

# МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Юго-Западный государственный университет»

Кафедра конструирования и технологии электронно-  
вычислительных средств

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор –  
проректор по учебной работе  
Е.А. Кудряшов  
«*27*» *февраля* 2011 г.



## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Методические указания по выполнению  
выпускной квалификационной работы бакалавра  
по направлению подготовки 210200.62

Курск 2011

УДК 621.317.08

Составители: В.Э. Дрейзин, О.Г. Бондарь, В.А. Пиккиев

Рецензент

Доктор технических наук, профессор *А.П. Типикин*

**Проектирование и технология электронной аппаратуры :** методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы бакалавра / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.Э. Дрейзин, О.Г. Бондарь, В.А. Пиккиев. Курск, 2011. 24 с.: ил. 1, табл. 1. Библиогр.: с. 18.

Излагаются методические указания по организации выполнения выпускных аттестационных работ бакалавра на различных этапах их подготовки, единые требования к оформлению выпускных работ, а также тематика и содержание выпускных работ с учетом специфики направления обучения.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утвержденной учебно-методическим объединением по специальностям автоматике и электроники (УМО АЭ), а также требованиям СТУ 04.02.030-2008 «Работы (проекты) курсовые, работы выпускные квалификационные. Общие требования к структуре, оформлению и защите».

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению 210200.62 «Проектирование и технология электронных средств».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 24.02.11 . Формат 60×84 1/16.

Усл. печ. л. 1,4. Уч.-изд. л. 1,26. Тираж 30 экз. Заказ 302 . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
1. Организация и обеспечение ВКР на подготовительном этапе .....	5
2. Выполнение предпроектных работ .....	6
2.1. Содержание предпроектных работ .....	6
2.2. Подбор темы ВКР.....	7
2.3. Уяснение и анализ технической задачи .....	8
2.4. Изучение литературы, проведение патентных изысканий и поиск аналогов .....	8
2.5. Выбор критериев эффективности разработки .....	9
3. Организация работ при выполнении ВКР.....	10
3.1. Этапы проектирования .....	10
3.2. Эскизное проектирование (ЭП) .....	10
3.3. Техническое проектирование (ТП) .....	11
3.4. Оформление ВКР .....	13
4. Методические указания по оформлению ВКР .....	13
4.1. Оформление расчётно-пояснительной записки .....	13
4.2. Оформление графического материала .....	16
4.3. Представление ВКР к защите .....	16
Библиографический список .....	18
Приложения .....	20
Приложение 1. Форма титульного листа ВКР бакалавра .....	20
Приложение 2. Форма технического задания (ТЗ) на выполнение ВКР бакалавра .....	21
Приложение 3. Пример оформления рисунка .....	22
Приложение 4. Пример оформления формулы .....	22
Приложение 5. Пример оформления таблицы .....	23

## ВВЕДЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа (ВКР) бакалавра является самостоятельной работой студента, после защиты которой Государственная аттестационная комиссия (ГАК) присваивает студенту академическую степень бакалавр техники и технологии с выдачей диплома государственного образца о базовом высшем профессиональном образовании.

Основная цель выполнения ВКР бакалавра – завершение формирования бакалавра техники и технологии, способного самостоятельно адаптироваться к следующим видам деятельности:

- проектно-конструкторской;
- технологической;
- организационно-управленческой и коммерческой,

а также привлекаться к таким видам деятельности, как инженерно-экономическая, инженерно-экологическая и преподавательская.

Выполнение ВКР призвано расширить, систематизировать и закрепить теоретические знания и практические навыки, полученные студентами в процессе выполнения учебного плана, включающего в себя изучение общеобразовательных, общетехнических и специальных дисциплин, производственные практики и курсовое проектирование.

ВКР может базироваться на курсовом проекте, выполненном по одной из профилирующих дисциплин (выбранной студентом по согласованию с выпускающей кафедрой) в течение последнего года (семестра) обучения, или может быть завершающим этапом работы по учебной научно-исследовательской работе студента, выполняемой студентом в течение четырех семестров, предшествующих защите ВКР.

