|  |
| --- |
|  |
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ |
| ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  "МИРЭА - РОССИЙСКИЙ  ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ" |

# Кафедра КБ6 - Приборы и информационно-измерительные системы

Методические указания

по выполнению выпускной квалификационной работы бакалавра.

Направление подготовки 12.03.01 «Приборостроение»

*(код и наименование)*

Профиль "**Аналитическое приборостроение и интеллектуальные системы безопасности**"

Институт КБСП «Комплексной безопасности и специального приборостроения»

*(краткое и полное наименование)*

Форма обучения очная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Программа подготовки академический бакалавриат

*(академический, прикладной бакалавриат)*

Квалификация выпускника Бакалавр

Кафедра КБ6 «Приборы и информационно-измерительные системы»

*(краткое и полное наименование кафедры, разработавшей методические указания)*

Москва. 2021г.

Составили: доцент, к.т.н. В.А. Киселѐв, доцент, к.т.н. С.Ф. Мирсаитов и доцент, к.т.н. А.Б. Снедков

Содержание

Введение ……………………………………………………………

1 Требования к выпускной работе бакалавра ………………………..

2 Тематика ВКР………………………………………………………

3 Структура ВКР ..……………………………………………………

1. Содержание разделов ВКР……………………………….…………
2. Требования к оформлению ВКР………………….. ………..………

5.1 Общие положения …………………………………………………

* 1. Оформление текстовых документов ………………………………
  2. Оформление графических материалов …………………………...

1. Выполнение и защита ВКР …………………………………………

6.1 Оформление задания на ВКР ………………………………………

6.2 Выполнение ВКР ……………………………………………………

6.3 Защита ВКР ………………………………………………………..

Приложение А Пример оформления титульного листа к пояснительной записке

Приложение Б Пример оформления задания на ВКР

# Введение

Выполнение выпускной квалификационной работы (ВКР) является заключительным этапом обучения и имеет своей целью:

* расширение, закрепление и систематизацию теоретических знаний и приобретение навыков практического применения этих знаний при решении конкретной научной, технической, производственной, экономической или организационно-управленческой задачи;
* развитие навыков самостоятельных теоретических и экспериментальных исследований, оптимизации проектно-технологических и экономических решений;
* приобретение опыта обработки, анализа и систематизации результатов теоретических расчетов, экспериментальных исследований в оценке их практической значимости и возможной области применения;

-приобретение опыта представления и публичной защиты результатов своей деятельности.

Общие требования к ВКР по направлениям «Приборостроение» и

«Оптотехника» отражены в Государственном образовательном стандарте и в Положении об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений Российской Федерации, учитывающим рекомендации Учебно-методических объединений вузов России. Настоящие методические указания поясняют, детализируют и уточняют эти требования с учетом практики дипломного проектирования, сложившейся в МГУПИ на кафедре КБ6 «Приборы и информационно-измерительные системы».

1. Требования к выпускной работе бакалавра
   1. Выпускная квалификационная работа (ВКР) должна представлять собой теоретическое или экспериментальное исследование, связанное с решением общей задачи проектирования и отдельных, частных задач, определяемых особенностями подготовки по направлению. Выпускная работа должна быть оформлена в виде рукописи.
   2. Выполнение ВКР является заключительным этапом обучения студента по образовательной программе бакалавра и имеет своей целью:

* систематизацию, закрепление и расширение теоретических знаний по соответствующему направлению и приобретение навыков практического применения этих знаний при решении конкретных научных, инженерных, экономических и производственных задач;
* развитие навыков проведения самостоятельной работы и овладение методикой теоретических, компьютерных, экономических, проектно- конструкторских и технологических исследований при решении задач выпускной работы;
* приобретение опыта систематизации полученных результатов исследований, анализа и оптимизации проектных решений, формулировки положений и выводов как результатов выполненной работы, а также приобретение опыта их публичной защиты.
  1. ВКР является основным средством оценки уровня освоения профессиональных компетенций, предусмотренных образовательным стандартом для решения задач профессиональной деятельности (проектно-конструкторской, производственно-технологической, научно-исследовательской и организационно- технологической).
  2. ВКР выполняется в последнем семестре обучения. Задания на выпускную работу студентам выдаются в начале последнего семестра.

Подготовка ВКР осуществляется в течение всего последнего семестра.

* 1. За соответствие тематики и решаемых задач ВКР профилю направления, актуальность работы, руководство и организацию ее выполнения несет ответственность выпускающая кафедра и непосредственно руководитель работы.
  2. ВКР является важнейшим итогом обучения бакалавра: в связи с этим содержание выпускной работы и уровень ее защиты должны учитываться как основной критерий при оценке уровня подготовки выпускника и качества реализации образовательной программы бакалавра в университете.

1. Тематика ВКР

Тематика ВКР должна быть связана с решением актуальных задач приборостроения и соответствовать специальностям 20010.62 – Приборостроение или 20010.62 – Оптотехника.

Темой ВКР может служить разработка новых или модернизация существующих измерительных приборов и систем, систем автоматического контроля и управления, систем контроля состояния окружающей среды, а также исследования, направленные на развитие, создание и применение технологий и оборудования, в том числе систем автоматизированного проектирования средств измерений и лабораторных установок для использования в учебном процессе.

Выполнение ВКР по заявкам заинтересованных организаций, а также по тематике научно - исследовательской работы и заданиям кафедры считается наиболее приоритетным.

Студент может самостоятельно выбрать тему ВКР с необходимым обоснованием ее разработки и согласованием с руководителем ВКР.

1. Структура ВКР

Основными материалами ВКР являются пояснительная записка и графическая часть. В таблице 1 показана структура пояснительной записки, указаны рекомендуемые объемы текстовых и графических материалов и их распределение по разделам ВКР.

Таблица 1 - Структура и объем выпускной квалификационной работы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Число стр.  текста | Листов  гр. части |
| Титульный лист Задание  Содержание  Перечень листов графических материалов  Введение   1. Обзор 2. Постановка задачи 3. Техническое задание 4. Конструкторский раздел   Другие разделы (исследовательский, методический, экспериментальный, … )  Заключение  Список использованных источников Всего  Приложения | 1  1  1  1  1-2  5-6  1  1-2  30-35  6-10  1  1  50-60 | -  -  -  -  - 1  -  -  4-5  1  -  -  6-7 |

1. Содержание разделов ВКР
   1. Содержание раздела ―Введение‖

Во введении дают обоснование актуальности темы выпускной работы. Кратко излагают особенности и перспективы, касающиеся развития науки и техники в отрасли или подотрасли, к которым относится тема ВКР. Излагают

существо более узкой проблемы или научно-производственной задачи, решению которой должна способствовать разработка темы ВКР.

На первом листе раздела «Введение» размещается основная надпись

―штамп‖ для первого листа текста. С этого листа начинается текст пояснительной записки (см. Приложение Ж СТП МГУПИ).

* 1. Обзор по теме ВКР

На основе анализа технической и патентной литературы излагают существующие методы решения поставленной задачи. Проводят анализ известных технических решений с целью выявления их преимуществ и недостатков с учетом выбранной темы ВКР. На основе проведенных исследований выбирают направление работ по заданной теме.

В тексте обзора должна быть приведены необходимые рисунки, поясняющие использованные в обзоре технические решения, и приведены ссылки на источники информации. Приведенные рисунки или часть из них необходимо вынести на обзорный лист.

* 1. Постановка задачи

Формулируют общую цель проектирования и основные задачи, решаемые при выполнении разделов ВКР.

Постановка задачи должна быть изложена так, чтобы было ясно, в чѐм будет выражаться личный вклад студента в создание объекта проектирования.

* 1. Техническое задание на проектирование

На основе проведенного обзора и в соответствии с поставленной целью разрабатывают техническое задание на проектирование (Т.З.).

Требования Т.З. излагают в повелительном наклонении. Т.З. должно содержать:

* назначение прибора (устройства, системы);
* условия эксплуатации: общий срок эксплуатации, ресурс; режимы эксплуатации, продолжительность непрерывной работы; климатические условия эксплуатации (температура, влажность, давление и т. п.); механические условия (постоянные ускорения, вибрации идругие объективные условия эксплуатации – радиационные, биологические воздействия, условия транспортировки, хранения и т.д.);
* технические требования (диапазон измерения, характер изменения входной величины, допускаемые погрешности, характеристики надѐжности, характеристики источника питания, наличие дополнительных устройств, форма представления информации и т.п.);
* требования к конструкции (габариты, масса, требования к компоновке отдельных узлов, применение стандартных и унифицированных изделий, применение модулей и блоков, технологичность и экономичность конструкции, взаимозаменяемость элементов, блоков и т.п.);

Примечание - Во всех основных разделах пояснительной записки должны быть выводы о том, как обеспечивается выполнение соответствующих требований ТЗ.

* 1. Конструкторский раздел

Руководствуясь ТЗ и используя обзорный материал, прорабатывают возможные структурные, функциональные схемы, позволяющие удовлетворить требованиям ТЗ. Обосновывают выбор определѐнной схемы; выбирают элементы, входящие в структурную или функциональную схему устройства; указывают

функции, выполняемые элементами, входные и выходные параметры каждого элемента.

Производят необходимые расчѐты элементов функциональной схемы.

Перечисляют (с необходимым обоснованием) не требующие расчѐта стандартные, нормализованные, заимствованные элементы и изделия с указанием их основных параметров и характеристик.

Рассчитывают выходные характеристики ОП. Такими характеристиками могут быть, например, статические, динамические, энергетические характеристики, временные диаграммы.

При проектировании приборов дискретного действия (цифровых) в качестве характеристик могут быть рассмотрены временные диаграммы, а также информационные характеристики.

Проводят анализ возможных причин и источников возникновения погрешностей.

Руководствуясь особенностями эксплуатации, функционирования прибора (устройства) и предъявляемыми к нему требованиями, выделяют факторы, влияющие на выходные характеристики прибора, обосновывают, какими факторами можно пренебречь. Анализируют полученные значения погрешностей, проводят их сравнение с допустимыми (по ТЗ) значениями. Если полученное расчѐтное значение погрешности не укладывается в допустимый интервал, то дают рекомендации по уменьшению или компенсации погрешности.

Выполняют расчѐт надѐжности (вероятность безотказной работы,

наработка на отказ). Проводят сравнение рассчитанных показателей надѐжности с допустимыми согласно ТЗ значениями.

Приводят краткое описание конструкции; дают пояснения к чертежам общих видов и узлов. Более подробно описывают вновь разработанные, а также модернизированные узлы (блоки) прибора.

Рассматривают вопросы, связанные с регулировкой, наладкой, монтажом устройства. Излагают требования к необходимой при сборке, монтаже контрольно-проверочной аппаратуре, описывают особенности обслуживания и ремонта.

* 1. Исследовательский раздел

Приводят обоснование направления исследований. Разрабатывают модель объекта, методику еѐ исследования, результаты экспериментальных работ (если такие проводились).

* 1. В разделе ―Заключение‖ излагают основные результаты проектирования. Приводят основные технические показатели. Указывают, выполнена ли задача проектирования, удовлетворяет ли проект в целом требованиям технического задания на проектирование. Делают выводы о новизне и практической значимости ВКР, предполагаемой области применения, целесообразности и перспективах ее использования.
  2. В список источников включаются только источники, использован- ные при выполнении ВКР, и на которые имеются ссылки в тексте записки.

Нумерация источников должна соответствовать очередности их упоминания в записке.

* 1. В качестве приложений к пояснительной записке могут быть приведены схемы алгоритмов, тексты программ, результаты моделирования, расчеты и т.п.

Текст приложений в объем пояснительной записки не входит, но страницы записки имеют сквозную нумерацию, включая приложения.

1. Требования к оформлению ВКР
   1. Общие положения

Пояснительная записка и графический материал должны быть выполнены в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации

(ЕСКД), Единой системы программной документации (ЕСПД) и Стандартом предприятия СТП МГУПИ 2068752-5-2006.

В связи со спецификой учебной документации допускаются отклонения от требований Государственных стандартов, указанные в СТП МГУПИ.

* 1. Оформление текстовых документов
     1. Титульный лист и задание

**Титульный лист** является первой страницей пояснительной записки.

В титульном листе указывают: индекс и наименование выпускающей кафедры, полное наименование темы дипломного проекта (работы) в точном соответствии с утверждѐнным заданием, фамилию, имя, отчество дипломника (полностью), учебный шифр (по зачетной книжке), шифр группы, номер и наименование специальности.

Подписи соответствующих консультантов дипломного проекта, дипломник получает по мере выполнения каждого из разделов, а руководителя – по готовности всего проекта.

Пример заполнения титульного листа приведен в приложении А.

**В задании** указывают полное наименование темы проекта (работы).

Наименование ВКР должно соответствовать еѐ цели и содержанию.

В пункте ‖Исходные данные для разработки‖ кратко указывают конкретное задание на ВКР и основные характеристики объекта проектирования (исследования).

*Например : а) Спроектировать (разработать) прибор со следующими техническими характеристиками:......*

*б) Разработать систему автоматического контроля и управления микроклиматом в помещении со следующими параметрами:*

*температура 22±20С, влажность 50±10% при температуре окружающей среды*

*-40…+400С, влажности 30…90%.*

*в) Провести модернизацию (усовершенствование) с целью повышения точности (расширения диапозонов, улучшения технологичности*

*конструкции, условий эксплуатации, повышения эффективности, экономичности и т.п.) со следующими характеристиками или показателями (диапозоны,*

*точностные параметры, надѐжность, питание, условия эксплуатации,*

*показатели эффективности, экономичности, снижение трудоѐмкости и т. п.).*

*г) Провести исследование возможности измерения …. в диапазоне ….с точностью не хуже ….*

*д) Разработать пакет прикладных программ для автоматической градуировки средства измерений …*

В пунктах ―Основные разделы по специальности‖ указывают название раздела и его краткое содержание.

В пункте ― Перечень графического материала‖ указывают назначение листов графической части проекта в соответствии с разделом, к которому они относятся, и их количество. Например:

*Обзор 1л*

*Схемы и графики 3л*

*Чертежи (сборочные, общие виды) 2л*

Пример заполнения бланка задания приведен в приложении Б.

* + 1. Оформление материалов пояснительной записки

Пояснительная записка должна оформляться в соответствии с ГОСТ 2.105- 95, ГОСТ 7.32-2001 и Стандартом предприятия СТП МГУПИ 2068752-5-2006. Последовательность разделов в записке определяется настоящими методическими указаниями (Таблица 1), но при необходимости может изменяться по согласованию с руководителем ВКР.

* 1. Оформление графических материалов ВКР

К графическим материалам относятся схемы, чертежи, графики, фотографии и другие иллюстрации.

Графические материалы могут быть выполнены в виде плакатов (обзорный лист, графики, расчетные материалы и т.п.) или конструкторских (программных) документов (структурная, функциональная, принципиальная схемы, чертеж общего вида, сборочный чертеж, схема алгоритма). В последнем случае графические материалы должны соответствовать требованиям Стандарта предприятия СТП МГУПИ 2068752-5-2006 и Государственных стандартов ЕСКД и ЕСПД. При этом перечень элементов принципиальной схемы, спецификация и таблица составных частей изделия чертежа общего вида являются последующими листами соответствующей схемы или чертежа и прилагаются к указанным документам.

Конструкторские листы, программные документы должны быть выполнены в электронном виде с использованием графических программ (AUTOCAD, SPlan и др.). Выбранный масштаб должен соответствовать листам формата А1.

Все графические материалы должны быть напечатаны в формате А4. При этом конструкторские (программные) документы должны быть снабжены основной надписью (―штампом‖) для чертежей и схем (Приложение Н СТП МГУПИ). Поскольку масштаб основной надписи на листе формата А4 не позволяет получить подписи студента, консультанта и др., следует такую же основную надпись напечатать на обратной стороне листа в масштабе 1:1.

# Выполнение и защита ВКР

* 1. Оформление задания на дипломный проект

Задание составляется после выбора темы выпускной работы и согласования ее с руководителем.

Студент заполняет бланки задания в 2-х экземплярах. Необходимо внимательно подойти к наименованию работы (тема работы), поскольку ***после утверждения темы приказом ректора внесение каких-либо изменений в наименование недопустимо***.

Наименование ВКР должно соответствовать еѐ цели и содержанию.

Исходные данные для работы записывают в задание после их согласования с руководителем и консультантами. С ними также согласуются задания по разделам ВКР.

При составлении задания по каждому разделу необходимо получить подпись соответствующего консультанта на бланках задания, после чего подписать задание у руководителя и сдать его для утверждения заведующим кафедрой.

Если заведующий кафедрой не сочтет возможным утвердить задание, оно с письменными замечаниями возвращается студенту для его корректировки и согласования с руководителем ВКР. Исправления и дополнения на заполненном бланке задания не допускаются.

Утвержденные задания распределяются следующим образом:

* один экземпляр остается у студента;
* второй экземпляр сдается в деканат;

Задание на ВКР вместе с зачетной книжкой и с предъявлением паспорта студент должен сдать в деканат в установленные деканатом сроки.

* 1. Выполнение ВКР

После выполнения каждого раздела студент должен предъявить консультанту по соответствующему разделу материалы (расчеты, описание, чертежи) для уточнений и согласования. После согласования студент оформляет данный раздел в чистовом виде и получает подпись консультанта на титульном листе пояснительной записки.

Консультант должен также подписать листы графического материала (один экземпляр), если они предусмотрены заданием по данному разделу.

После получения подписей консультантов студент предъявляет проект руководителю ВКР на утверждение.

Руководитель проекта пишет отзыв на ВКР и направляет еѐ на рецензирование.

Полностью оформленная ВКР вместе с отзывом руководителя и рецензией предъявляется студентом нормоконтролеру для проверки соответствия их оформления Государственным стандартам и требованиям, изложенным в СТП МГУПИ и в данных методических указаниях.

Окончательно ВКР утверждается заведующим кафедрой или его заместителем.

Студент не менее, чем за три дня до защиты, сдает в деканат направление кафедры на защиту, отзыв руководителя и рецензию.

* 1. Защита ВКР

Для защиты проекта перед Государственной экзаменационной комиссией (ГЭК) дипломник должен подготовить доклад, в котором он должен кратко и лаконично в течение 8 – 10 минут изложить сущность выполненной работы. В докладе не следует касаться второстепенных деталей. Доклад должен сопровождаться презентацией, выполненной в электронном виде на основе графического материала и представляемой в процессе выступления студента членам ГЭК посредством компьютерного проектора. Весь графический материал при этом должен быть представлен копиями формата А4 в количестве 3 - x экземпляров для членов ГЭК.

Защита ВКР проводится на открытом заседании Государственной экзаменационной комиссии по утвержденному графику.

Процедура защиты ВКР включает:

* ознакомление членов ГЭК с темой представленной к защите работы;
* доклад дипломника;
* сообщение секретаря ГЭК о личных данных дипломника (период обучения в МТУ, средний балл и др.), а также ознакомление с отзывом руководителя и

рецензией;

* ответы дипломника на вопросы членов ГЭК по теме дипломного проектирования;
* закрытое заседание ГЭК, на котором выносится решение об оценке ВКР и рекомендациях в отношении дипломника;
* публичное оглашение результатов защиты .

После защиты студент должен сдать на кафедру пояснительную записку, один экземпляр графических материалов, CD-диск с записью всех материалов записки, графических материалов и презентацией и получить обходной лист.

Пояснительная записка должна быть освобождена от папки и прошита. В конце записки необходимо вшить файл, в который вложить графический

материал вместе со спецификациями и перечнем элементов принципиальных схем (если такие имеются).

Вручение диплома производится после сдачи студентом оформленного обходного листа.

*Приложение A*

*Пример оформления титульного листа к пояснительной записке*

|  |
| --- |
|  |
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ |
| ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  "МИРЭА - РОССИЙСКИЙ  ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ" |

Институт *КБСП* специальность (направление)

Кафедра *КБ - 6* квалификация (степень) *бакалавр*

# Утверждаю

Зав.кафедрой А.Б. Снедков

подпись, инициалы, фамилия

« » 20 г.

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

**к выпускной квалификационной работе бакалавра на тему:**

Дипломник

подпись, дата инициалы и фамилия

Группа шифр студента

Обозначение проекта (работы)

Руководитель проекта (работы)

подпись, дата инициалы и фамилия

Консультанты по разделам: Наименование разделов:

подпись, дата инициалы и фамилия

подпись, дата инициалы и фамилия

подпись, дата инициалы и фамилия

*Нормоконтроль*

подпись, дата инициалы и фамилия

МОСКВА 20\_\_ г

*Приложение Б*

*Пример оформления задания на ВКР бакалавра*

|  |
| --- |
|  |
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ |
| ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "МИРЭА - РОССИЙСКИЙ  ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ" |

Институт *КБСП* специальность (направление)

Кафедра *КБ - 6* квалификация(степень) *бакалавр*

# Утверждаю

Зав.кафедрой А.Б. Снедков

подпись, инициалы, фамилия

« » 20 г.

**ЗАДАНИЕ**

**НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТ**

Дипломник

Группа шифр

# Тема проекта (работы):

Утвержден(а) приказом ректора № от « » Срок представления проекта (работы) к защите « » Исходные данные для

20 г.

20 г.

разработки

# Содержание пояснительной записки:

**Введение** (обоснование актуальности темы)

# Обзор работ по решаемой проблеме и постановка задачи

**Основные разделы по специальности** (в соответствии с требованиями

Государственных образовательных стандартов)

**Перечень графического материала** (чертежи, схемы, графики, плакаты и другие иллюстрации разрабатываются в электронном виде):

# Консультанты по разделам:

подпись, дата инициалы и фамилия

подпись, дата инициалы и фамилия

подпись, дата инициалы и фамилия

# Руководитель проекта (работы)

подпись, дата инициалы и фамилия

**Задание принял к исполнению** « » 20 г.