Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Институт электроники и телекоммуникаций

Высшая инженерно-физическая школа

Работа допущена к защите

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_М.Я. Винниченко

«\_\_\_» июня 2025 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**РАБОТА БАКАЛАВРА**

**«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЕТЕРОСТРУКТУР»**

по направлению подготовки 16.03.01 – Техническая физика

профиль 16.03.01\_10 – Физическая и биомедицинская электроника

или 16.03.01\_11 – Полупроводниковая фотоника и наноэлектроника

или 16.03.01\_12 – Физика и нанотехнологии смарт-материалов

Выполнил

студент гр. 4931601/11101 И.И. Иванов

Руководитель (ли)

доцент, к.ф.-м.н.  М.Я. Винниченко

(должность, степень, звание или другое)

Консультант

по нормоконтролю П.Ю. Ванина или Г.А. Мелентьев

Санкт-Петербург

2025

**ВКЛАДЫВАЕТСЯ КОПИЯ ЗАДАНИЯ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ   
(не скан, просто 1 или 2 страницы текста)**

**РЕФЕРАТ**

На 35 с., 5 рисунков, 3 таблицы, 16 источников, 5 приложений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА ОТ 5 ДО 15 СЛОВ ИЛИ СЛОВОСОЧЕТАНИЙ ИЗ ТЕКСТА РАБОТЫ В ИМЕНИТЕЛЬНОМ ПАДЕЖЕ ПРОПИСНЫМИ БУКВАМИ, В СТРОКУ, ЧЕРЕЗ ЗАПЯТЫЕ, БЕЗ ПЕРЕНОСА СЛОВ

Объект исследования –

Цель работы –

В результате исследования что сделано, и что получено. Результаты работы, их новизна и область применения. Объем реферата не более одной страницы.

Обязательный раздел (необходимо взять минимум один шаблон):

Применялись информационно-коммуникационные технологии \_\_\_

Использована прикладная программа \_\_\_\_

Проведен поиск информации в глобальных компьютерных сетях \_\_\_

\_\_\_ оформлено с применением информационных технологий …

Объем текста реферата – от 1000 до 1500 печатных знаков.

**ABSTRACT**

35 pages, 5 pictures, 3 tables, 16 sources, 5 appendixes.

KEYWORDS …

Перевод на английский русского реферата.

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ | | | | | | | | | | ……………………….6 | |
| ВВЕДЕНИЕ | ………………………………………………………………………..7 | | | | | | | | | | |
| 1 Наименование первого раздела | | | ………………………………………………..8 | | | | | | | | |
| 1.1 Наименование подраздела | | | | …………………………………………….8 | | | | | | | |
| 1.1.1 Наименование пункта | | | | | …………………………………………8 | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | |  |
| Номера и наименования следующего раздела | | | | | | .…………………………………9 | | | | | |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | | ………………………………………………………………….13 | | | | | | | | | |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ | | | | | | | | ……………………………14 | | | |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А Наименование приложения | | | | | | | ……………………………….17 | | | | |
|  | | | | | | | | |  | | |
|  | | | | | | | | | |  | |

(рекомендуем использовать Автособираемое оглавление с сохранением форматирования представленного в шаблоне)

**ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ**

Применяются следующие определения, обозначения и сокращения.

КМОП – комплементарный металл-оксид-полупроводник

КЯ – квантовая яма

**ВВЕДЕНИЕ**

Введение должно содержать оценку современного состояния решаемой научно-технической проблемы и исходные данные для разработки темы. Должны быть отражены актуальность и новизна темы, указаны цель и задачи исследований. Рекомендуемый объем введения не более трех страниц.

**1 Наименование первого раздела, переносы слов в заголовках не допускаются, точка в конце не ставится**

Рекомендуется следующие параметры рукописи: Шрифт Times New Roman, кегль 14, интервал – 1,5. Поля – по 2 см сверху и снизу, 3 см слева, 1,5 см справа. Печать односторонняя.

В основной части приводят данные, отражающие сущность, методику и основные результаты. Основная часть должна содержать:

– выбор и обоснование направления исследований, методы решения задач и их сравнительную оценку, описание выбранной общей методики проведения работы;

– описание процесса теоретических и (или) экспериментальных исследований, методы исследований, методы расчета, обоснование необходимости проведения экспериментальных работ, принципы действия разработанных объектов, их характеристики;

– обобщение и оценку результатов исследований, включающих оценку полноты решения поставленных задач и предложения по дальнейшим направлениям работ, оценку достоверности полученных результатов, обоснование необходимости проведения дополнительных исследований, отрицательные результаты, приводящие к необходимости прекращения дальнейших исследований.

**Номер и наименование следующего раздела, подраздела или пункта.** **Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов. Каждый раздел основной части начинают с новой страницы**

Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать непосредственно после текста, где они упоминаются впервые, или на следующей странице. На все иллюстрации должны быть даны ссылки. При ссылке необходимо писать слово «рисунок» и его номер, например: «в соответствии с рисунком 1» и т.д. Иллюстрации, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией в пределах раздела (например, 1.2, 3.2 и т.д) или всего документа (например, 1, 2, 3 и т.д.). Иллюстрации при необходимости могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок», его номер и через тире наименование помещают после пояснительных данных и располагают в центре под рисунком без точки в конце. Если наименование рисунка состоит из нескольких строк, то его следует записывать через один межстрочный интервал. Перенос слов в наименовании графического материала не допускается. Между подрисуночной подписью и основным текстом необходим разделитель в виде пустой строки.

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 1 – Схема прибора

Цифровой материал должен оформляться в виде таблиц. Таблицу следует располагать непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. На все таблицы должны быть ссылки. При ссылке следует печатать слово «таблица» с указанием номера. Наименование таблицы должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Наименование следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в следующем формате: Таблица Номер – Наименование таблицы. Наименование таблицы приводят с прописной буквы без точки в конце. Если наименование занимает две строки и более, то его следует записывать через один межстрочный интервал. Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другую страницу. При переносе части таблицы на другую страницу слово «Таблица», номер и наименование указывают один раз слева над первой частью таблицы, а над другими частями также слева пишут слова «Продолжение таблицы» и указывают ее номер. При делении таблицы на части допускается ее головку или боковик заменять соответственно номерами граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и (или) строки первой части таблицы. Таблица оформляется в соответствии с примером таблицы 1. Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией в пределах раздела (например, 1.2, 3.2 и т.д) или всего документа (например, 1, 2, 3 и т.д.). Заголовки граф и строк следует печатать с прописной буквы. В конце заголовков точки не ставятся. Названия заголовков указывают в единственном числе. Таблицы слева, справа, сверху и снизу ограничивают линиями. Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки и столбцы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей. В таблице допускается применять размер шрифта меньше (12 или 10), чем в основном тексте работы. Между подписью таблицы и основным текстом необходим разделитель в виде пустой строки.

Таблицы 1 – Номенклатура приставок

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Приставка МЭК | Множитель | Приставка СИ | Множитель |
| киби | 210=1024 | кило | 103 |
| меби | 220=1048576 | мега | 106 |
| гиби | 230=1073741824 | гига | 109 |
| теби | 240=1099511627776 | тера | 1012 |
| пеби | 250=1125899906842624 | пета | 1015 |
| эксби | 260=1152921504606846976 | экса | 1018 |
| зеби | 270=1180591620717411303424 | зетта | 1021 |
| йоби | 280=1208925819614629174706176 | йотта | 1024 |

Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если уравнение не умещается в одну строку, оно должно быть перенесено после знака равенства или после других математических знаков. На новой строке знак повторяется. При переносе формулы на знаке, символизирующем операцию умножения, применяют знак «×». Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они представлены в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента необходимо приводить с новой строки. Первую строку пояснения начинают со слова «где» без двоеточия и абзацного отступа. Формулы следует располагать посередине строки и обозначать порядковой нумерацией в пределах всего текста работы арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке. Например, в своей работе Ом записал закон в следующем виде:

, (1)

где – показания гальванометра (в современных обозначениях, сила тока),

– величина, характеризующая свойства источника напряжения, постоянная в широких пределах и не зависящая от величины тока (в современной терминологии, электродвижущая сила),

– параметр, характеризующий свойства установки (в современных представлениях – учет внутреннего сопротивления источника тока),

– величина, определяемая длиной соединяющих проводов (в современных представлениях соответствует сопротивлению внешней цепи).

Ссылки на порядковые номера формул приводятся в скобках, например: «в соответствии с формулой (1)», «согласно выражению (1)» и т.п. Допускается нумерация формул в пределах раздела работы. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, т.е. (2.1).

Должны быть приведены ссылки на использованные источники. При нумерации ссылок на документы используется сплошная нумерация для всего текста работы. Порядковый номер ссылки приводят арабскими цифрами в квадратных скобках в конце текста ссылки. При этом порядковый номер библиографического описания источника в списке использованных источников соответствует номеру ссылки. Ссылаться следует на документ в целом или на его разделы и приложения, например: «в работах [1]–[4]», «в работе [9], раздел 5» и т.п.

Подробные требования по оформлению представлены в ГОСТ 7.32–2017 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Заключение должно содержать:

– краткие выводы по результатам выполненной работы;

– оценку полноты решений поставленных задач;

– разработку рекомендаций и исходных данных по конкретному использованию результатов;

– результаты оценки научно-технического уровня выполненной работы в сравнении с лучшими достижениями в этой области.

Рекомендуемый объем заключения не более двух страниц.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

Сведения об источниках следует располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте работы или в алфавитном порядке и нумеровать арабскими цифрами с точкой и печатать с абзацного отступа.

Примеры оформления статьи в периодических изданиях и сборниках статей:

1. Гуреев В.Н., Мазов Н.А. Использование библиометрии для оценки значимости журналов в научных библиотеках (обзор) // Научно-техническая информация. Сер. 1. – 2015. – № 2. – С. 8–19.

2. Колкова Н.И., Скипор И.Л. Терминосистема предметной области «электронные информационные ресурсы»: взгляд с позиций теории и практики // Научн. и техн. б-ки. – 2016. – № 7. – С. 24–41.

3. Wang G., Atef M., Lian Y. Towards a Continuous Non-Invasive Cuffless Blood Pressure Monitoring System Using PPG: Systems and Circuits Review // IEEE Circuits and Systems Magazine. – 2018. – Vol. 18, No. 3. – P. 6–26.

4. Song S., Lin Q., van Hoof C., van Helleputte N. A 50μW Fully Differential Interface Amplifier With a Current Steering Class AB Output Stage for PPG and NIRS Recordings // IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs. – 2020. – Vol. 67, No. 9. – P. 1564–1568.

Примеры оформления книг, монографий:

5. Земсков А.И., Шрайберг Я.Л. Электронные библиотеки: учебник для вузов. – М.: Либервя, 2003. – 351 с.

6. Костюк К.Н. Книга в новой медицинской среде. – М.: Директ-Медиа, 2015. – 430 с.

7. Baker R. J. CMOS: Circuit Design, Layout, and Simulation. – Fourth edition. – Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2019. – 1235 p.

Примеры оформления многотомных изданий:

8. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Т. 3. Излучение. Волны. Кванты. – Москва: Мир, 1965. – 238 с.

9. Малый А.И. Введение в законодательство Европейского сообщества // Институты Европейского союза: учеб. пособие. – Архангельск: Новое закон. обозрение, 2002. – Разд. 1. – С. 7–26.

Примеры оформления тезисов докладов, материалов конференций:

10. Легогин Е.Ю. Организация метаданных в хранилище данных // Научный поиск. Технические науки: Материалы 3-й нзуч. конф. аспирантов и докторантов / отв. за вып. С.Д. Ваулин; Юж.-Урал. гос. ун-т. Т. 2. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – С. 128–132.

11. Антолольский А.Б. Система метаданных в электронных библиотеках // Библиотеки и ассоциации в меняющемся мире: Новые технологии и новые формы сотрудничества: Тр. 8-й Междунар. конф. «Крым-2001» / г. Судак, (июнь 2001 г.). – Т. 1. – М., 2001. – С. 287–298.

12. Парфенова С.Л., Гришакина Е.Г., Золотарев Д.В. 4-я Международная научно-практическая конференция «Научное издание международного уровня – 2015: современные тенденции в мировой практике редактирования, издания и оценки научных публикаций» // Наука. Инновации. Образование. – 2015. – № 17. – С. 241–252.

13. Shuaib M. 110dB Ω, 336MHz Bandwidth, Low Noise Transimpedance Amplifier // 2021 4th International Conference on Circuits, Systems and Simulation (ICCSS). – 2021. – P. 143–147.

14. De Villa A. A 3.86 uW Miller-Compensated Inverter Transimpedance Amplifier for Photoplethysmography Sensing // 2021 International Symposium on Electrical and Electronics Engineering (ISEE). – 2021. – P. 15–19.

Пример оформления диссертации и автореферата диссертации:

15. Покровский, А.В. Устранимые особенности решений эллиптических уравнений: дис. ... д-ра физ.-мат. наук: 01.04.10 / Покровский Андрей Владимирович. – М., 2008. – 178 с.

16. Шалыгин, В.А. Оптические и фотогальванические эффекты в объемных полупроводниках и двумерных структурах: автореф. дис. … д-ра физ.-мат. наук: 01.04.10 / Шалыгин Вадим Александрович. – Санкт-Петербург, 2013. – 32 с.

Пример оформления патентной документации:

17. BY (код страны) 18875 (№ патентного документа) С1 (код вида документа), 2010 (дата публикации).

Примеры оформления электронных ресурсов:

18. Статистические показатели российского книгоиздания в 2006 г.: цифры и рейтинги [Электронный ресурс]. – 2006. – URL: http://bookhamber.ru/stat\_2006.htm (дата обращения 12.03.2009).

19. Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года. – URL: http://govemment.ru/media/files/41d4b737638891da2184/pdf (дата обращения 15.11.2016).

20. Насырова Г. А. Модели государственного регулирования страховой деятельности // Вестник Финансовой академии. – 2003. – № 4. – URL: http://vestnik.fa.ru/4(28)2003/4.html (дата обращения 12.03.2009).

21. Web of Science. – URL: http://apps.webofknowtedge.com/ (дата обращения 15.11.2016).

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

**Наименование приложения**

Приложения могут включать графический материал, таблицы, расчеты, описания алгоритмов и программ. В тексте работы на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте работы. Каждое приложение следует размещать с новой страницы. Приложение должно иметь заголовок, который записывают с прописной буквы, полужирным шрифтом, отдельной строкой по центру без точки в конце. Приложения обозначают прописными буквами кириллического алфавита, начиная с А за исключением букв Ё, 3, И, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. Текст каждого приложения при необходимости может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится буква обозначения этого приложения. Приложения должны иметь общую с остальной частью работы сквозную нумерацию страниц.