

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Институт компьютерных наук и кибербезопасности

Работа допущена к защите  
Директор ВШТИИ  
\_\_\_\_\_ В.А. Мулюха  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
**РАБОТА БАКАЛАВРА**  
**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ЛОКАЛИЗАЦИИ ГРУЗОВЫХ**  
**АВТОМОБИЛЕЙ НА ПЕРЕСЕЧЕННОЙ МЕСТНОСТИ НА ОСНОВЕ**  
**ОПТИЧЕСКИХ И ИНФРАКРАСНЫХ СНИМКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ**  
**МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки  
Направленность (профиль) 02.03.01\_01 Системы искусственного интеллекта и  
суперкомпьютерные технологии

Выполнил  
студент гр. 5130201/00101

П.Е. Глезова

Руководитель  
доцент ВШТИИ ИКНК,  
степень, звание

М.А. Курочкин

Консультант  
по нормоконтролю

Ю.П. Хотякова

Санкт-Петербург  
2024

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПЕТРА ВЕЛИКОГО**

**Институт компьютерных наук и кибербезопасности**

УТВЕРЖДАЮ

Директор ВШТИИ

\_\_\_\_\_ В.А. Мулюха

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

студенту Глезовой Полине Евгеньевне гр. 5130201/00101

1. Тема работы: Разработка алгоритма локализации грузовых автомобилей на пересеченной местности на основе оптических и инфракрасных снимков с использованием методов машинного обучения.
2. Срок сдачи студентом законченной работы<sup>1</sup>: дд.мм.202X.
3. Исходные данные по работе<sup>2</sup>: статистические данные с сайта [gosstat], а также из репозитория [uci]; основным источником литературы является монография [Book] и статья [Article].
4. Содержание работы (перечень подлежащих разработке вопросов):
  - 4.1. Обзор литературы по теме ВКР.
  - 4.2. Исследование программных продуктов.
  - 4.3. Разработка метода/алгоритма/программы.
  - 4.4. Апробация разработанного метода/алгоритма/программы.
5. Перечень графического материала (с указанием обязательных чертежей):
  - 5.1. Схема работы метода/алгоритма.
  - 5.2. Архитектура разработанной программы/библиотеки.
6. Консультанты по работе<sup>3</sup>:

---

<sup>1</sup> Определяется руководителем ОП, но не позднее последнего числа преддипломной практики и/или не позднее, чем за 20 дней до защиты в силу п. 6.1. «Порядка обеспечения самостоятельности выполнения письменных работ и проверки письменных работ на объем заимствований».

<sup>2</sup> Текст, который подчеркнут и/или выделен в отдельные элементы нумерационного списка, приведён в качестве примера.

<sup>3</sup> Подпись консультанта по нормоконтролю пока не требуется. Назначается всем по умолчанию.

6.1. Должность, степень, И.О. Фамилия.

6.2. Должность, степень, Ю.П. Хотякова (нормоконтроль).

7. Дата выдачи задания<sup>4</sup>: дд.мм.202Х.

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ М.А. Курочкин

Консультант<sup>5</sup> \_\_\_\_\_ И.О. Фамилия

Задание принял к исполнению дд.мм.202Х

Студент \_\_\_\_\_ П.Е. Глезова

---

<sup>4</sup>Не позднее 3 месяцев до защиты (утверждение тем ВКР по университету) или первого числа преддипломной практики или по решению руководителя ОП или подразделения (открытый вопрос).

<sup>5</sup>В случае, если есть консультант, отличный от консультанта по нормоконтролю.

## РЕФЕРАТ

На 47 с., 6 рисунков, 7 таблиц, 2 приложения

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** СТИЛЕВОЕ ОФОРМЛЕНИЕ САЙТА, УПРАВЛЕНИЕ КОНТЕНТОМ, PHP, MYSQL, АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ.<sup>6</sup>

Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка алгоритма локализации грузовых автомобилей на пересеченной местности на основе оптических и инфракрасных снимков с использованием методов машинного обучения»<sup>7</sup>.

В данной работе изложена сущность подхода к созданию динамического информационного портала на основе использования открытых технологий Apache, MySQL и PHP. Даны общие понятия и классификация IT-систем такого класса. Проведен анализ систем-прототипов. Изучена технология создания указанного класса информационных систем. Разработана конкретная программная реализация динамического информационного портала на примере портала выбранной тематики...<sup>8</sup>

В данной работе изложена сущность подхода к созданию динамического информационного портала на основе использования открытых технологий Apache, MySQL и PHP. Даны общие понятия и классификация IT-систем такого класса. Проведен анализ систем-прототипов. Изучена технология создания указанного класса информационных систем. Разработана конкретная программная реализация динамического информационного портала на примере портала выбранной тематики...

## ABSTRACT

47 pages, 6 figures, 7 tables, 2 appendices

---

<sup>6</sup>Всего **слов**: от 3 до 15. Всего **слов и словосочетаний**: от 3 до 5. Оформляются в именительном падеже множественного числа (или в единственном числе, если нет другой формы), оформленных по правилам русского языка. *Внимание! Размещение сноски после точки является примером как запрещено оформлять сноски.*

<sup>7</sup>Реферат **должен содержать**: предмет, тему, цель ВКР; метод или методологию проведения ВКР; результаты ВКР; область применения результатов ВКР; выводы.

<sup>8</sup>ОТ 1000 ДО 1500 печатных знаков (ГОСТ Р 7.0.99-2018 СИБИД) на русский или английский текст. Текст реферата повторён дважды на русском и английском языке для демонстрации подхода к нумерации страниц.

KEYWORDS: STYLE REGISTRATION, CONTENT MANAGEMENT, PHP, MYSQL, SYSTEM ARCHITECTURE.

The subject of the graduate qualification work is «Title of the thesis».

In the given work the essence of the approach to creation of a dynamic information portal on the basis of use of open technologies Apache, MySQL and PHP is stated. The general concepts and classification of IT-systems of such class are given. The analysis of systems-prototypes is lead. The technology of creation of the specified class of information systems is investigated. Concrete program realization of a dynamic information portal on an example of a portal of the chosen subjects is developed...

In the given work the essence of the approach to creation of a dynamic information portal on the basis of use of open technologies Apache, MySQL and PHP is stated. The general concepts and classification of IT-systems of such class are given. The analysis of systems-prototypes is lead. The technology of creation of the specified class of information systems is investigated. Concrete program realization of a dynamic information portal on an example of a portal of the chosen subjects is developed...

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	8
Глава 1. Обзор предметной области.....	14
1.1. Задача обеспечения безопасности .....	14
1.2. Существующие методы обеспечения безопасности .....	16
1.2.1. Физическая охрана.....	16
1.2.2. Технические средства охраны.....	16
1.2.3. Инженерно-технические средства охраны .....	17
1.3. Беспилотные летательные аппараты.....	19
1.4. Выводы .....	21
Глава 2. Название второй главы: разработка метода, алгоритма, модели исследования.....	21
2.1. Название параграфа .....	22
2.2. Название параграфа .....	22
2.2.1. Название подпараграфа .....	22
2.3. Название параграфа .....	23
2.4. Выводы .....	29
Глава 3. Разработка метода решения задачи.....	30
3.1. Измерение инфракрасного излучения .....	30
3.1.1. Погрешности измерения инфракрасного излучения .....	35
3.1.2. Коэффициент доверия.....	35
3.2. Использование методов машинного обучения.....	38
3.3. Анализ методов машинного обучения .....	40
3.3.1. Сверточные нейронные сети.....	40
3.3.2. Aggregate Channel Features.....	41
3.4. Выводы .....	42
Глава 4. Название четвёртой главы. Апробация результатов исследования, а именно: метода, алгоритма, модели исследования .....	42
4.1. Название параграфа.....	43
4.2. Название параграфа .....	43
4.3. Выводы .....	43
Заключение .....	44
Список сокращений и условных обозначений .....	45
Словарь терминов.....	46
Список использованных источников.....	47

Приложение 1. Краткие инструкции по настройке издательской системы L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X .....	48
Приложение 2. Некоторые дополнительные примеры .....	52

## ВВЕДЕНИЕ

Данный пример выпускной квалификационной работы (далее — ВКР) создан для того, чтобы продемонстрировать возможности шаблонов SPbPU–student-templates, выполненных с помощью издательской системы L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X [spbpu-student-thesis-template]. В примере отображены некоторые обязательные элементы ВКР [spbpu-student-thesis-specification]. Для того, чтобы подробнее ознакомиться с требованиями к наполнению этих элементов, а также с общими требованиями к структуре и оформлению ВКР, пожалуйста, ознакомьтесь с [spbpu-student-thesis-template-author-guide; spbpu-student-thesis-specification].

Пример может быть использован для подготовки отчета по практике с учетом корректировки требований к титульному листу, структуре и содержанию конкретной практики в соответствии с планом её проведения (рабочей программы дисциплины).

Технология написания ВКР на L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X подробно изложена в [spbpu-student-thesis-template-author-guide]. В рекомендациях приведены ссылки на учебно-справочные материалы L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X (под L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X в документе может подразумеваться также T<sub>E</sub>X, L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 2<sub>ε</sub>).

Авторам, использующим L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, необходимо последовательно заменять текст данного шаблона в файлах «thesis.tex» на текст своей ВКР, избегая при этом ошибок (errors) при компиляции. Синтаксические конструкции L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, которые задействованы в формировании того или иного текста выделены машинописным шрифтом. Иные шрифты в тексте ВКР (за исключением математических) использовать запрещено.

Светлым курсивом выделены *важные* элементы текста (ключевые слова определений, интонационные выделения словосочетаний), полужирным шрифтом — **служебные** элементы текста («определение», «теорема», «лемма» и т.п), а также при необходимости ключевые слова в алгоритмах. В соотношении к основному тексту курсив и полужирный шрифт не может превышать 1 % текста на странице.

Полужирный курсив разрешено использовать только в *названиях подпараграфов (пунктов)* и запрещено использовать в основном тексте. Подчеркивание допускается использовать только в задании в местах, где данные вписываются студентом, а также в математических формулах при необходимости.



Введение *не должно превышать 4 страницы*. Во введении необходимо обосновать выбор темы, охарактеризовать современное состояние изучаемой проблемы, ее актуальность, практическую и теоретическую значимость, степень разработанности данной проблемы.

**Актуальность исследования** заключается в N фактах и явлениях, а также в их состоянии, связанных с ними нерешенных проблемах, слабо освещенных и требующих уточнения или дальнейшей разработки вопросов.

**Объект исследования** — это то, на что направлен процесс познания (индивид, коллектив, общность людей, сфера деятельности и т.п.). Связь объекта и предмета легко запоминаются по формуле: «исследуем такой-то объект на предмет чего-то». Это процесс или явление, порождающее проблемную ситуацию, и избранное для изучения в целом. Всегда в объекте содержится предмет, а не наоборот.

**Предмет исследования** — один из аспектов, часть рассматриваемого объекта (свойства, состояния, процессы, направления и особенности деятельности структур по связям с общественностью, их сотрудников в конкретных сферах общественных отношений и т.д.). Предмет исследования частично совпадает с названием работы и содержится в цели сразу после сказуемого («выявить . . . что?», «определить . . . что?», «сформировать . . . что?»). Именно предмет исследования определяет тему выпускной квалификационной работы. Объект и предмет исследования соотносятся между собой как целое и частное, общее и частности.

**Цель исследования** формулируется, исходя из проблемы, которую следует разрешить студенту в процессе выполнения выпускной квалификационной работы и представляет собой в самом сжатом виде тот результат (результаты), который должен быть получен в итоге исследования. Формулировку цели рекомендуется начинать со слов: «сформировать/создать», «разработать», «провести», «подготовить».

**Цель исследования** — краткий ожидаемый результат, то есть решение практических задач и новые знания о рассматриваемом предмете исследования. В соответствии с целью исследования, логически определяются следующие **задачи работы** (должно быть *не менее четырех задач, но не более шести задач*):

- A. Первая задача.
- B. Вторая задача.
- C. Третья задача.
- D. Четвертая задача.

Задачи отражают *поэтапное достижение цели, при этом уточняют границы проводимого исследования*. Рекомендуется формулировать задачи с глаголов в форме перечисления: «изучить ...», «выявить ...», «проанализировать ...», «разработать ...», «описать ...» и т.п. Заголовки выпускной квалификационной работы должны отражать суть поставленной задачи.

Общая направленность исследования задается до его начала сформулированными **гипотезами**, которыми могут быть:

- научное предположение, выдвигаемое для объяснения каких-либо факторов, явлений и процессов, которые надо подтвердить или опровергнуть (т. е. требующее верификации);
- вероятностное знание, научно обоснованная догадка по объяснению действительности;
- прогноз ожидаемого решения проблемы, ответ на вопрос, поставленный в задаче;
- условно-категорическое умозаключение по схеме «если ... , то ... », основными элементами которого являются условие (причина) и результат (следствие).

Гипотеза — это предполагаемое решение проблемы. В ходе исследования гипотезу проверяют и либо подтверждают, либо опровергают. Формулировка гипотезы *обязательна только для магистров*.

**Теоретическая и методологическая база исследования.** В теоретической базе необходимо перечислить источники, которые использовались для написания работы. Приведём примеры ключевых фраз:

- «Теоретической основой выпускной квалификационной работы послужили исследования ... (перечисляются конкретные документы)».
- «Практическая часть работы выполнялась на основании документов ... ».
- «При написании выпускной квалификационной работы использовалась работы отечественных и зарубежных специалистов ... ».
- «Для выполнения анализа в практической части были использованы материалы ... ».
- «При подготовке ВКР были использованы материалы таких учебных дисциплин, как "Технология конструкционных материалов", "Экономика" "Начертательная геометрия" ... ».
- «При выполнении ВКР использовались материалы N организации ... (ссылка на официальный сайт)».

**Методологическая база исследования** должна содержать указание на методы и подходы, на которых основывается данная ВКР.

Среди методов исследования студенту необходимо обратить внимание на общенаучные методы, включающие эмпирические (наблюдение, эксперимент, сравнение, описание, измерение), теоретические (формализация, аксиоматический, гипотетико-дедуктивный, восхождение от абстрактного к конкретному) и общелогические (анализ, абстрагирование, обобщение, идеализация, индукция, аналогия, моделирование и др.) методы. Также следует назвать конкретно-научные (частные) методы научного познания, представляющие собой специфические методы конкретных наук: экономики, социологии, психологии, истории, логики и проч.

**Информационной базой** для разработки ВКР служат материалы, собранные студентом в процессе обучения в ВУЗе, в ходе прохождения учебной и производственной практик, а также во время прохождения преддипломной практики. Дополнительная информационная база может включать информацию официальных статистических публикаций (например, Госкомстата России), материалы, получаемые из Интернета, информацию международных организаций и ассоциаций.

**Степень научной разработанности проблемы** — это состояние теоретической разработанности проблемы, анализ работ отечественных и зарубежных авторов, исследующих эту проблему. Здесь важно подчеркнуть исторические, экономические, политические или профессиональные явления, повлиявшие на выбор темы. Также в данной части введения проводится критический обзор современного состояния и освещения исследуемой темы в научной, профессиональной литературе и СМИ, обобщаются и оцениваются точки зрения различных авторов по теме исследования.

**Научная новизна** выявляется в результате анализа литературных источников, уточнения концептуальных положений, обобщения опыта решения подобных проблем. Это принципиально новое знание, полученное в науке в ходе проведенного исследования (теоретические положения, впервые сформулированные и обоснованные, собственные методические рекомендации, которые можно использовать в практике). Научная новизна выпускной квалификационной работы может состоять:

- в изучении фактов и явлений с помощью специальных научных методов и междисциплинарных подходов;

- в изучении уже известного в науке явления на новом экспериментальном материале;
- в переходе от качественного описания известных в науке фактов к их точно определяемой количественной характеристике;
- в изучении известных в науке явлений и процессов более совершенными методами;
- в сопоставлении, сравнительном анализе протекания процессов и явлений;
- в изменении условий протекания изучаемых процессов;
- в уточнении категориального аппарата дисциплины, определение типологии, признаков, специфики изучаемого явления.

**Практическая значимость** подробно отражается в:

- практических рекомендациях или разработанном автором выпускной квалификационной работы проекте (как основная часть выпускной квалификационной работы);
- выявлении важности решения избранной проблемы для будущей деятельности магистра по выбранному направлению подготовки.

Практическая значимость выпускной квалификационной работы может заключаться в возможности:

- решения той или иной практической задачи в сфере профессиональной деятельности;
- проведения дальнейших научных исследований по теме ВКР;
- разработки конкретного проекта, направленного на интенсификацию работы исследуемой организации, предприятия.

**Апробация результатов** исследования включает:

- участие в конференции, семинарах и т. д.;
- публикации по теме выпускной квалификационной работы;
- применение результатов исследования в практической области;
- разработку и внедрение конкретного проекта;
- выступления на научных конференциях, симпозиумах, форумах и т.п. (*обязательно*);
- публикации студента, включенные в список использованных источников.

В силу ограниченности объема необходимо очень тщательно подойти к написанию введения, которое должно стать «визитной карточкой», кратко, но емко характеризующей работу. Во введение не включают схемы, таблицы, описания, рекомендации и т.п.

Целью первой главы, как правило, является всесторонний анализ предмета и объекта исследования, второй — разработка предложений (алгоритмов, технологий и т.п.) по улучшению какого-либо процесса, протекающих с участием предмета и объекта исследования, третьей — практическая реализация (имплементация) — предложений (алгоритмов, технологий и т.п.) в виде программного (или иного) продукта, четвертой — апробация разработанных в работе предложений и выводы целесообразности их дальнейшей разработки (использованию). Содержание глав в данном шаблоне приведено только для демонстрации возможностей L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.

## ГЛАВА 1. ОБЗОР ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Хорошим стилем является наличие введения к главе, которое *начинается непосредственно после названия главы, без оформления в виде отдельного параграфа*. Во введении может быть описана цель написания главы, а также приведена краткая структура главы. Например, в параграфе 1.1 приведены примеры оформления одиночных формул, рисунков и таблицы. Параграф 1.2 посвящён многострочным формулам и сложносоставным рисункам.

Текст данной главы призван привести *краткие* примеры оформления текстово-графических объектов. Более подробные примеры можно посмотреть в следующей главе, а также в рекомендациях студентам [spbpu-student-thesis-template-author-guide].

### 1.1. Задача обеспечения безопасности

В современных условиях резкого осложнения криминогенной обстановки, роста числа террористических и диверсионных актов проблема обеспечения безопасности объектов входит в разряд приоритетных задач, как для государственных организаций, так и для организаций любой другой формы собственности и для собственников любых видов недвижимости.

По субъектам организации охранной деятельности различаются:

- государственная охрана, представляющая собой специализированные автономные организационные структуры, предназначенные для охраны объектов особой государственной важности, перечень которых устанавливается специальными нормативными актами правительства;
- ведомственная охрана, представляет собой специализированные, вооруженные (как правило) подразделения, осуществляющие охрану различных объектов, входящих в структуру определенного ведомства;
- вневедомственная охрана это специализированные подразделения, осуществляющие охрану объектов, принадлежащих различным ведомствам и частным лицам, на контрактной, возмездной основе.

Формы организации, номенклатура охранных услуг, методы и средства реализации охранной деятельности в основном определяются тем, какому субъекту охранной деятельности подведомственен данный объект, кем он охраняется - государством, ведомством, вневедомственной государственной или частной охраной.

На подступах к объектам охраны создаются активные и пассивные защитные препятствия, например: система физических препятствий (инженерные заграждения), специальное оборудование мест хранения секретных документов, контрразведывательное обеспечение.

Надежность охраны достигается детальным построением системы охраны, правильной организацией и бдительным несением службы нарядами.

В зависимости от местности, характера и категории объекта и других особенностей охрана объектов может быть организована следующими способами:

- А. По периметру. Технические средства охраны выставляются на границе охраняемой территории и преграждают доступ к объекту вне пропускных пунктов (именно таким способом, как правило, охраняются некоторые режимные объекты).
- В. По отдельным объектам. Личный состав выставляется непосредственно на охраняемом объекте (примером такого способа охраны может быть порядок организации охраны складов МВД по хранению боеприпасов).
- С. Смешанным способом. По периметру и отдельным объектам одновременно.
- Д. Способом оперативного дежурства. Охранные функции осуществляются комплексом инженерно-технических средств охраны при дежурном состоянии сил охраны (примером такого способа охраны является организация охраны любой атомной электростанции).

На основе изученных статистических данных, можно сделать вывод, что охраняемые объекты наиболее часто подвергаются следующим видам угроз:

- несанкционированное проникновение на территорию;
- несанкционированное получение информации об объекте или иной закрытой информации путем установки на объекте скрытых средств негласного получения информации;
- нападение на охраняемый объект с целью хищения материальных ценностей;
- угрозы жизни и здоровью персонала и посетителей объекта, в том числе взятие заложников с целью достижения иных целей;
- нарушение инфраструктуры и линий жизнеобеспечения объекта охраны;
- нарушение режима работы объекта, с целью прекращения его функционирования;
- саботаж технических средств охраны.



## **1.2. Существующие методы обеспечения безопасности**

Методы обеспечения безопасности объектов включают в себя широкий спектр мер, направленных на предотвращение и минимизацию рисков, связанных с несанкционированным доступом, диверсиями, террористическими актами и другими угрозами. Рассмотрим основные существующие методы обеспечения безопасности.

### ***1.2.1. Физическая охрана***

Физическая охрана объектов заключается в использовании специально обученного персонала для защиты территории и имущества от различных угроз. Может быть реализована различными способами.

#### **A. Патрулирование территории.**

Сотрудники охраны проводят регулярные обходы по территории объекта с целью выявления и предотвращения возможных угроз. Патрулирование может осуществляться как пешком, так и на транспортных средствах.

#### **B. Посты охраны.**

Размещение стационарных постов охраны на ключевых точках объекта, таких как въезды и выезды, зоны повышенного риска или наиболее уязвимые участки периметра.

#### **C. Контрольно-пропускные пункты (КПП).**

Организация пропускного режима с использованием систем идентификации (карты доступа, биометрические данные), журналов регистрации посетителей и персонала, а также физического контроля со стороны сотрудников охраны.

### ***1.2.2. Технические средства охраны***

Современные технологии позволяют существенно повысить уровень безопасности объектов. Технические средства охраны включают в себя следующее.

#### **A. Системы видеонаблюдения.**

Установка камер видеонаблюдения по периметру и внутри объекта для круглосуточного мониторинга и записи событий. Современные системы видеонаблюдения могут оснащаться функциями распознавания лиц,



анализа поведения и автоматической сигнализации при выявлении подозрительных действий.

#### В. Системы контроля доступа.

Использование электронных замков, турникетов, шлюзов и других устройств для регулирования доступа на территорию объекта. Данные системы интегрируются с базами данных сотрудников и посетителей, обеспечивая индивидуальные уровни доступа и фиксируя все попытки входа и выхода.

#### С. Системы сигнализации.

Установка охранных, пожарных и тревожных сигнализаций, которые автоматически оповещают службу безопасности и экстренные службы о возникновении угрозы. Сигнализация может быть оснащена датчиками движения, разбития стекла, дыма, газа и других параметров.

### ***1.2.3. Инженерно-технические средства охраны***

В современных условиях для обеспечения охраны территорий используются разнообразные инженерно-технические средства. Эти средства могут включать как естественные, так и искусственные барьеры, которые препятствуют незаконному проникновению на охраняемую территорию. Основное внимание уделяется искусственным заградительным сооружениям, которые обеспечивают физическую защиту периметра объекта, элементов зданий и помещений от несанкционированного доступа.

#### А. Заграждения и противотаранные устройства.

1. Колючая проволока и армированная колючая лента. Используются для создания заграждений, которые затрудняют или делают невозможным преодоление препятствия. АКЛ обладает высокой прочностью, упругостью и стойкостью к коррозии благодаря оцинкованному покрытию. Этот тип заграждения является одним из самых распространенных и недорогих средств защиты.
2. Сварные сетчатые панели. Применяются для ограждения промышленных объектов, объектов городской инфраструктуры и частной собственности. Конструкции таких заграждений могут включать различные дополнительные технические средства

обнаружения, имеют минимальные сроки монтажа и хорошо вписываются в городскую инфраструктуру.

3. Просечная вытяжная сетка. Обеспечивает устойчивость к ветровым нагрузкам и может быть выполнена из различных материалов, таких как низкоуглеродистая сталь, алюминий или оцинкованная сталь.
4. Сварные трубы и радиопрозрачные ограждения. Сварные трубы часто используются для создания прочных ограждений, покрытых полимерными материалами. Радиопрозрачные ограждения, выполненные из пластика и стеклопластика, предназначены для защиты радиотехнических комплексов, так как они не препятствуют приему и передаче электромагнитных волн.
5. Электрошоковые ограждения. Используются для создания высокоэффективных барьеров с применением безопасного электрошокового воздействия. Эти ограждения питаются от напряжения 220В и вызывают болезненные ощущения, вынуждая злоумышленника отказаться от противоправных действий.
6. Железобетонные противотаранные ограждения. Обеспечивают надежную защиту от таранных атак. Внутри железобетонных плит могут прокладываться кабели для систем сигнализации и видеонаблюдения.

#### В. Средства регулирования доступа.

1. Шлагбаумы. Используются для контроля въезда и выезда автотранспорта на охраняемую территорию. Управление шлагбаумами может осуществляться с пульта охраны, пульта-брелока водителя или с помощью бесконтактных карт и жетонов.
2. Ворота. Существуют различные типы ворот, такие как распашные, откатные и консольные. Они могут быть оснащены датчиками контроля положения, электроприводами и дополнительными оградительными элементами.
3. Противотаранные устройства и блокираторы. Включают мобильные блоки, выдвижные столбы и стационарные дорожные блокираторы, предназначенные для предотвращения несанкционированного проезда автотранспорта. Некоторые устройства

могут оснащаться датчиками для обнаружения ударов или вибраций.

4. Дорожные шипы и козырьковые заграждения. Дорожные шипы предназначены для принудительной остановки автотранспорта, пробивая шины. Козырьковые заграждения устанавливаются на верхней части ограждений для предотвращения перелазов.

### **1.3. Беспилотные летательные аппараты**

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) представляют собой летательные устройства, способные перемещаться в воздушном пространстве без участия пилота на борту. Они могут управляться дистанционно или посредством установленного на борту автономного программного обеспечения. БПЛА не нуждаются в использовании аэродрома или посадочной площадки и способны взлетать в любой географической точке, что делает их особенно удобными для использования на пересеченной местности.

БПЛА классифицируются в зависимости от конструкции, что напрямую влияет на их летные характеристики. Наиболее популярными моделями БПЛА, которые могут быть использованы на пересеченной местности, являются квадрокоптеры, мультикоптеры с фиксированным крылом и беспилотные авиационные системы вертолетного типа.

Квадрокоптеры характеризуются малыми размерами и весом, высокой маневренностью и скоростью, возможностью вертикального взлета и посадки, что делает их идеальными для использования на небольших площадях и в труднодоступных местах.

Мультикоптеры с фиксированным крылом обладают большей грузоподъемностью и дальностью полета, что позволяет им выполнять более сложные задачи, такие как перевозка грузов или проведение длительных наблюдений. Они обеспечивают более стабильную и плавную полетную динамику, что улучшает качество съемки.

БПЛА вертолетного типа, благодаря подъемной силе винтов-роторов, отличаются высокой маневренностью и способностью зависать в воздухе для тщательного исследования объекта. Однако их относительная малая скорость полета и ограниченное время нахождения в воздушном пространстве снижают их радиус действия.

Применение БПЛА на пересеченной местности имеет ряд преимуществ по сравнению с пилотируемыми летательными аппаратами или космической съемкой.

А. Высокая мобильность.

БПЛА могут легко перемещаться по пересеченной местности и достигать труднодоступных зон, что обеспечивает широкий охват территорий.

В. Быстрое развертывание.

БПЛА можно оперативно развернуть и использовать практически в любой точке без необходимости в специальной инфраструктуре, такой как аэродромы.

С. Многофункциональность сенсоров.

Возможность оснащения различными камерами и сенсорами, включая оптические и инфракрасные, что позволяет получать детализированные и разнообразные данные.

Д. Оперативность получения данных.

БПЛА позволяют получать данные в режиме реального времени, что ускоряет процесс анализа и принятия решений.

Е. Низкие эксплуатационные расходы.

По сравнению с пилотируемыми летательными аппаратами, БПЛА имеют меньшие эксплуатационные расходы, особенно при съемке небольших и средних территорий.

Г. Безопасность операторов.

Операторы могут управлять БПЛА на безопасном расстоянии от потенциально опасных или труднодоступных зон, снижая риск для человеческой жизни.

Недостатки использования БПЛА для локализации грузовых автомобилей на пересеченной местности.

А. Ограниченное время полета.

Большинство БПЛА имеют ограниченное время полета из-за емкости аккумуляторов, что может требовать частой замены батарей или использования нескольких аппаратов для покрытия больших территорий.

В. Чувствительность к погодным условиям.

Резкое ухудшение погодных условий, такие как сильный ветер, дождь или снег, могут существенно влиять на летные характеристики и стабильность работы БПЛА.

С. Ограниченная грузоподъемность.

Возможности по установке тяжелых сенсоров или дополнительного оборудования ограничены из-за небольшой грузоподъемности большинства моделей.

Д. Правовые ограничения.

В некоторых регионах существуют строгие правила и ограничения на использование БПЛА, что может затруднить их применение.

## 1.4. Выводы

Текст выводов по главе 1.

Кроме названия параграфа «выводы» можно использовать (единообразно по всем главам) следующие подходы к именованию последних разделов с результатами по главам:

- «выводы по главе N», где N — номер соответствующей главы;
- «резюме»;
- «резюме по главе N», где N — номер соответствующей главы.

Параграф с изложением выводов по главе *является обязательным*.

## ГЛАВА 2. НАЗВАНИЕ ВТОРОЙ ГЛАВЫ: РАЗРАБОТКА МЕТОДА, АЛГОРИТМА, МОДЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Глава посвящена более подробным примерам оформления текстово-графических объектов.

В параграфе 2.1 приведены примеры оформления многострочной формулы и одиночного рисунка. Параграф 2.2 раскрывает правила оформления перечислений и псевдокода. В параграфе 2.3 приведены примеры оформления сложносоставных рисунков, длинных таблиц, а также теоремоподобных окружений.

## 2.1. Название параграфа

Все формулы, размещенные в отдельных строках, подлежат нумерации, например, как формулы (2.1) и (2.2) из [Ganter1999].

$$A^\uparrow = \{m \in M \mid gIm \ \forall g \in A\}; \quad (2.1)$$

$$B^\downarrow = \{g \in G \mid gIm \ \forall m \in B\}. \quad (2.2)$$

Обратим внимание, что формулы содержат знаки препинания и что они выровнены по левому краю (с помощью знака & окружения align).

На рис.2.1 приведёна фотография Нового научно-исследовательского корпуса СПбПУ.

Рис.2.1. Новый научно-исследовательский корпус СПбПУ [spbpu-gallery]

## 2.2. Название параграфа

Название параграфа оформляется с помощью команды `\section{...}`, название главы — `\chapter{...}`.

### 2.2.1. Название подпараграфа

Название подпараграфа оформляется с помощью команды `\subsection{...}`.

Использование подподпараграфов в основной части крайне не рекомендуется. В случае использования, необходимо вынести данный номер в содержание. Название подпараграфа оформляется с помощью команды `\subsubsection{...}`.

Вместо подподпараграфов рекомендовано использовать перечисления.

Перечисления могут быть с нумерационной частью и без неё и использоваться с иерархией и без иерархии. Нумерационная часть при этом формируется следующим способом:

1. в перечислениях *без иерархии* оформляется арабскими цифрами с точкой (или длинным тире).
2. В перечислениях *с иерархией* — в последовательности сначала прописных латинских букв с точкой, затем арабских цифр с точкой и далее — строчных латинских букв со скобкой.

Далее приведён пример перечислений с иерархией.

- A. Первый пункт.
- B. Второй пункт.
- C. Третий пункт.
- D. По ГОСТ 2.105–95 [**gost-russian-text-documents**] первый уровень нумерации идёт буквами русского или латинского алфавитов (*для определенности выбираем английский алфавит*), а второй — цифрами.

1. В данном пункте лежит следующий нумерованный список:

- a) первый пункт;
- b) третий уровень нумерации не нормирован ГОСТ 2.105–95 (*для определенности выбираем английский алфавит*);
- c) обращаем внимание на строчность букв в этом нумерованном и следующем маркированном списке:
  - первый пункт маркированного списка.

E. Пятый пункт верхнего уровня перечисления.

Маркированный список (без нумерационной части) используется, если нет необходимости ссылки на определенное положение в списке:

- первый пункт с *маленькой буквы* по правилам русского языка;
- второй пункт с *маленькой буквы* по правилам русского языка.

Оформление псевдокода необходимо осуществлять с помощью пакета `algorithm2e` в окружении `algorithm`. Данное окружение интерпретируется в шаблоне как рисунок. Пример оформления псевдокода алгоритма приведён на рис.2.2.

Обратим внимание, что можно сослаться на строчку 1 псевдокода из рис.2.2.

### 2.3. Название параграфа

Одиночные формулы также, как и отдельные формулы в составе группы, могут быть размещены в несколько строк. Чтобы выставить номер формулы напротив средней строки, используйте окружение `multlined` из пакета `mathtools` следующим образом [**Ganter1999**]:

$$\begin{aligned}
 (A_1, B_1) &\leq (A_2, B_2) \Leftrightarrow \\
 &\Leftrightarrow A_1 \subseteq A_2 \Leftrightarrow \\
 &\Leftrightarrow B_2 \subseteq B_1.
 \end{aligned}
 \tag{2.3}$$

**Algorithm**

**Input:** the many-valued context  $M \stackrel{\text{def}}{=} (G, M, W, J)$ , the class membership  $\varepsilon : G \rightarrow K$

**Output:** positive and negative binary contexts  $\overline{K}_+ \stackrel{\text{def}}{=} (\overline{G}_+, M, I_+)$ ,  $\overline{K}_- \stackrel{\text{def}}{=} (\overline{G}_-, M, I_-)$  such that i-tests found in  $\overline{K}_+$  are diagnostic tests in  $M$ , and objects from  $\overline{K}_-$  are counter-examples

```

1. for  $\forall g_i, g_j \in G$  do
2.   if  $i < j$  then
3.      $\overline{G} \leftarrow (g_i, g_j);$ 
4.   for  $\forall (g_i, g_j) \in \overline{G}$  do
5.     if  $m(g_i) = m(g_j)$  then
6.        $(g_i, g_j)Im;$ 
7.     if  $\varepsilon(g_i) = \varepsilon(g_j)$  then
8.        $\overline{G}_+ \leftarrow (g_i, g_j);$ 
9.     else  $\overline{G}_- \leftarrow (g_i, g_j);$ 
10.   $I_+ = I \cap (\overline{G}_+ \times M), I_- = I \cap (\overline{G}_- \times M);$ 
11.  for  $\forall \overline{g}_+ \in \overline{G}_+, \forall \overline{g}_- \in \overline{G}_-$  do
12.    if  $\overline{g}_+^\uparrow \subseteq \overline{g}_-^\uparrow$  then
13.       $\overline{G}_+ \leftarrow \overline{G}_+ \setminus \overline{g}_+;$ 

```

Рис.2.2. Псевдокод алгоритма DiagnosticTestsScalingAndInferring  
[Naidenova2017]

Используя команду `\labelcref{...}` из пакета `cleveref`, допустимо оформить ссылку на несколько формул, например, (2.1–2.3).

Пример оформления четырёх иллюстраций в одном текстово-графическом объекте приведён на рис.2.3. Это возможно благодаря использованию пакета `subcaption`.

Далее можно сослаться на составные части данного рисунка как на самостоятельные объекты: рис.2.3а, рис.2.3b, рис.2.3с, рис.2.3d или на три из четырёх изображений одновременно: рис.2.3а–2.3с.

Приведём пример табличного представления данных с записью продолжения на следующей странице на табл.2.1.



a) b)

c) d)

Рис.2.3. Фотографии суперкомпьютерного центра СПбПУ [spbpu-gallery]: *a* — система хранения данных и узлы NUMA-вычислителя; *b* — холодильные машины на крыше научно-исследовательского корпуса; *c* — машинный зал; *d* — элементы вычислительных устройств

Таблица 2.1

Пример задания данных из [Peskov2004] (с повтором для переноса таблицы на новую страницу)

$G$	$m_1$	$m_2$	$m_3$	$m_4$	$K$
1	2	3	4	5	6
$g_1$	0	1	1	0	1
$g_2$	1	2	0	1	1
$g_3$	0	1	0	1	1
$g_4$	1	2	1	0	2
$g_5$	1	1	0	1	2
$g_6$	1	1	1	2	2
$g_1$	0	1	1	0	1
$g_2$	1	2	0	1	1
$g_3$	0	1	0	1	1
$g_4$	1	2	1	0	2
$g_5$	1	1	0	1	2
$g_6$	1	1	1	2	2
$g_1$	0	1	1	0	1
$g_2$	1	2	0	1	1
$g_3$	0	1	0	1	1
$g_4$	1	2	1	0	2
$g_5$	1	1	0	1	2
$g_6$	1	1	1	2	2
$g_1$	0	1	1	0	1
$g_2$	1	2	0	1	1
$g_3$	0	1	0	1	1
$g_4$	1	2	1	0	2
$g_5$	1	1	0	1	2
$g_6$	1	1	1	2	2
$g_1$	0	1	1	0	1
$g_2$	1	2	0	1	1
$g_3$	0	1	0	1	1
$g_4$	1	2	1	0	2
$g_5$	1	1	0	1	2

Продолжение табл. 2.1

1	2	3	4	5	6
$g_6$	1	1	1	2	2
$g_1$	0	1	1	0	1
$g_2$	1	2	0	1	1
$g_3$	0	1	0	1	1
$g_4$	1	2	1	0	2
$g_5$	1	1	0	1	2
$g_6$	1	1	1	2	2
$g_1$	0	1	1	0	1
$g_2$	1	2	0	1	1
$g_3$	0	1	0	1	1
$g_4$	1	2	1	0	2
$g_5$	1	1	0	1	2
$g_6$	1	1	1	2	2

Таблица 2.2

Пример представления данных для сквозного примера по ВКР [Peskov2004]

$G$	$m_1$	$m_2$	$m_3$	$m_4$	$K$
$g_1$	0	1	1	0	1
$g_2$	1	2	0	1	1
$g_3$	0	1	0	1	1
$g_4$	1	2	1	0	2
$g_5$	1	1	0	1	2
$g_6$	1	1	1	2	2

Таблица 2.3

Пример задания данных в табличном виде из [Peskov2004] (с помощью окружения minipage)

$G$	$m_1$	$m_2$	$m_3$	$m_4$	$K$
$g_1$	0	1	1	0	1
$g_2$	1	2	0	1	1
$g_3$	0	1	0	1	1
$g_4$	1	2	1	0	2
$g_5$	1	1	0	1	2
$g_6$	1	1	1	2	2

Рис.2.4. Новый научно-исследовательский корпус СПбПУ [spbpu-gallery] (с помощью окружения minipage)

Вопросы форматирования текстово-графических объектов (окружений) не регламентированы в известных нам ГОСТах, поэтому предлагаем придерживаться следующих правил:

- **полужирный текст** рекомендуем использовать только для названий стандартных окружений с нумерационной частью, например, для представления *впервые*: **определение 1.1, теорема 2.2, пример 2.3, лемма 4.5**;
- *курсив* рекомендуем использовать только для выделения переменных в формулах, служебной информации об авторах главы (статьи), важных терминов, представляемых по тексту, а также для всего тела окружений, связанных с получением *новых существенных результатов и их доказательством*: теорема, лемма, следствие, утверждение и другие.

По аналогии с нумерацией формул, рисунков и таблиц нумеруются и иные текстово-графические объекты, то есть включаем в нумерацию номер главы, например: теорема 3.1. для первой теоремы третьей главы монографии. Команды  $\text{\LaTeX}$  выставляют нумерацию и форматирование автоматически. Полный перечень команд для подготовки текстово-графических и иных объектов находится в подробных методических рекомендациях [**spbpu-bci-template-author-guide**].

Для удобства авторов названия стандартных окружений, рекомендованных к использованию, приведены в табл.2.4, а в табл.2.5 перечислены имена специально разработанных окружений для шаблонов SPbPU.

На базе пакета `tikz` разработано большое количество расширений [**ctan-tikz**], например, `tikzcd`, которые мы рекомендуем использовать для оформления иллюстраций.

В случае, если авторам потребовалось новое окружение, то создать его можно в файле `my_folder/my_settings.tex` согласно правилам, приведённым ниже.

1. Для перехода в режим создания окружений следует указать:
  - `\theoremstyle{myplain}` — окружения с доказательствами или аксиомами
  - `\theoremstyle{mydefinition}` — окружения, не связанные с доказательствами или аксиомами.
2. В команде создания окружения следует ввести краткий псевдоним (`m-new-env`) и отображаемое в pdf имя окружения (Название\_окружения):
  - `\newtheorem{m-new-env-second}{Название_окружения} - [chapter]`.

Таблица 2.4

## Стандартные окружения

Название окружения	Назначение
center	центрирование, аналог команды <code>\centering</code> , но с добавлением нежелательного пробела, поэтому лучше избегать применения <code>center</code>
itemize	перечисления, в которых нет необходимости нумеровать пункты (немаркированные списки)
enumerate	перечисления с нумерацией (немаркированные списки)
refsection	создание отдельных библиографических списков для глав
tabular	оформление таблиц
table	автоматическое перемещение по тексту таблиц, оформленных, например, с помощью <code>tabular</code> , для минимизации пустых пространств
longtable	оформление многостраничных таблиц
tikzpicture	создание иллюстраций с помощью пакета <code>tikz</code> [ <b>ctan-tikz</b> ]
figure	автоматическое перемещение по тексту рисунков, оформленных например, с помощью <code>tikz</code> или подключенных с помощью команды <code>\includegraphics</code> , для минимизации пустых пространств
subfigure	оформление вложенных рисунков в составе <code>figure</code>
algorithm	оформление псевдокода на основе пакета <code>algorithm2e</code> [ <b>ctan-algorithm2e</b> ]
minipage	оформление рисунков и таблиц без функций автоматического перемещения по тексту для минимизации пустых пространств
equation	оформление выключенных (не встроенных в текст с помощью <code>\$...\$</code> ) одиночных формул на одной строке
multilined	оформление выключенных (не встроенных в текст с помощью <code>\$...\$</code> ) одиночных формул в несколько строк
aligned	оформление нескольких формул с выравниванием по символу <code>&amp;</code> .

**Теорема 2.1** (о чем-то конкретном). *Текст теоремы полностью выделен курсивом. Допустимо математические символы не выделять курсивом, если это искажает их значения. Используется абзацный отступ, так как “Абзацы в тексте начинают отступом” в соответствии с ГОСТ 2.105–95. Название теоремы допустимо убрать. Доказательство окончено.*

Доказательство теоремы 2.1, леммы, утверждений, следствий и других подобных окружений (в последнем абзаце) завершаем предложением в котором сказано, что доказательство окончено. Например, доказательство теоремы 2.1 окончено.

Тело доказательства не выделяется курсивом. Тело следующих окружений также не выделяется сплошным курсивом: определение, условие, проблема, пример, упражнение, вопрос, гипотеза и другие.

Таблица 2.5

## Специальные окружения

Название окружения	Текстово-графический объект
abstr	реферат (abstract)
m-theorem	теорема
m-corollary	следствие
m-proposition	утверждение
m-lemma	лемма
m-axiom	аксиома
m-example	пример
m-definition	определение
m-condition	условие
m-problem	проблема
m-exercise	упражнение
m-question	вопрос
m-hypothesis	гипотеза

**Определение 2.1** (термин). В тексте определения только *важные термины* выделяются курсивом. Если определение носит лишь вспомогательный характер, то допустимо не использовать окружение m-definition, представляя текст определения в обычном абзаце. Ключевые термины при этом обязательно выделяются курсивом.

Вместо теоремо-подобных окружений для вставки небольших текстово-графических объектов иногда используются команды. Типичным примером такого подхода является команда `\footnote{text}`<sup>9</sup>, где в аргументе text указывают текст *подстрочной ссылки (сноски)*. В них *нельзя добавлять веб-ссылки или цитировать литературу*. Для этих целей используется список литературы. Нумерация сносок сквозная по ВКР без точки на конце выставляется в шаблоне автоматически, однако в каждом приложении к ВКР нумерация, зависящая от номера приложения, выставляется префикс «П», например «П1.1» — первая сноска первого приложения.

## 2.4. Выводы

Текст заключения ко второй главе. Пример ссылок [**Article**; **Book**; **Booklet**; **Conference**; **Inbook**; **Incollection**; **Manual**; **Mastersthesis**; **Misc**; **Phdthesis**;

<sup>9</sup>Внимание! Команда вставляется непосредственно после слова, куда вставляется сноска (без пробела). Лишние пробелы также не указываются внутри команды перед и после фигурных скобок.

**Proceedings; Techreport; Unpublished; badiou:briefings]**, а также ссылок с указанием страниц, на котором отображены те или иные текстово-графические объекты [Naidenova2017] или в виде мультицитаты на несколько источников [Naidenova2017; Ganter1999]. Часть библиографических записей носит иллюстративный характер и не имеет отношения к реальной литературе.

Короткое имя каждого библиографического источника содержится в специальном файле `my_biblio.bib`, расположенном в папке `my_folder`. Там же находятся исходные данные, которые с помощью программы `Viber` и стилевого файла `Biblatex-GOST` [**ctan-biblatex-gost**] приведены в списке использованных источников согласно ГОСТ 7.0.5-2008. Многообразные реальные примеры исходных библиографических данных можно посмотреть по ссылке [**ctan-biblatex-gost-examples**].

Как правило, ВКР должна состоять из четырех глав. Оставшиеся главы можно создать по образцу первых двух и подключить с помощью команды `\input` к исходному коду ВКР. Далее в приложении 1 приведены краткие инструкции запуска исходного кода ВКР [**latex-miktex; latex-texstudio**].

В приложении 2 приведено подключение некоторых текстово-графических объектов. Они оформляются по приведенным ранее правилам. В качестве номера структурного элемента вместо номера главы используется «П» с номером главы. Текстово-графические объекты из приложений не учитываются в реферате.

## ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА МЕТОДА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Хорошим стилем является наличие введения к главе. Во введении может быть описана цель написания главы, а также приведена краткая структура главы.

### 3.1. Измерение инфракрасного излучения

Все объекты, температура которых превышает температуру абсолютного нуля излучают электромагнитное тепловое излучение. Согласно распределению длин волн, излучаемая энергия имеет зависимость от температуры поверхности объекта, которую можно описать законом излучения Планка:

$$M(\lambda, T) = \frac{c_1 \lambda^{-5}}{e^{c_2/\lambda T} - 1} \quad (3.1)$$

где  $M(\lambda, T)$  величина излучения абсолютно черного тела.  $c_1$  и  $c_2$  первая и вторая константы излучения соответственно.  $\lambda$  длина волны излучения и  $T$  абсолютная температура черного тела. Когда  $\exp(c_2/\lambda T) \gg 1$ , формулу Планка можно заменить следующей формулой смещения Вина:

$$M_b(\lambda, T) = c_1 \lambda^{-5} e^{-c_2/\lambda T} \quad (3.2)$$

Закон смещения Вина указывает на то, что чем выше температура объекта, тем короче длина волны его спектра излучения, и центральный пик смещается в сторону коротких волн. Однако излучаемая энергия, поступающая на чувствительную поверхность датчика, в реальных измерениях включает не только излучаемую энергию целевого объекта, но также энергию окружающих объектов и атмосферы. Поэтому спектральную излучательную способность поверхности целевого объекта можно выразить следующим образом:

$$L_\lambda = \varepsilon_\lambda M_b(\lambda, T_{\text{obj}}) + (1 - \alpha_\lambda) M_b(\lambda, T_{\text{sur}}) \quad (3.3)$$

где  $\varepsilon_\lambda$  и  $T_{\text{obj}}$  излучательная способность и температура целевого объекта соответственно;  $\varepsilon_\lambda M_b(\lambda, T_{\text{obj}})$  и  $M_b(\lambda, T_{\text{sur}})$  это спектральная яркость целевого объекта и окружающей среды.  $\alpha_\lambda$  поглощающая способность поверхности целевого объекта.  $T_{\text{sur}}$  температура окружающей среды.

Первый множитель в правой части уравнения (3.3) представляет собой спектральную яркость поверхности целевого объекта, а второй множитель — спектральную яркость окружающей среды, отраженную от целевого объекта. Излучение, действующее на систему измерения инфракрасного излучения, представлено на рисунке 3.1, основными источниками которого являются окружающая среда, объект и атмосфера. Это может быть выражено как:

$$E_\lambda = A_{\text{obj}} d^{-2} [\tau_{\alpha\lambda} \varepsilon_\lambda M_b(\lambda, T_{\text{obj}}) + \tau_{a\lambda} (1 - \alpha_\lambda) \cdot M_b(\lambda, T_{\text{sur}}) + \varepsilon_{\alpha\lambda} M_b(\lambda, T_{\text{atm}})] \quad (3.4)$$

где  $A_{\text{obj}}$  — видимая площадь целевого объекта, соответствующая минимальному углу тензора датчика инфракрасного излучения, а  $d$  — расстояние от целевого объекта до датчика инфракрасного излучения. В общем случае  $A_{\text{obj}} d^{-2}$  является константой.  $\tau_{\alpha\lambda}$ ,  $\varepsilon_{\alpha\lambda} M_b(\lambda, T_{\text{atm}})$ ,  $\varepsilon_{\alpha\lambda}$  и  $T_{\text{atm}}$  — это спектральная пропускная способность, излучение, коэффициент излучения и температура атмосферы соответственно.

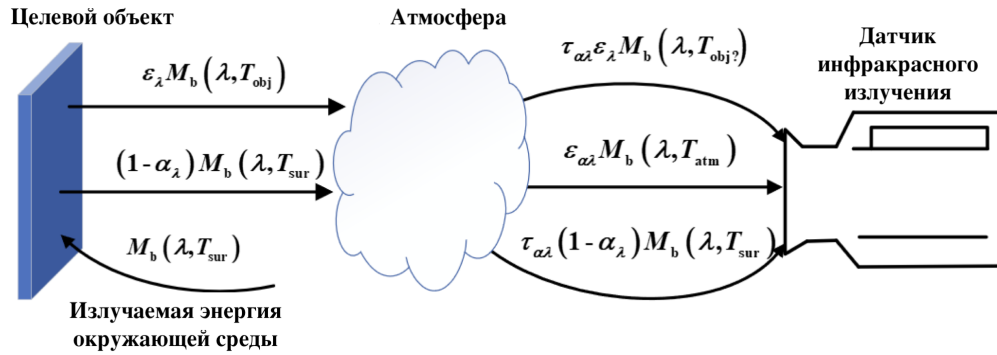


Рис.3.1. Принципиальная схема получаемой энергии системы измерения инфракрасного излучения

Полученная инфракрасная излучаемая энергия преобразуется датчиком в сигнал тока, то есть падающая инфракрасная излучаемая энергия интегрируется по полосе пропускания  $\Delta\lambda$ . Следовательно, зависимость между излучаемой энергией и током можно выразить следующим образом:

$$I_0 = \int_{\Delta\lambda} A_R R_\lambda E_\lambda \tau_f d\lambda \quad (3.5)$$

где  $I_0$  — выходной сигнал тока датчика.  $E_\lambda$  — освещенность радиации, полученная инфракрасной измерительной системой.  $A_R$  — площадь инфракрасной фокусирующей линзы.  $R_\lambda$  — спектральная чувствительность инфракрасного датчика.  $\tau_f$  — пропускная способность оптической системы. Выходной ток можно преобразовать в сигнал напряжения через цепь преобразования I/V, что можно выразить следующим образом:

$$V_{out} = \int_{\Delta\lambda} R A_{obj} d^{-2} A_R \tau_f R_\lambda [\tau_{\alpha\lambda} \varepsilon_\lambda M_b(\lambda, T_{obj}) + \tau_{\alpha\lambda} (1 - \alpha_\lambda) M_b(\lambda, T_{sur}) + \varepsilon_{\alpha\lambda} M_b(\lambda, T_{atm})] d\lambda \quad (3.6)$$

где  $R$  — нагрузка.

Уравнение (3.6) указывает, что существует множество факторов, влияющих на измерение инфракрасной температуры. На самом деле, эффективная площадь линзы, пропускная способность оптической системы и нагрузка определяются после спецификации аппаратного обеспечения системы измерения температуры. Когда  $K = R A_R T \tau_f$ , уравнение (3.6) можно упростить следующим образом:

$$V_{out} = K A_{obj} d^{-2} \int_{\Delta\lambda} R_\lambda [\tau_{\alpha\lambda} \varepsilon_\lambda \cdot M_b(\lambda, T_{obj}) + \tau_{\alpha\lambda} (1 - \alpha_\lambda) M_b(\lambda, T_{sur}) + \varepsilon_{\alpha\lambda} M_b(\lambda, T_{atm})] d\lambda \quad (3.7)$$

В таблице 3.1 представлено подробное описание переменных уравнения (3.7).



Из уравнения (3.7) видно, что точность измерений зависит от температуры окружающей среды, расстояния и угла измерения при определенной излучательной способности черного тела.

Таблица 3.1

Описание переменных уравнения (3.7)

Переменная	Описание	Источник значения	Единица измерения
$V_{out}$	Выходное напряжение на инфракрасном датчике	Результат измерений	Вольт (V)
$K$	Константа, определяющая параметры оптической системы инфракрасного датчика: площадь линзы, пропускная способность линзы	Задается характеристиками инфракрасного детектора	Безразмерная величина
$A_{obj}$	Видимая площадь наблюдаемого объекта	Определяется геометрией объекта и углом зрения инфракрасного датчика	Квадратные метры ( $m^2$ )
$d$	Расстояние от наблюдаемого объекта до инфракрасного датчика	Измеряется в экспериментальных условиях	Метры (м)
$\Delta\lambda$	Спектральный диапазон измерений	Задается характеристиками инфракрасного датчика	Микрометры ( $\mu m$ )
$R_\lambda$	Спектральная чувствительность инфракрасного датчика	Задается характеристиками инфракрасного датчика	Безразмерная величина

Таблица 3.1

Описание переменных уравнения (3.7)

Переменная	Описание	Источник значения	Единица измерения
$\tau_{\alpha\lambda}$	Спектральная пропускная способность атмосферы	Табличные или экспериментальные данные	Безразмерная величина
$\varepsilon_{\lambda}$	Излучательная способность объекта	Табличные данные	Безразмерная величина
$M_b(\lambda, T_{obj})$	Спектральная плотность излучения объекта при температуре $T_{obj}$	Вычисляется по закону Планка	Ватты на квадратный метр на микрометр (Вт/м <sup>2</sup> /μ м)
$M_b(\lambda, T_{sur})$	Спектральная плотность излучения окружающей среды при температуре $T_{sur}$	Вычисляется по закону Планка	Ватты на квадратный метр на микрометр (Вт/м <sup>2</sup> /μ м)
$\tau_{\alpha\lambda}(1 - \alpha_{\lambda})$	Фактор отражения излучения окружающей среды	Табличные или экспериментальные данные	Безразмерная величина
$M_b(\lambda, T_{atm})$	Спектральная плотность излучения атмосферы при температуре $T_{atm}$	Вычисляется по закону Планка	Ватты на квадратный метр на микрометр (Вт/м <sup>2</sup> /μ м)
$\varepsilon_{\alpha\lambda}$	Спектральная излучательная способность атмосферы	Табличные или экспериментальные данные	Безразмерная величина

### ***3.1.1. Погрешности измерения инфракрасного излучения***

В практическом применении при проведении измерения инфракрасного излучения существенное значение имеет выявление и устранение систематических и случайных погрешностей, оказывающих влияние на результаты измерения.

Систематические погрешности заключены в конструкции измерительного прибора, а также зависят от его выбора в соответствии с требованиями к совершенству измерения (разрешающей способности, поля зрения и т.п.).

Случайными погрешностями, возникающими при проведении измерения инфракрасного излучения, могут являться:

- коэффициент излучения материала;
- солнечная радиация;
- расстояние до объекта;
- тепловое отражение и т.п.

### ***3.1.2. Коэффициент доверия***

Для вычисления уровня доверия к результатам измерения на основе различных параметров, можно выбрать ключевые изменяемые параметры из формулы (3.7).

Основными параметрами, влияющими на измерения, являются:

- расстояние до объекта ( $d$ );
- угол наблюдения ( $\theta$ );
- температура атмосферы ( $T_{\text{atm}}$ );
- спектральная пропускная способность атмосферы ( $\tau_{\alpha\lambda}$ );
- спектральная излучательная способность объекта ( $\varepsilon_{\lambda}$ )

#### **Формула для вычисления уровня доверия**

Предположим, что каждый параметр влияет на уровень доверия линейно и независимо. Можно назначить каждому параметру весовой коэффициент, отражающий его относительное влияние на общий уровень доверия.

$$D = w_d \cdot f_d(d) + w_{\theta} \cdot f_{\theta}(\theta) + w_{T_{\text{atm}}} \cdot f_{T_{\text{atm}}}(T_{\text{atm}}) + w_{\tau_{\alpha\lambda}} \cdot f_{\tau_{\alpha\lambda}}(\tau_{\alpha\lambda}) + w_{\varepsilon_{\lambda}} \cdot f_{\varepsilon_{\lambda}}(\varepsilon_{\lambda}) \quad (3.8)$$

Где:

- $d$  — расстояние до объекта,
- $\theta$  — угол наблюдения,
- $T_{\text{atm}}$  — температура атмосферы,

- $\tau_{\alpha\lambda}$  — спектральная пропускная способность атмосферы,
- $\varepsilon_\lambda$  — излучательная способность объекта

### Функции и веса

Для каждого параметра определим нормированные функции  $f_i$ , принимающие значения от 0 до 1, и весовые коэффициенты  $w_i$ , сумма которых равна 1.

1. Расстояние до объекта ( $d$ ):

$$f_d(d) = \frac{1}{1 + k_d \cdot d}$$

Где  $k_d$  — коэффициент, определяющий, как быстро снижается уровень доверия с увеличением расстояния.

2. Угол наблюдения ( $\theta$ ):

$$f_\theta(\theta) = \cos(\theta)$$

Так как по закону Ламберта интенсивность радиации пропорциональна косинусу угла наблюдения.

3. Температура атмосферы ( $T_{\text{atm}}$ ):

$$f_{T_{\text{atm}}}(T_{\text{atm}}) = 1 - \left| \frac{T_{\text{atm}} - T_{\text{opt}}}{T_{\text{max}} - T_{\text{min}}} \right|$$

Где  $T_{\text{opt}}$  — оптимальная температура для измерений,  $T_{\text{max}}$  и  $T_{\text{min}}$  — максимальная и минимальная температуры, соответственно.

4. Спектральная пропускная способность атмосферы ( $\tau_{\alpha\lambda}$ ):

$$f_{\tau_{\alpha\lambda}}(\tau_{\alpha\lambda}) = \tau_{\alpha\lambda}$$

Прямо пропорциональна пропускной способности атмосферы.

5. Излучательная способность объекта ( $\varepsilon_\lambda$ ):

$$f_{\varepsilon_\lambda}(\varepsilon_\lambda) = \varepsilon_\lambda$$

Прямо пропорциональна излучательной способности объекта.

### Пример весовых коэффициентов

Пусть весовые коэффициенты распределены следующим образом:

$$w_d = 0.3$$

$$w_\theta = 0.25$$

$$w_{T_{\text{atm}}} = 0.2$$

$$w_{\tau_{\alpha\lambda}} = 0.15$$

$$w_{\varepsilon_{\lambda}} = 0.1$$

С учетом вышеуказанных весов и функций, получаем формулу:

$$D = 0.3 \cdot \frac{1}{1 + k_d \cdot d} + 0.25 \cdot \cos(\theta) + 0.2 \cdot \left(1 - \left| \frac{T_{\text{atm}} - T_{\text{opt}}}{T_{\text{max}} - T_{\text{min}}} \right| \right) + 0.15 \cdot \tau_{\alpha\lambda} + 0.1 \cdot \varepsilon_{\lambda}$$

### Пример набора параметров и расчет уровня доверия

Пусть:

$$d = 20 \text{ м}$$

$$\theta = 30^\circ$$

$$T_{\text{atm}} = 25^\circ \text{C}$$

$$T_{\text{opt}} = 20^\circ \text{C}$$

$$T_{\text{max}} = 35^\circ \text{C}$$

$$T_{\text{min}} = 5^\circ \text{C}$$

$$\tau_{\alpha\lambda} = 0.85$$

$$\varepsilon_{\lambda} = 0.9$$

Тогда:

$$f_d(20) = \frac{1}{1 + k_d \cdot 20}, \text{ предположим } k_d = 0.05, \text{ тогда } f_d(20) = \frac{1}{1 + 1} = 0.5$$

$$f_{\theta}(30^\circ) = \cos(30^\circ) = \sqrt{3}/2 \approx 0.866$$

$$f_{T_{\text{atm}}}(25) = 1 - \left| \frac{25 - 20}{35 - 5} \right| = 1 - \frac{5}{30} = 0.833$$

$$f_{\tau_{\alpha\lambda}}(0.85) = 0.85$$

$$f_{\varepsilon_{\lambda}}(0.9) = 0.9$$

Подставляя значения в формулу:

$$D = 0.3 \cdot 0.5 + 0.25 \cdot 0.866 + 0.2 \cdot 0.833 + 0.15 \cdot 0.85 + 0.1 \cdot 0.9$$

$$D = 0.15 + 0.2165 + 0.1666 + 0.1275 + 0.09$$

$$D = 0.7506$$

### 3.2. Использование методов машинного обучения

Во многих известных оптических системах беспилотных летательных аппаратов используются алгоритмы распознавания и селекции объектов. В случае если целевой объект находится, например, высоко в воздухе, его детектирование можно осуществить оптическим контрастированием из-за хорошей отличимости объекта от окружающего фона (неба) или в инфракрасном диапазоне спектра из-за большой разности температур объекта и окружающей среды. Однако данные методы работают не столь эффективно для оптических устройств беспилотных летательных аппаратов, сканирующих Земную поверхность, т.к. сцены в этом случае становятся многообъектными и автоматическое обнаружение нужного объекта будет затруднено всевозможными помехами. В данном случае целесообразно рассмотреть методы распознавания образов с помощью алгоритмов машинного обучения и технологии искусственного интеллекта.

При построении систем управления движущимися объектами различного назначения особое внимание уделяется выбору типа и набора бортовых сенсорных устройств и их характеристик, обеспечивающих получение достоверной информации о состоянии окружающей среды и, как следствие, эффективное решение поставленной задачи управления в различных условиях применения. Большое распространение получили оптико-электронные системы для вывода на экран оператора видеоизображения, полученного при помощи тепловизионной (ТПВ) и телевизионной (ТВ) камер (рис. 3.2) .

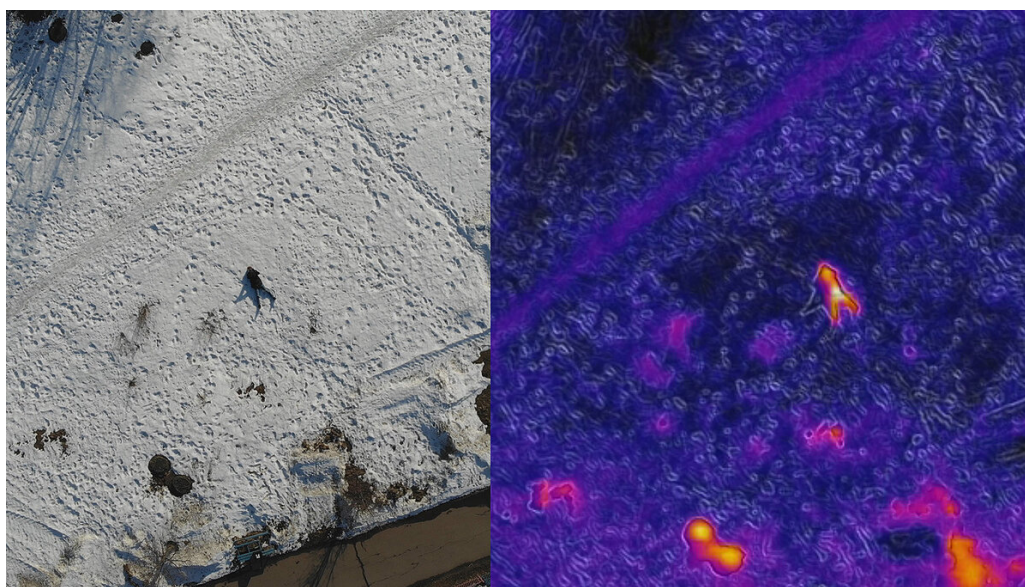


Рис.3.2. Пример съемки на Mavic 2 Enterprise Dual с высоты 40 метров

ТВ приборы обладают одним существенным недостатком: наличие дождя, снега, тумана и т.д. затрудняет видение в таких условиях либо вовсе исключает такую возможность. Проблема обеспечения видения в таких экстремальных условиях может быть решена с помощью тепловизионных приборов. Тепловизионные приборы также обладают рядом недостатков. Из-за своей низкой пространственной разрешающей способности они не выявляют мелких подробностей наблюдаемого пространства. Но самое главное – тепловизионные приборы позволяют видеть только те объекты, температура которых отличается от температуры окружающего фона, т.е. при наличии температурного контраста.

Полезными признаками для телевизионных изображений являются **[optical-prisnaki]**:

- форма,
- размеры,
- текстура,
- внутренняя структура объектов,
- окружение.

Полезными признаками для тепловизионных изображений являются:

- форма,
- максимальное/минимальное значение эмиссии,
- количество и расположение горячих пятен,
- окружение (среда).

Распознавание трехмерных объектов по их двумерным изображениям стало в последнее время одной из важнейших задач анализа сцен и компьютерного зрения. Под объектом понимается не только цифровое представление локального фрагмента двумерной сцены, но и некоторое его приближенное описание, в виде набора характерных свойств (признаков). Признаки – это измерения, используемые для классификации объектов **[[rasposnavanie]]**.

При реализации задачи локализации парадигма решения может формулироваться следующим образом: на основе априорной информации о рассматриваемой сцене (участке Земной поверхности) и апостериорной информации о той же сцене, полученной в процессе полета, сопоставляются текущее и эталонное изображения с последующей локализацией на текущем изображении заданных объектов сцены и определением значений текущих координат этих объектов в целях формирования сигналов управления движением летательного аппарата **[insarov]**.



### 3.3. Анализ методов машинного обучения

#### 3.3.1. Сверточные нейронные сети

Сверточные нейронные сети представляют собой класс искусственных нейронных сетей, специально разработанных для обработки и анализа изображений. Их архитектура и механизмы позволяют эффективно распознавать сложные паттерны в визуальных данных, что делает их незаменимыми в различных областях компьютерного зрения.

Основными компонентами являются сверточные слои, слои объединения (пулинга) и полностью связанные слои.

- А. Сверточные слои выполняют операцию свертки, применяя фильтры или ядра к исходному изображению. Фильтры помогают выделять различные признаки, такие как края, углы и текстуры. Каждый фильтр генерирует карту признаков, которая подчеркивает определенные аспекты входного изображения.
- В. Слои объединения пулинга уменьшают размерность карт признаков, что снижает вычислительную нагрузку и вероятность переобучения. Наиболее распространенными методами объединения являются максимальный пулинг (максимальное значение в каждом подокне) и средний пулинг (среднее значение в каждом подокне).
- С. Полностью связанные слои находятся в конце сети и служат для окончательной классификации. Они соединяют все нейроны предыдущего слоя с каждым нейроном текущего слоя, позволяя учитывать все выделенные ранее признаки.

Сверточные нейронные сети обладают рядом преимуществ, делающих их эффективными для обработки изображений. В первую очередь свойства сверточных слоев позволяют учитывать локальные пространственные отношения между пикселями, что важно для распознавания объектов. Использование методов, таких как нормализация локальных откликов и Dropout, помогает уменьшить вероятность переобучения. Также, сверточные нейронные сети могут эффективно обучаться на больших объемах данных благодаря использованию графических процессоров (*GPU*), что значительно ускоряет процесс обучения.

Сверточные нейронные сети широко применяются для решения различных задач в области классификации изображений. Например, используются для иден-



тификации и верификации лиц на изображениях и в видео; помогают в анализе медицинских изображений, таких как рентгеновские снимки и МРТ, для обнаружения патологий; используются для распознавания объектов и ситуаций на дорогах, что необходимо для безопасного управления транспортом.

Современные исследования в области сверточных нейронных сетей направлены на улучшение архитектуры и алгоритмов обучения. Разрабатываются новые методы нормализации и регуляризации, такие как *Batch Normalization* и новые типы нелинейностей (например, *ReLU*). Ведутся работы по созданию более эффективных моделей, которые требуют меньше вычислительных ресурсов и могут работать в реальном времени.

### 3.3.2. *Aggregate Channel Features*

Метод *ACF* (*Aggregate Channel Features*) является инновационным подходом в области распознавания лиц, который направлен на решение проблем, связанных с большими изменениями внешнего вида лиц в естественных условиях. Данный метод опирается на концепцию каналов изображения, расширяя их до различных типов, таких как градиенты и гистограммы ориентированных градиентов, что позволяет кодировать разнообразную признаками информацию в простой форме.

Исторически, одним из самых влиятельных подходов к распознаванию лиц был метод *Viola-Jones*, который использует прямоугольные признаки, похожие на признаки Хаара, и обучает классификатор с помощью алгоритма *Adaboost*. Этот метод достиг значительных успехов в распознавании лиц в реальном времени, но его производительность все еще оставалась ограниченной из-за большой изменчивости внешнего вида лиц в неконтролируемых условиях. Для преодоления этого ограничения метод *ACF* использует расширенные каналы изображения, такие как градиенты и гистограммы ориентированных градиентов, что позволяет более эффективно кодировать информацию о лицах.

Метод *ACF* включает в себя несколько ключевых аспектов. Во-первых, он использует расширенные каналы изображения для кодирования разнообразной информации. Например, цветовые каналы в пространстве *LUV*, каналы градиентной величины и гистограммы градиентов в *RGB* пространстве показывают наилучшие результаты при распознавании лиц. Эти каналы обеспечивают богатую репрезентационную способность, что особенно важно для обработки лиц с различными выражениями и позами.

Во-вторых, метод *ACF* предусматривает мультискейлинг представления признаков, что позволяет еще больше обогатить репрезентацию. В оригинальной версии метода все признаки имели одинаковый масштаб, но эксперименты показали, что мультискейлинг улучшает производительность. Это достигается за счет изменения масштаба восприятия, локального масштаба и масштаба интеграции признаков.

Третьим важным аспектом является подход к мультивидовому распознаванию лиц, который использует повторную ранжировку оценок и корректировку обнаружений. Это помогает эффективно справляться с различными позами лиц и улучшает точность локализации лиц в изображениях. В результате, метод *ACF* демонстрирует конкурентоспособные результаты на сложных наборах данных, таких как *AFW* и *Fddb*, показывая высокую точность и скорость распознавания (до 42 кадров в секунду на изображениях *VGA*).

Метод *ACF* значительно улучшает производительность распознавания лиц благодаря тщательному исследованию и оптимизации различных параметров признаков. Он предлагает более быструю и точную альтернативу традиционным методам распознавания лиц, обеспечивая богатую репрезентацию и высокую эффективность вычислений.

### 3.4. Выводы

Текст выводов по главе 3.

## ГЛАВА 4. НАЗВАНИЕ ЧЕТВЁРТОЙ ГЛАВЫ. АПРОБАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ, А ИМЕННО: МЕТОДА, АЛГОРИТМА, МОДЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Хорошим стилем является наличие введения к главе. Во введении может быть описана цель написания главы, а также приведена краткая структура главы.

#### **4.1. Название параграфа**

#### **4.2. Название параграфа**

Пример ссылки на литературу [avtonomova:fya; **Peskov2004-ru; Kotelnikov2004-ru; Kotelnikov2004**].

#### **4.3. Выводы**

Текст выводов по главе 4.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Заключение (2 – 5 страниц) обязательно содержит выводы по теме работы, *конкретные предложения и рекомендации* по исследуемым вопросам. Количество общих выводов должно вытекать из количества задач, сформулированных во введении выпускной квалификационной работы.

Предложения и рекомендации должны быть органически увязаны с выводами и направлены на улучшение функционирования исследуемого объекта. При разработке предложений и рекомендаций обращается внимание на их обоснованность, реальность и практическую приемлемость.

Заключение не должно содержать новой информации, положений, выводов и т. д., которые до этого не рассматривались в выпускной квалификационной работе. Рекомендуются писать заключение в виде тезисов.

Последним абзацем в заключении можно выразить благодарность всем людям, которые помогали автору в написании ВКР.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

**DOI** Digital Object Identifier.

**WoS** Web of Science.

**ВКР** Выпускная квалификационная работа.

**ТГ-объект** Текстово-графический объект.

## СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

**TeX** — язык вёрстки текста и издательская система, разработанные Дональдом Кнутом.

**LaTeX** — язык вёрстки текста и издательская система, разработанные Лэсли Лампортом как надстройка над TeX.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

## Приложение 1

### Краткие инструкции по настройке издательской системы L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

В SPbPU-BCI-template автоматически выставляются необходимые настройки и в исходном тексте шаблона приведены примеры оформления текстово-графических объектов, поэтому авторам достаточно заполнить имеющийся шаблон текстом главы (статьи), не вдаваясь в детали оформления, описанные далее. Возможный «быстрый старт» оформления главы (статьи) под Windows следующий<sup>П1.1</sup>:

- A. Установка полной версии MikTeX [latex-miktex]. В процессе установки лучше выставить параметр доустановки пакетов «на лету».
- B. Установка TexStudio [latex-texstudio].
- C. Запуск TexStudio и компиляция my\_chapter.tex с помощью команды «Build&View» (например, с помощью двойной зелёной стрелки в верхней панели). Иногда, для достижения нужного результата необходимо несколько раз скомпилировать документ.
- D. В случае, если не отобразилась библиография, можно
  - воспользоваться командой Tools → Commands → Biber, затем запустив Build&View;
  - настроить автоматическое включение библиографии в настройках Options → Configure TexStudio → Build → Build&View (оставить по умолчанию, если сборка происходит слишком долго): txs:///pdflatex | txs:///biber | txs:///pdflatex | txs:///pdflatex | txs:///view-pdf.

В случае возникновения ошибок, попробуйте скомпилировать документ до последних действий или внимательно ознакомьтесь с описанием проблемы в log-файле. Бывает полезным переход (по подсказке TexStudio) в нужную строку в pdf-файле или запрос с текстом ошибки в поисковиках. Наиболее вероятной проблемой при первой компиляции может быть отсутствие какого-либо установленного пакета L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.

В случае корректной работы настройки «установка на лету» все дополнительные пакеты будут скачиваться и устанавливаться в автоматическом режиме. Если доустановка пакетов осуществляется медленно (несколько пакетов за один запуск

<sup>П1.1</sup> Вниманию! Пример оформления подстрочной ссылки (сноски).



компилятора), то можно попробовать установить их в ручном режиме следующим образом:

1. Запустите программу: меню → все программы → MikTeX → Maintenance (Admin) → MiKTeX Package Manager (Admin).
2. Пользуясь поиском, убедитесь, что нужный пакет присутствует, но не установлен (если пакет отсутствует воспользуйтесь сначала MiKTeX Update (Admin)).
3. Выделив строку с пакетом (возможно выбрать несколько или вообще все неустановленные пакеты), выполните установку Tools → Install или с помощью контекстного меню.
4. После завершения установки запустите программу MiKTeX Settings (Admin).
5. Обновите базу данных имен файлов Refresh FNDB.

Для проверки текста статьи на русском языке полезно также воспользоваться настройками Options → Configure TexStudio → Language Checking → Default Language. Если русский язык «ru\_RU» не будет доступен в меню выбора, то необходимо вначале выполнить Import Dictionary, скачав из интернета любой русскоязычный словарь.

Далее приведены формулы (П1.2), (П1.1), рис.П1.2, рис.П1.1, табл.П1.2, табл.П1.1.

$$\pi \approx 3,141. \quad (\text{П1.1})$$

Рис.П1.1. Вид на гидробашню СПбПУ [spbpu-gallery]

Таблица П1.1

Представление данных для сквозного примера по ВКР [Peskov2004]

$G$	$m_1$	$m_2$	$m_3$	$m_4$	$K$
$g_1$	0	1	1	0	1
$g_2$	1	2	0	1	1
$g_3$	0	1	0	1	1
$g_4$	1	2	1	0	2
$g_5$	1	1	0	1	2
$g_6$	1	1	1	2	2

Представление данных для сквозного примера по ВКР [Peskov2004]

$G$	$m_1$	$m_2$	$m_3$	$m_4$	$K$
$g_1$	0	1	1	0	1
$g_2$	1	2	0	1	1
$g_3$	0	1	0	1	1
$g_4$	1	2	1	0	2
$g_5$	1	1	0	1	2
$g_6$	1	1	1	2	2

## П1.1. Параграф приложения

### *П1.1.1. Название подпараграфа*

Название подпараграфа оформляется с помощью команды `\subsection{...}`.  
Использование подпараграфов в основной части крайне не рекомендуется.

#### *П1.1.1.1. Название подподпараграфа*

$$\pi \approx 3,141. \quad (\text{П1.2})$$

Рис.П1.2. Вид на гидробашню СПбПУ [spbpu-gallery]



Приложение 2

Некоторые дополнительные примеры

В приложении<sup>П2.1</sup> приведены формулы (П2.2), (П2.1), рис.П2.2, рис.П2.1, табл.??, табл.П2.1

$$\pi \approx 3,141.$$

(П2.1)

Рис.П2.1. Вид на гидробашню СПбПУ [spbpu-gallery]

Таблица П2.1

Представление данных для сквозного примера по ВКР [Peskov2004]

<i>G</i>	<i>m</i> <sub>1</sub>	<i>m</i> <sub>2</sub>	<i>m</i> <sub>3</sub>	<i>m</i> <sub>4</sub>	<i>K</i>
<i>g</i> <sub>1</sub>	0	1	1	0	1
<i>g</i> <sub>2</sub>	1	2	0	1	1
<i>g</i> <sub>3</sub>	0	1	0	1	1
<i>g</i> <sub>4</sub>	1	2	1	0	2
<i>g</i> <sub>5</sub>	1	1	0	1	2
<i>g</i> <sub>6</sub>	1	1	1	2	2

П2.1. Подраздел приложения

$$\pi \approx 3,141.$$

(П2.2)

Рис.П2.2. Вид на гидробашню СПбПУ [spbpu-gallery]

---

<sup>П2.1</sup>Внимание! Пример оформления подстрочной ссылки (сноски).