Методические указания знакомят студента с необходимыми рекомендациями на соответствующих этапах выполнения ВКР, едиными требованиями к оформлению ВКР, организацией работ на различных этапах её выполнения, а также с возможной тематикой и содержанием ВКР с учетом специфики специальности, последовательностью и порядком контроля сроков выполнения ВКР.

Качество ВКР во многом определяется применением современных информационных технологий проведения научных исследований и проектирования технических объектов. Выполнение ВКР должно отличаться широким использованием средств вычислительной техники, комплексной миниатюризации, обеспечения надежности и высокого качества, научной, технической и экономической обоснованностью принимаемых технических решений, а также экологической защищенностью.

Процесс выполнения ВКР можно подразделить на три основных этапа:

- подготовительный (предпроектный);
- проектирование заданного технического объекта;
- оформление ВКР.

## **1. ОРГАНИЗАЦИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВКР НА ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ ЭТАПЕ**

Индивидуальные задания по УИРС и курсовое проектирование при изучении специальных дисциплин является необходимым условием качественного выполнения подготовительного этапа, т. к. оно позволяет предварительно подготовить студента к самостоятельному решению задач по разработке технического задания, проведению аналитического обзора по выбранной теме, выбору альтернативных вариантов решения технической задачи, критериев эффективности принимаемых технических решений, расчёту, конструированию и разработке технологии изготовления электронной аппаратуры с одновременной разработкой программного обеспечения на современном уровне.

В процессе производственных практик студент приобретает определённый задел для выполнения будущей ВКР. Преподавателем – будущим руководителем ВКР совместно со студентом подбирается тема ВКР и к последнему семестру обучения она уточняется и окончательно формулируется.

При изучении в течение трёх семестров дисциплины «Основы научных исследований и инженерного творчества» студент выполняет исследовательскую и проектно-экспериментальную работу по проектированию и изготовлению электронного средства со всеми

этапами разработки: предпроектные исследования, составление технического задания, патентный поиск, эскизный проект, изготовление, настройка и испытания макетного образца. В конце 5-го, 6-го и 7-го семестров студент защищает промежуточные отчеты по своей разработке перед комиссией из преподавателей выпускающей кафедры.

Темы ВКР обсуждаются на заседании выпускающей кафедры и после их одобрения утверждаются заведующим кафедрой. Одновременно утверждаются руководители ВКР и консультанты.

После согласования со студентами-выпускниками и утверждения тем ВКР на заседании кафедры руководитель ВКР и студент заполняют и подписывают техническое задание (ТЗ) на ВКР, которое затем утверждается заведующим кафедрой (форма ТЗ представлена в Приложении 1).

ТЗ к ВКР должно содержать организационно-экономический раздел в виде технико-экономического обоснования актуальности выполнения данной работы и основные количественные и качественные исходные данные для проведения исследований, системно-технического, схемотехнического, конструкторского, программного и технологического проектирования. В ТЗ должен быть представлен индивидуальный график выполнения ВКР с учетом ориентировочной трудоемкости отдельных этапов работы и ее оформления.

Выпускающая кафедра в период оформления студентом ВКР (в 8-м семестре) должна периодически рассматривать (не менее двух раз: первый – в апреле, второй – в конце мая) ход выполнения и отчет руководителей ВКР. Студенты-выпускники, значительно отстающие от намеченного графика выполнения ВКР, решением кафедры могут быть не допущены к защите ВКР и представлены к отчислению из университета.

## **2. ВЫПОЛНЕНИЕ ПРЕДПРОЕКТНЫХ РАБОТ**

### **2.1. Содержание предпроектных работ**

На подготовительном этапе необходимо выполнить следующие работы:

- подобрать тему ВКР;

- уяснить и проанализировать техническую задачу;
- изучить техническую литературу, в том числе и патентные источники, подобрать аналоги;
- выбрать и ранжировать по степени важности критерии эффективности технических решений и с их использованием проанализировать отобранные аналоги;
- выбрать оптимальное концептуальное решение поставленной задачи из возможных альтернативных решений;
- составить развернутое техническое задание на проектирование.

## **2.2. Подбор темы ВКР**

Подбор темы осуществляется студентом-выпускником совместно с руководителем ВКР. Тема должна полностью соответствовать направлению 210200.62 «Проектирование и технология электронных средств», содержать элемент новизны и иметь практическую ценность с учетом специализации студента в течение последних полутора лет обучения. Такая специализация может осуществляться через индивидуальное задание по дисциплине «Основы инженерного творчества», выдаваемое студенту в 5-м семестре, на основании которого студент в 5-8 семестрах выполняет учебно-исследовательскую или опытно-конструкторскую разработку в лабораториях кафедры, или в филиалах кафедры на промышленных предприятиях, или при выполнении курсовых проектов по одной из профилирующих дисциплин, выполняемых в течение 7-8-го семестров. Тема ВКР может быть также выбрана при прохождении студентом производственной практики на предприятии, если отвечает основным требованиям, предъявляемым к ВКР.

При подборе темы ВКР должна учитываться возможность выполнения системотехнического, схемотехнического, конструкторского и технологического проектирования, проектирования программного обеспечения, использования САПР. При этом может быть сделан акцент на один из перечисленных разделов, а остальные могут быть представлены в меньших объемах. Тема может носить научно-исследовательский характер. В этом случае некоторые из перечисленных разделов могут отсутствовать.

### **2.3. Уяснение и анализ технической задачи**

Уяснение задачи сводится к изучению проблемной ситуации, решению которой посвящается данная тема, предыстории её появления, условий, необходимых для её разрешения. При этом могут возникнуть следующие ситуации:

- требуется разработать принципиально новое электронное средство;
- требуется усовершенствовать уже существующее электронное средство в связи с изменившимися функциями и требованиями;
- требуется модернизировать электронное средство (схемотехнику, конструкцию или технологию) с целью снижения себестоимости, использования более современной элементной базы, повышения надежности, снижения энергопотребления, и др., при сохранении прежних функций.

В результате уяснения и анализа технической задачи должны быть получены следующие данные:

- описание потребности, которую должна удовлетворить данная разработка;
- качественное и количественное описание функций, которые должно выполнять разрабатываемое электронное средство;
- факторы внешнего окружения, влияющие на технические характеристики разрабатываемого электронного средства, в том числе:
  - техническое окружение,
  - рабочие условия эксплуатации,
  - требования безопасности, экологичности и эргономичности.

### **2.4. Изучение литературы, проведение патентных изысканий и поиск аналогов**

Объем и содержание этого этапа должен соответствовать рекомендованному методическим указаниям по выполнению инди-

видуальных заданий по дисциплине «Основы инженерного творчества» [1]. Методика выполнения этого этапа подробно рассмотрена в [2].

## **2.5. Выбор критериев эффективности разработки**

При сравнении разрабатываемого электронного средства с литературными аналогами в качестве критериев рекомендуется использовать:

- улучшение показателей назначения – технических характеристик (точности, производительности, надежности, скорости действия и др.);
- повышение качества (потребительских свойств, надежности средства);
- новые выполняемые функции, которых в прежних решениях не было;
- экономический эффект от внедрения разрабатываемого средства или технологии (ресурсосбережение, снижение стоимости, замена материалов более дешёвыми и др.).

В результате выполнения этапов 2.3, 2.4 и 2.5 должны быть оформлены следующие разделы пояснительной записки к ВКР:

1. Технико-экономическое обоснование актуальности разработки данного электронного средства.
2. Краткий аналитический обзор используемых литературных и патентных источников.
3. Возможные альтернативные концептуальные решения задачи (перспективные направления проведения дальнейшей разработки) и выбор оптимального решения.
4. Развернутое техническое задание на разработку или научно-исследовательскую работу.

Общий объем этих разделов пояснительной записки к ВКР должен составлять 12-15 страниц. При выполнении работы научно-исследовательского характера объем этой части может быть увеличен до 20 страниц.

### **3. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ВКР**

#### **3.1. Этапы проектирования**

ВКР предусматривает выполнение следующих этапов проектирования:

- эскизное проектирование;
- техническое проектирование.

Причем, техническое проектирование, как правило, выполняется не для всего проектируемого объекта, а для одного наиболее ответственного и оригинального узла. Для этого же узла разрабатывается и технология его изготовления (до уровня общего описания технологического процесса). При выполнении работ научно-исследовательского характера вместо указанных этапов могут выполняться работы по разработке плана и методики проведения исследований, разработке (или компоновке из стандартного лабораторного оборудования) лабораторной установки для проведения экспериментальных исследований. Далее подробно описываются результаты выполненных исследований, проводится их математическая обработка, интерпретация и формулируются выводы.

#### **3. 2. Эскизное проектирование (ЭП)**

На стадии ЭП после выбора наиболее перспективного концептуального решения реализуются основные конструктивные и схемные концепции разрабатываемого электронного средства. Разрабатываются структурные и функциональные схемы (с учетом внешнего окружения), выбирается элементная база, подбираются стандартные или унифицированные функциональные блоки и узлы, определяются требования к оригинальным функциональным блокам и узлам (разрабатываются частные ТЗ для их проектирования).

Далее разрабатывается общее конструктивное решение разрабатываемого объекта, определяется его внешний вид.

Затем разрабатываются структурные, функциональные и принципиальные схемы оригинальных узлов и блоков и проводятся необходимые технические расчеты (если разрабатываемый технический объект достаточно сложен, то заданием может быть предусмотрена разработка принципиальных схем лишь некоторых блоков и узлов).

Разработка и расчет схемотехнических решений должны в обязательном порядке включать в себя моделирование их на ЭВМ с исследованием их работоспособности и получаемых технических характеристик. Для этого следует воспользоваться любым стандартным программным пакетом, обеспечивающим возможность моделирования электронных схем.

Если заданием предусмотрена экспериментально-исследовательская часть или макетирование и экспериментальное исследование макетного образца всего объекта или его определенного узла или блока, то обязательно приводятся и описываются: схема всей экспериментальной установки (а не только самого макетного образца), используемые в ней измерительные приборы и другое лабораторное оборудование, план и методика проводимых исследований. Приводятся первичные результаты исследований в виде таблиц экспериментальных данных. Далее выбираются и обосновываются методы математической обработки экспериментальных данных и, если их объем достаточно велик, то для проведения такой обработки используется один из стандартных программных пакетов (MathCad, MatLab, Statistica и др.). Причем, применение стандартных математических программных пакетов обязательно должно сопровождаться обоснованием корректности применяемых методов для конкретных условий проведения эксперимента с кратким описанием используемых математических процедур. По результатам математической обработки экспериментальных данных строятся графические зависимости, диаграммы и другие наглядные способы интерпретации полученных результатов. Обязательно должны оцениваться погрешности эксперимента и делаться выводы о степени совпадения экспериментальных результатов с ожидаемыми.

При выполнении схемотехнической или конструкторской модернизации конкретно заданного прототипа электронного средства с сохранением всех его функций и основных показателей назначения этап ЭП может не выполняться. В этом случае имеется возможность приступить сразу к техническому проектированию.

### **3.3. Техническое проектирование (ТП)**

На стадии ТП производится разделение принципиальной схемы электронного средства на конструктивно законченные узлы

(печатные платы), выбираются их конструкции (двусторонняя или многослойная, с поверхностным монтажом или для ДИП-корпусов) и размеры, разрабатываются требования и исходные данные для автоматизированной разводки печатных плат. При составлении этих требований необходимо обязательно учитывать требования электромагнитной совместимости.

Затем с помощью одного из доступных программных комплексов САПР, производится автоматизированное проектирование печатных плат, и проводятся необходимые инженерные расчеты (тепловые, на вибростойкость и виброустойчивость и т.п.).

Если разрабатываемое электронное средство содержит в своем составе встроенную микропроцессорную систему или проектируемая система базируется на стандартной ЭВМ, то в задание может входить разработка программного обеспечения для данной системы. Однако, если задание содержит достаточно объемные системотехническую, схемотехническую и конструкторскую части, то разработка программного обеспечения, чаще всего, ограничивается разработкой и описанием укрупненного алгоритма и специфических требований к проектированию программного обеспечения, в частности, требований к человеко-машинному интерфейсу или протоколам обмена с системами нижнего и верхнего уровней.

Разработка программного обеспечения может составлять основное содержание работы, если целью задания является разработка какой-то прикладной программы, включая и локальную САПР для каких-то конкретных технических объектов. В этих случаях разработка программного обеспечения производится в полном объеме, включая и отладочные работы.

Технологическая часть ВКР выполняется для выбранного руководителем конструктивно законченного узла или блока. Технология разрабатывается до уровня общего описания технологического процесса. В частности, это может быть разработка технологического процесса изготовления печатных плат, или технологического процесса монтажа электронного узла, или технологии изготовления корпуса проектируемого устройства или блока.

Если технологическая часть составляет основное содержание ВКР, то технологический процесс разрабатывается более детально – до уровня маршрутных технологических карт.

### **3.4. Оформление ВКР**

На этом этапе завершается разработка текстовой и графической документации ВКР: выполняются необходимые чертежи, окончательно редактируется текстовая часть по каждому этапу работы, составляется техническое описание спроектированного устройства.

Вся документация (и текстовая, и графическая) выполняется в полном соответствии с требованиями ЕСКД и ЕСТД.

По результатам выполнения этапов проектирования (3.1-3.3) в пояснительной записке к четырем разделам, соответствующим предпроектной стадии выполнения работы должны быть добавлены следующие разделы:

5. Разработка структурной и/или функциональной схемы устройства.
6. Выбор элементной базы.
7. Разработка принципиальной схемы устройства.
8. Разработка конструкции выбранного функционального блока или узла (печатной платы), разводка печатной платы.
9. Конструктивные расчеты узла и расчет надежности проектируемого устройства.
10. Разработка технологического процесса изготовления элемента устройства.
11. Разработка программного обеспечения.

Общий объем этих разделов пояснительной записки не должен превышать 30 страниц.

## **4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ВКР**

### **4.1. Оформление расчетно-пояснительной записки**

Написание расчётно-пояснительной записки к ВКР рекомендуется проводить поэтапно по мере выполнения отдельных разделов в той последовательности, которая указана выше. Чтобы своевременно учесть замечания руководителя следует отдельные части записки показывать руководителю ВКР.

Весь объём текстового материала записки согласно [9] не должен превышать 60-70 страниц текста (шрифт Times New Roman, 14 пт, через 1,5 инт.).

Текст записки разбивается на разделы и подразделы, которые нумеруются арабскими цифрами. Номер подраздела образуется из номера раздела, в который он входит и порядкового номера подраздела в данном разделе.

«Введение» не нумеруется, а следующий раздел имеет номер 1.

Названия разделов печатаются полужирным шрифтом, а подразделов - обычным, после которых точки не ставятся. Разбиение подразделов на пункты не рекомендуется (но и не запрещается).

Пояснительные схемы, эскизы и другой иллюстрационный материал, размещаемый в тексте записки, оформляется в виде рисунков, которые снабжаются номерами, названиями и поясняющими надписями. Номера рисунков образуются из номеров раздела, в котором они размещаются, и порядкового номера рисунка в этом разделе. Название рисунка пишется после номера рисунка с заглавной буквы (номер рисунка заканчивается точкой), в конце названия точка не ставится. Допускается выполнение рисунков на кальке или миллиметровке. Необходимые пояснительные надписи размещаются ниже названия рисунка или даются в основном тексте (пример смотри в Приложении 3).

Математические формулы аналогично рисункам имеют двойную нумерацию (номер раздела и порядковый номер формулы в разделе). Формула должна приводиться сначала в буквенном виде с последующей расшифровкой всех входящих в нее величин. Размерность всех входящих в формулу физических величин должна соответствовать международной системе единиц СИ. Затем при необходимости проведения по приведённой формуле расчёта, подставляются цифровые значения всех входящих в неё величин и результат вычисления. Пример написания формулы приведен в Приложении 4.

Все таблицы, имеющиеся в тексте записки, должны иметь сквозную нумерацию и названия, которые пишутся сверху таблицы: сначала название, а затем таблица № (пример в Приложении 5).

При заимствовании расчётных формул, рисунков, таблиц и другого материала из литературных источников обязательны ссылки на этот источник. Все литературные источники нумеруются в порядке их упоминания (ссылок) в тексте расчетно-пояснительной записки. Ссылки оформляются в виде порядкового номера источника, заключённого в квадратные скобки (например [12]). При многократных ссылках на один и тот же источник, но на разные страницы допускается после номера источника указывать номер страницы, на которую делается данная ссылка (например [12, с. 54]).

Список литературных источников оформляется по следующей форме: порядковый номер источника, фамилии и инициалы авторов, название книги или статьи, наименование журнала или сборника, тома и номера, года выпуска и страниц (если источником является статья в периодическом журнале или сборнике) или название издательства, места и года издания (если источником является книга). При ссылке на всю книгу после года издания проставляется общее количество страниц в книге. При однократной ссылке на формулу или при приведении цитаты после года издания проставляется буква «С» и указывается номер страницы, на которую даётся ссылка. Разделительные знаки и знаки препинания между отдельными элементами обозначения источника лучше всего посмотреть в списках литературных источников, приводимых в конце тех книг и периодических изданий, на которые производятся ссылки.

Расчётно-пояснительная записка брошюруется в следующей последовательности:

- титульный лист (форма титульного листа на ВКР бакалавра дана в приложении 1),
- аннотация,
- задание на аттестационную выпускную работу (на бланке),
- содержание,
- введение,
- разделы расчётно-пояснительной записки,
- заключение,
- список литературы,
- приложения.

Записка переплетается в твёрдый переплёт или помещается в специальную папку.

## 4. 2. Оформление графического материала

К графическому материалу относятся чертежи и иллюстрационный материал, выполняемый в виде плакатов. Общий объём графического материала не должен превышать 5 листов формата А1.

Структурные, функциональные и принципиальные электрические и кинематические схемы выполняются в виде чертежей с полным соблюдением соответствующих стандартов. Аналогичны требования и к конструкторским чертежам (среди которых обязательно должен быть чертеж общего вида, один или несколько сборочных чертежей, не более одного листа детализовок).

Иллюстративный материал оформляется в виде плакатов и может состоять из блок-схем алгоритмов разрабатываемых программ или поясняющих функционирование проектируемого объекта; временных диаграмм, поясняющих принцип работы отдельных устройств объекта и вид информационных сигналов; графиков, иллюстрирующих результаты экспериментальных исследований или имитационного моделирования на ЭВМ, а также плаката, иллюстрирующего основные технические и экономические показатели проектируемого устройства.

Все чертежи выполняются карандашом на ватманской бумаге стандартных форматов (предпочтительно формата А1). Допускается использование чертежей, выполняемых плоттером с помощью САПР. Каждый чертеж должен иметь угловой штамп, общий вид которого приведен в [8]. При шифровке чертежей необходимо использовать буквенно-цифровой код:

ТЯМК.00.00.000.ХХ,

где: буквы «ТЯМК» – условное обозначение кафедры; первые два знакоместа (00) - номер сборочного чертежа; вторые два знакоместа (00) - номер подборки; третьи три знакоместа (000) – номер детали; ХХ - вид чертежа (СБ – сборочный чертёж, ЭС – принципиальная схема, ГЧ – габаритный чертёж и т.д).

## 4.3. Представление ВКР к защите

Студент-выпускник представляет все материалы ВКР руководителю работы, который после просмотра и визирования выдаёт

студенту заключение руководителя (1-2 стр. рукописного текста) с характеристикой выпускника как исполнителя ВКР, с отметкой новизны и актуальности научно-технических решений темы и с указанием недостатков, а также с выводом о целесообразности присвоения выпускнику квалификации бакалавра техники и технологии по направлению «Проектирование и технология электронной аппаратуры».

Материалы с визой руководителя ВКР студент-выпускник представляет на выпускающую кафедру для получения визы заведующего кафедрой. Заведующий выпускающей кафедрой решает вопрос о необходимости проведения предварительной защиты ВКР, передачи ВКР на рецензию внешнему рецензенту или о представлении ВКР к защите на заседании ГЭК по защитам ВКР бакалавра.

Дата защиты ВКР назначается приказом ректора университета. В день защиты студент-выпускник должен явиться на кафедру до начала работы ГЭК для подготовки материалов ВКР к защите.

Защита ВКР производится на открытом заседании ГЭК. В начале заседания председатель ГЭК зачитывает фамилию студента-выпускника, название ВКР, представленной к защите, и предоставляет студенту время для доклада (10-12 минут). После доклада выпускник отвечает на вопросы членов ГЭК и лиц, присутствующих на защите.

При докладе выпускник должен руководствоваться следующим порядком построения доклада:

- называется тема ВКР, показывается ее актуальность и данные технического задания;
- дается краткий анализ существующих конструктивно-технологических решений, почерпнутых из обзора литературных и патентных источников, и показывается их недостатки;
- перечисляются возможные альтернативные пути решения технической задачи, и обосновывается выбранный путь решения;
- освещаются все разделы основной части ВКР, в которых подчеркивается: обоснованность принятых решений, их новизна, использование САПР и вычислительной техники;

- дается заключение и делаются выводы с указанием конкретных достигнутых результатов, полученных в АВР.

Результат защиты ВКР оценивается членами ГЭК по 4-х бальной системе с учетом качества представленной ВКР и доклада выпускника, а также его ответов на заданные вопросы. По результатам защиты ВКР ГАК принимает решение о присвоении выпускнику квалификации бакалавра техники и технологии, о чем оформляется протокол, который подписывается членами ГЭК.

Авторов, выполнивших ВКР на высоком научно-техническом уровне, ГЭК имеет право отметить соответствующей рекомендацией (например: рекомендовать выпускника к поступлению в магистратуру, рекомендовать выполненную работу к внедрению, рекомендовать провести патентование предложенного технического решения и т.п.).

В случае неудовлетворительной защиты ВКР ГЭК вправе установить может ли выпускник представить ВКР к повторной защите с необходимой доработкой или должен разработать новую тему, утвержденную выпускающей кафедрой. К повторной защите студент допускается не ранее, чем через год.

Студентам-выпускникам, не защитившим ВКР по документально подтвержденной причине, защита ВКР может быть перенесена приказом ректора университета на срок до одного года.

Материалы ВКР хранятся в архиве университета и по запросу могут передаваться предприятиям, заинтересованным по внедрению разработанных достижений.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Основы научных исследований и инженерного творчества [Текст] : Методические указания по выполнению индивидуальных заданий по дисциплине «Основы научных исследований и инженерного творчества» / Курск, гос. техн. ун-т; сост. В.Э. Дрейзин. Курск, 2010. 23 с.

2. Основы научных исследований и инженерного творчества [Текст] : Методические указания по выполнению индивидуальных заданий по дисциплине «Основы научных исследований и инженерного творчества». Приложение 1. Проведение аналитического обзора и предварительных патентных изысканий по теме индивидуального задания / Курск, гос. техн. ун-т; сост. В.Э. Дрейзин. Курск, 2010. 9 с.

3. Основы научных исследований и инженерного творчества [Текст] : Методические указания по выполнению индивидуальных заданий по дисциплине «Основы научных исследований и инженерного творчества». Приложение 2. Выявление изобретательских ситуаций и решение изобретательских задач / Курск, гос. техн. ун-т; сост. В.Э. Дрейзин. Курск, 2010. 45 с.

4. ГОСТ 2.001-93. Единая система конструкторской документации. Общие положения [Текст] : Взамен ГОСТ 2.001-70, : введ. 96-07-01 : М.: ИПК Изд. стандартов, 2001. 43 с.

5. ГОСТ 2.105-95. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам [Текст] : Взамен ГОСТ 2.105-79, ГОСТ 2.906-71 : введ. 95-01-01 : М.: ИПК Изд. стандартов, 2001. 26 с.

6. ГОСТ 2.109-73. Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам [Текст] : Взамен ГОСТ 2.107-68: введ. 74-07-01 : дата посл. измен. 08-09-12 : М.: Стандартиформ, 2007. 33 с.

7. ГОСТ 3.1201-85. Единая система технологической документации. Система обозначений технологической документации [Текст] : Взамен ГОСТ 3.1201-74 : введ. 86-07-01 : М.: ИПК Изд. стандартов, 2000. 10 с.

8. Александров А.А. Электротехнические чертежи и схемы [Текст] / А.А. Александров, Е.Г. Кузьмина, М.: Энергоатомиздат, 1990. 288 с.

9. СТУ 04.02.030-2008. Работы (проекты) курсовые, работы выпускные квалификационные. Общие требования к структуре, оформлению и защите : стандарт Курск ГТУ / введ. 08-02-07. 45 с.

## ФОРМА ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА ВКР БАКАЛАВРА

Министерство образования и науки Российской Федерации Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Юго-Западный государственный университет» Кафедра _____		
<b>ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА</b>		
на соискание квалификации (степени) бакалавра _____		
_____ <small>(техники и технологии, менеджмента, экономики, юриспруденции и т.д.)</small>		
_____ <small>(название темы)</small>		
по направлению подготовки _____		
_____ <small>(код, наименование)</small>		
Автор работы _____	_____	_____
	<small>(подпись, дата)</small>	<small>(инициалы, фамилия)</small>
Группа _____		
Руководитель работы _____	_____	_____
	<small>(подпись, дата)</small>	<small>(инициалы, фамилия)</small>
Нормоконтроль _____	_____	_____
	<small>(подпись, дата)</small>	<small>(инициалы, фамилия)</small>
Главный специалист предприятия* _____	_____	_____
	<small>(подпись, дата)</small>	<small>(инициалы, фамилия)</small>
Работа допущена к защите		
Заведующий кафедрой _____	_____	_____
	<small>(подпись, дата)</small>	<small>(инициалы, фамилия)</small>
Оценка _____	Протокол ГЭК № _____	от _____
Председатель ГЭК _____	_____	_____
	<small>(подпись, дата)</small>	<small>(инициалы, фамилия)</small>
Курск 20 __ г.		
<small>* Примечание: Согласование с предприятием (организацией, учреждением) рекомендуется осуществлять при выполнении работы по материалам предприятия (организации, учреждения) или по его заказу.</small>		
<small>Ф 04.027</small>		

## ФОРМА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ (ТЗ) НА ВЫПОЛНЕНИЕ ВКР БАКАЛАВРА

<b>Министерство образования и науки Российской Федерации</b> Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования <b>«Юго-Западный государственный университет»</b>	
Кафедра _____	
<b>СОГЛАСОВАНО:</b> Гл. специалист предприятия*)	<b>УТВЕРЖДАