}_i, \bar{z}_i)$  - облака целевых точек (см. рисунок 1).

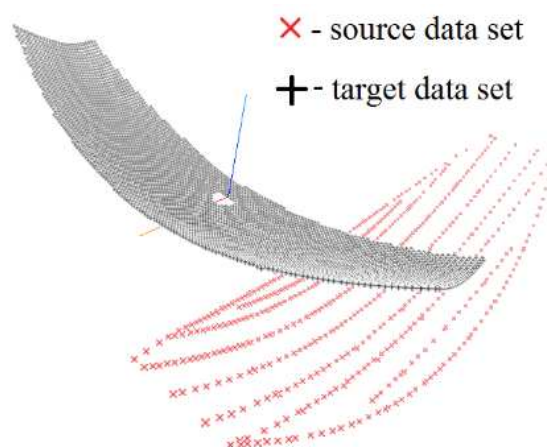


Рисунок 1- Два множества данных

Необходимо подогнать облако точек  $P$  к облаку целевых точек  $\bar{P}$ . Однако это невозможно сделать напрямую из-за отсутствия определенных и внятных базовых точек. Кроме того, оба множества данных имеют разную структуру, поэтому нет соответствующих точек для сравнения. Поэтому целевое облако триангулируется и превращается в непрерывную трехмерную многогранную поверхность  $\Sigma$  (см. рисунок 2), заданную в той же ограниченной области  $D \subset R^2$ , что и целевое множество данных.

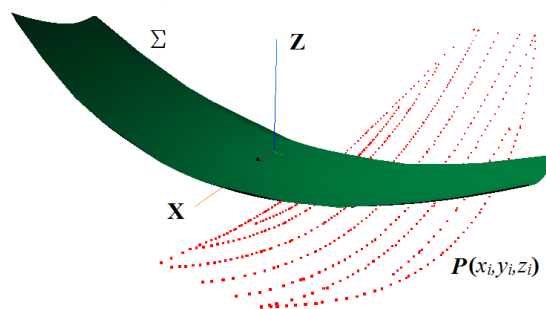


Рисунок 2 - Множество исходных данных и 3D-поверхность

Требуется найти такое преобразование  $\Omega_{opt}$  среди всех возможных 3D-преобразований  $\Omega$ , чтобы исходное множество  $\Omega_{opt}(P)$  находилось на минимальном расстоянии от поверхности  $\Sigma$  в соответствии с заданной функцией расстояния  $\rho$ . То есть

$$\sum_{i=1}^N \rho(\Sigma, \Omega_{opt}(P_i)) = \min_{\Omega} \sum_{i=1}^N \rho(\Sigma, \Omega(P_i)) \quad (1)$$

где  $\rho(\Sigma, X)$  - функция расстояния от точки  $X$  до поверхности  $\Sigma$ .

Поскольку два множества заданы в двух разных системах координат, необходимо найти такое преобразование одного из них как «жесткого тела», чтобы обеспечить удовлетворение уравнения (1). Такое трехмерное преобразование определяется шестью параметрами: компонентами вектора перемещения  $\Delta x_c, \Delta y_c, \Delta z_c$  (здесь  $C$  является центром геометрии перемещаемого множества) и тремя углами поворота  $\phi_x, \phi_y, \phi_z$ .

Численное решение этой нелинейной задачи обычными подходами оптимизации очень сложно по разным причинам, а именно:

- В целом, трудно подогнать два множества даже приблизительно. Следовательно, невозможно напрямую найти начальные значения  $\Delta x_c, \Delta y_c, \Delta z_c, \varphi_x, \varphi_y, \varphi_z$ . Это замедляет процесс вычисления.
- Поверхность может не быть односвязной, что увеличивает количество ограничений в задаче оптимизации.
- Часто поверхность не имеет аналитического представления, поэтому ее производные неизвестны или не существуют. Это делает невозможным использование эффективных числовых алгоритмов на основе производных функций.
- Время вычисления зависит от значения  $N$  (количество точек в множестве  $P$ ). Поэтому вычислительный процесс становится очень медленным, когда плотное множество точек значительно возрастает.

С учетом этого предлагается новый подход, состоящий из двух этапов, первый из них — «Анализ вектора главных значений» (*PCA*). *PCA* применяется к так называемой «грубой подгонке», которая на самом деле является приближенной начальной подгонкой двух множеств. Второй этап — это точная подгонка, основанная на методе натянутых сеток (*SGM*), который позволяет точно установить два множества в соответствии с минимальным критерием  $SD$  в процессе 1-4 линейных шагов. Данный подход проиллюстрирован на примере параболической антенны, где  $\Sigma$  — аналитическая антенная поверхность,  $P$  — облако точек источника, полученное путем измерения антенны со стандартным электронным тахеометром «*Trimble-M3*». Целевое множество данных было получено на основе имеющейся технической документации на антенну.

## 2. Грубая подгонка

Следует отметить, что *PCA* часто используется для сопоставления данных на ортонормированной основе в направлении наибольшего значения вектора главных значений (11). Самый большой собственный вектор ковариационной матрицы всегда указывает на направление наибольшей концентрации данных.

Поскольку грубая подгонка на основе *PCA* представляет собой простое совмещение направлений, в которых концентрируется наибольшее количество точек обоих множеств, второй шаг состоит в вычислении ковариационной матрицы каждого множества.

Наибольший собственный вектор представляет собой вектор в направлении наибольшей концентрации точек в 3D облаке. Далее, пусть  $A$  - матрица ковариации,  $v$  - собственный вектор этой матрицы,  $\lambda$  - соответствующее собственное значение. Задача о нахождении собственных значений решается следующим образом

$$Ax = \lambda x, \quad (2)$$

что далее сводится к

$$x(A - \lambda I) = 0. \quad (3)$$

Ясно, что (3) имеет только ненулевое решение, если  $A - \lambda I$  сингулярно, то есть, если его определитель равен нулю

$$\det(A - \lambda I) = 0. \quad (4)$$

Как только собственные векторы известны для каждого облака точек, подгонка достигается совмещением этих векторов. Совмещение облака точек замера с целевым облаком точек может быть легко выполнено, если учесть совпадение всех трех осей главных компонентных систем ( $X_{pr}$ ,  $Y_{pr}$ ,  $Z_{pr}$ ) обоих облаков (см. рисунок 3).

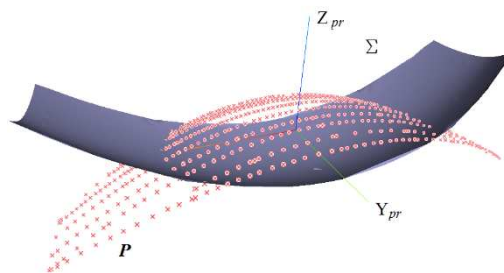


Рисунок 3 - Два множества данных в общей системе главных компонент

Недостатком *PCA* является невозможность определить направление главных осей только с точностью до направления (см. рисунок 3). В данной работе предусмотрен ручной режим исправления этого недостатка.

Грубая подгонка не обеспечивает реальное минимальное решение в соответствии с критерием *SD*; поэтому следующим этапом является точная подгонка.

### 3. Точная подгонка

Этап точной подгонки основан на использовании метода натянутых сеток (*SGM*). *SGM*, описанный в работе (Попов Е.В., 1997), представляет собой численный метод поиска приближенных решений различных математических и технических задач, которые могут быть связаны с поведением упругой сетки. В нашем случае мы применяем *SGM* для «притягивания» исходного облака точек как «твердого тела» к целевой поверхности множеством упругих пружин (рисунок 5).

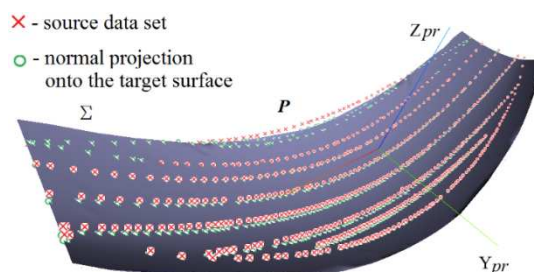


Рисунок 4 - Грубая подгонка двух множеств данных в общей основной системе



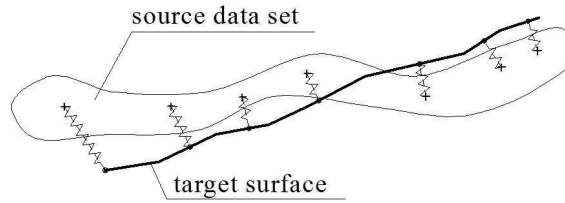


Рисунок 5 - Схема точной подгонки

Каждая упругая пружина для нашего облака соединяет ближайшую соседнюю точку на целевой поверхности  $q_i$  каждой точки  $p_i$  в облаке исходной точки (см. рисунок 5). Этот подход аналогичен методу *ICP* «точка-точка» (12), но намного проще и имеет другой физический смысл. Целью точной подгонки является определение значений величин  $\Delta x_c, \Delta y_c, \Delta z_c, \varphi_x, \varphi_y, \varphi_z$ , которые доставляют минимум выражению (1). Использование зависимости смещения точек в результате поворота облака как твердого тела (см. рисунок 6) позволяет существенным образом упростить процесс решения задачи.

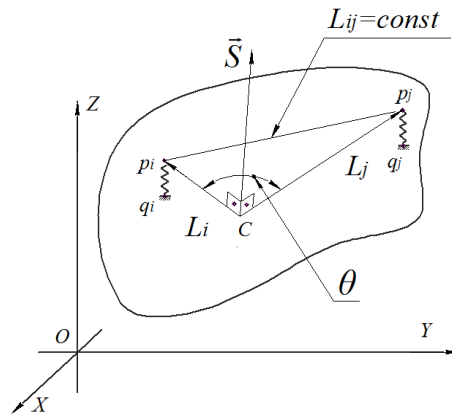


Рисунок 6 - Вращение тела и трансформация как твердого целого

Принимая во внимание вращение облака как твердого тела, можно записать смещение произвольной точки  $p_i$  (рис. 6) следующим образом:

$$\begin{Bmatrix} \Delta x_i \\ \Delta y_i \\ \Delta z_i \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} B_{11}^{(i)} & B_{12}^{(i)} & B_{13}^{(i)} \\ B_{21}^{(i)} & B_{22}^{(i)} & B_{23}^{(i)} \\ B_{31}^{(i)} & B_{32}^{(i)} & B_{33}^{(i)} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \Delta x_j \\ \Delta y_j \\ \Delta z_j \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} \Delta x_c \\ \Delta y_c \\ \Delta z_c \end{Bmatrix}, \quad (5)$$

где  $\Delta x_i, \Delta y_i, \Delta z_i$  - смещения произвольной точки  $i$ ;

$\Delta x_j, \Delta y_j, \Delta z_j$  - смещения точки  $j$ ;

$\Delta x_c, \Delta y_c, \Delta z_c$  - смещения центра масс точечного облака.

Компоненты нормированной матрицы В для произвольной точки облака как матрицы вращения вокруг единичного вектора  $\vec{s}(u, v, w)$  вычисляются в зависимости от угла поворота вокруг вектора  $\vec{s}$ .

Здесь  $F = \frac{L_i}{L_j}$ , где  $L_i, L_j$  - векторы точек  $i$  и  $j$ , соответственно, от центра масс точечного облака.

Используя выражение (5) мы можем вычислить смещение каждой точки в облаке точек, если мы знаем смещение только одной точки номер  $j$  облака.

Следующим шагом является использование выражения для суммарной энергии идеальных пружин, соединяющих ближайшие точки двух множеств (см. Рис.4), которое для  $n$  - общее количество пружин имеет следующий вид:

$$\Pi = D \sum_{m=1}^n R_m^2, \quad (6)$$

$R_m$  - длина пружины  $m$ , а  $D$  - произвольная постоянная (принято  $D = 1$ ).

Предположим, что координатный вектор  $\{X\}$  всех точек облака соответствует конечному положению облака, а вектор  $\{X\}'$  соответствует начальному положению этих точек. Тогда вектор  $\{X\}$  будет выглядеть следующим образом

$$\{X\} = \{X\}' + \{\Delta X\}, \quad (7)$$

где  $\{\Delta X\}$  – неизвестный вектор приращения координат точек.

Для нахождения вектора  $\{\Delta X\}$ , необходимо продифференцировать соотношение (7) покомпонентно по вектору  $\{\Delta X\}$  с учетом формулы (8) и приравнять результат нулю, т. е.

$$\frac{\partial \Pi}{\partial \Delta X_{kt}} = 0, \quad (8)$$

где  $k$  - номер текущей точки,  $t$  - номер текущей координаты.

После преобразований с использованием выражений (5), (6), (7), (8) и сохранения всех длин  $L_{ij}$  постоянными (см. Рисунок 6) можно получить следующую систему линейных уравнений  $6 \times 6$ :

$$K \cdot \Delta x = Q, \quad (9)$$

где  $K$  - матрица решения, а вектор  $\Delta x$  содержит только 6 неизвестных компонентов, а именно  $\Delta x_j, \Delta y_j, \Delta z_j, \Delta x_c, \Delta y_c, \Delta z_c$ ;

В результате точной подгонки найдены все шесть неизвестных функций  $\Delta x_j, \Delta y_j, \Delta z_j, \Delta x_c, \Delta y_c, \Delta z_c, \Delta z_c$ , можно вычислить смещение каждой исходной точки с использованием выражения (5).

#### 4. Программа «SURFACE FITTING»

На основе описанного выше алгоритма разработана программа «*Surface Fitting*» [14]. С целью сделать программу максимально доступной и мобильной она разработана как веб-приложение с открытым исходным кодом с использованием языка *JavaScript* (15) в паре с библиотекой *THREE.JS* (16). Основная идея при создании программы заключалась в предоставлении пользователю простого, доступного инструмента, который не зависит ни от аппаратного обеспечения, ни от программной платформы. Используя программу «*Surface Fitting*», возможно рассчитать смещения всех точек исходного облака до совмещения с целевой поверхности и визуализировали всю картину. Входные данные в виде облака точек загружаются в программу автоматически.

Несмотря на линейную природу точной подгонки, процессу для сходимости необходимо несколько итераций из-за некоторого несоответствия перекрытия двух множеств после грубой подгонки.

В таблице 1 показана относительная ошибка  $SD$  в зависимости от количества итераций.

Таблица 1 - Сходимость процесса

<i>Iterations</i>	<i>Relative Error of SD, %</i>	<i>Time, sec</i>
2		4.64
8	1.5257	18.30
17	0.0984	46.72
20	0.0107	55.00
29	0.0064	85.55

Результат совмещение двух множеств представлен на рисунке 8.

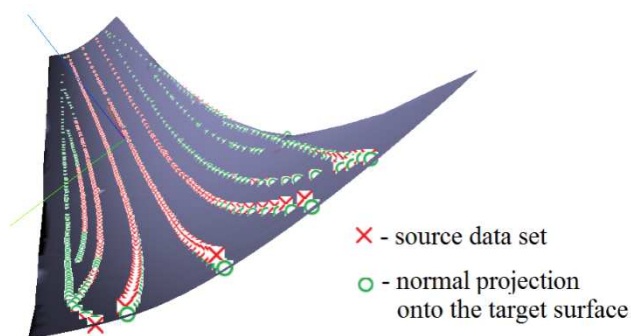


Рисунок 8 - Результат совмещения двух множеств данных

Как показано выше, процесс сходится по критерию минимума  $SD$  очень быстро. Окончательная ошибка (около 0,01%) означает, что точность совмещения составляет около 1-2 мм для антенны с общим габаритом 15 м.

### Заключение

В статье представлен новый метод, основанный на грубой подгонке с помощью  $PCA$ , и точной подгонке на базе  $SGM$  для точечного облака и многогранной поверхности. Основой метода является минимизация квадрата расстояний (критерий  $SD$ ) между исходным и целевым множествами данных. Отличие разработанного метода от методов, основанных на  $ICP$ -алгоритме, и любых других среднеквадратичных методов заключается в его четкой физической интерпретации. Метод не зависит от конфигурации множеств данных и их связности. Метод состоит из нескольких линейных

шагов и сходится очень быстро. Изменяя значение критерия  $SD$ , можно достичь любого уровня точности подгонки. Программа «*Surface Fitting*» позволяет вычислить оба множества данных в исходном и совмещенном положении. Он также предоставляет пользователю полные и подробные инструменты визуализации всей картины.

Работа выполнена при поддержке фонда РФФИ в рамках грантов № 15-07-01962 и № 15-07-05110.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Vaillant M., Glaunes J., 2005. Surface matching via currents. Lecture Notes in Computer Science: Information Processing in Medical Imaging — Vol. 3565. - Pp. 1-5.
2. Dyshkant N., 2010 An algorithm for calculation the similarity measures of surfaces represented as point clouds. Pattern Recognition and Image Analysis: Advances in Mathematical Theory and Applications -Vol.20, no.4-Pp. 495-504.
3. Y. Liu, L. Li, and Y. Wang, 2004. Free Form Shape Matching Using Deterministic Annealing and Softassign, in 17th International Conference on Pattern Recognition, Cambridge, United Kingdom, August 23-26.
4. Y. Liu, L. Li, and B. Wei, 2004. 3D Shape Matching Using Collinearity of Constraint, in IEEE International Conference on Robotics and Automation, New Orleans, LA, April 26 - May 1.
5. Gatzke T., Zelinka S., Grimm C., Garland M., 2005. Curvature Maps for Local Shape Comparison. In: Shape Modeling International. — Pp. 244-256.
6. Bergevin, R., Laurendeau, D., Poussart D., 1995. Registering Range Views of Multi-Part Objects, Computer Vision and Image Understanding. IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intell., 61(1):1–16, Jan.
7. Sitnik R., Kujawinska M., 2002. Creating true 3d-shape representation merging methodologies. Three-Dimensional Image Capture and Applications V, Proceedings of SPIE Vol. 4661, pp. 92-99.
8. Gruen A., Akca D., 2005. Least Squares 3D Surface and Curve Matching. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. — Vol. 59. — Pp. 151-174.
9. Popov E.V., Rotkov S.I. , 2013. The Optimal Superpose of a Finite Point Set With a 3D Surface, Proceedings of the International Conference on Physics and Technology CPT2013, 12-19 of May 2013, Larnaca, Ciprus
10. Survey of Trimble M3 Mechanical Total Station, <http://www.trimble.com/Survey/trimblem3.aspx>
11. B. Draper, W. Yambor, and J. Beveridge, 2002. Analyzing PCA-based face recognition algorithms: Eigenvector selection and distance measures, Empirical Evaluation Methods in Computer Vision, pp. 1–14.
12. Ben Bellekens, Vincent Spruyt, Rafael Berkvens, and Maarten Weyn, 2014. A Survey of Rigid 3D Point cloud Registration Algorithms, AMBIENT 2014: The Fourth International Conf on Ambient Computing, Applications, Services and Technologies, IARIA, pp. 8–13.
13. Popov E.V., 1997. On Some Variational Formulations for Minimum Surface. Transactions of Canadian Society of Mechanics for Engineering, Univ. of Alberta, vol.20, N 4, pp. 391–400.

14. Popov E.V. “Surface Fitting”, The State Certificate # 2016661441 of computer program, Federal Service of intellectual property, Russian Federation, 2016.
15. Flanagan, David, 2011. JavaScript: The Definitive Guide (6th ed.). O'Reilly & Associates. ISBN 978-0-596-80552-4.
16. Dirksen, Jos, 2013. Learning Three.js: The JavaScript 3D Library for WebGL. UK: Packt Publishing. ISBN 9781782166283.

**Matrenin A.V., Master’s student of the Department of Engineering Geometry, Computer Graphics and Computer-aided Design; Popov E. V., doctor of Technical sciences, Professor, senior lecture of the Department of Engineering Geometry, Computer Graphics and Computer-aided Design; Rotkov S.I., Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Engineering Geometry, Computer Graphics and Computer-aided Design.**

## **COMPARISON OF THE STRUCTURE GEOMETRY MEASUREMENT WITH THEORY DATA**

Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering. 65, Il'inskaya str., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 280-84-56 ext. 4, (831) 434-10-34; e-mail: matrenin@nngasu.ru, popov\_eugene@list.ru, rotkov@nngasu.ru

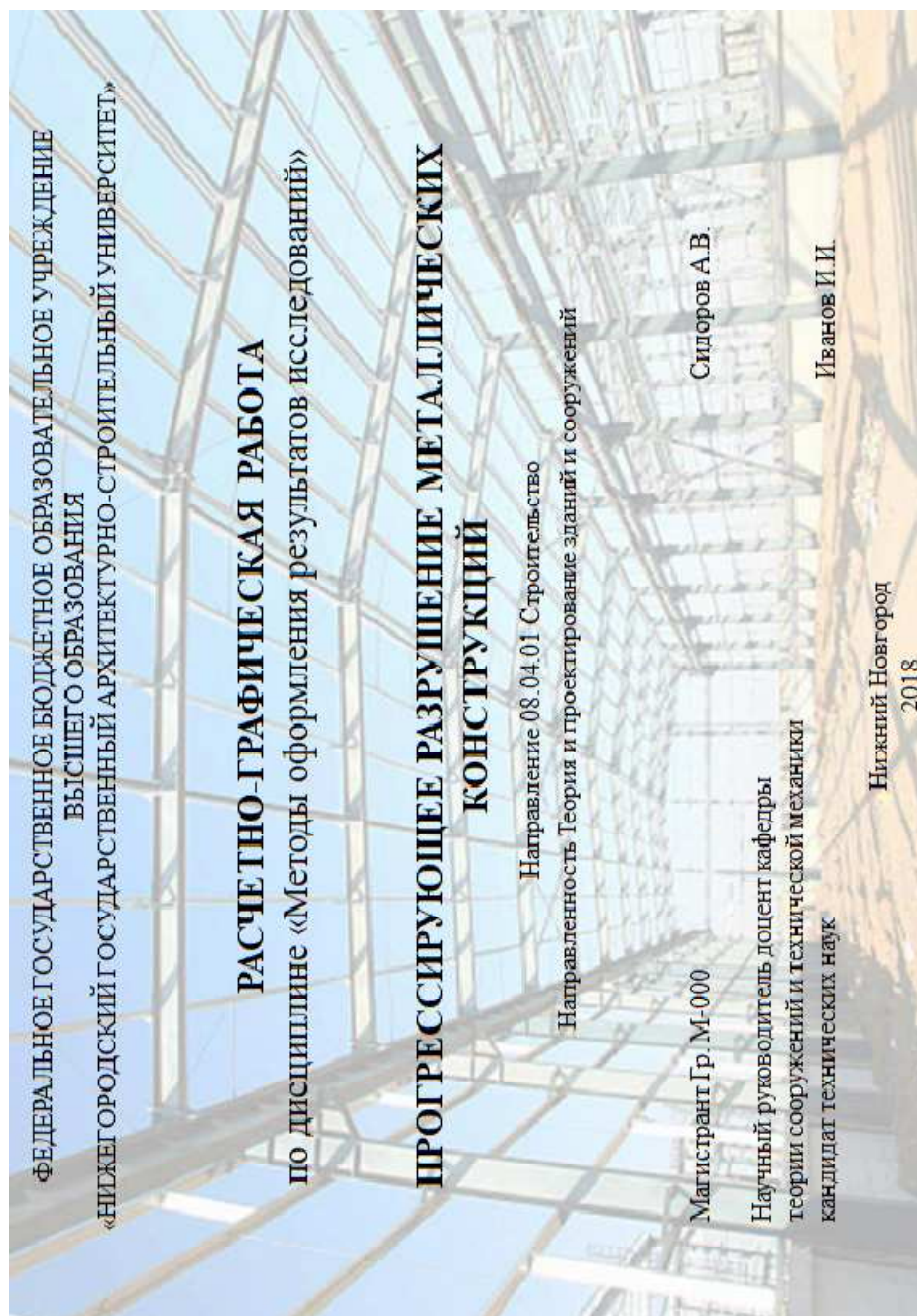
*Key words:* Contactless measurement, point clouds fitting, Stretched Grid method, Principal Component Analysis.

---

*The ability to measure parameters of large-scale objects in a contactless fashion has a tremendous potential in a number of industrial applications. However, this problem is usually associated with an ambiguous task to compare two data sets specified in two different coordinate systems. This paper deals with the study of fitting a set of unorganized points to a polyhedral surface. The developed approach uses Principal Component Analysis (PCA) and Stretched grid method (SGM) to substitute a non-linear problem solution with several linear steps. The squared distance (SD) is a general criterion to control the process of convergence of a set of points to a target surface. The described numerical experiment concerns the remote measurement of a large-scale aerial in the form of a frame with a parabolic shape. The experiment shows that the fitting process of a point cloud to a target surface converges in several linear steps. The method is applicable to the geometry remote measurement of large-scale objects in a contactless fashion.*

---

ПРИЛОЖЕНИЕ И  
Пример титульного листа презентации



Жилина Наталья Дмитриевна  
Лагунова Марина Викторовна  
Попов Евгений Владимирович  
Ротков Сергей Игоревич

Разработка графической структуры научно-исследовательской работы  
в соответствии с признаками научного исследования

Учебно-методическое пособие  
по выполнению расчетно-графической работы  
по дисциплине «Методы оформления результатов исследований»

---

---

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»  
603950, Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65.  
<http://www.nngasu.ru>, [srec@nngasu.ru](mailto:srec@nngasu.ru)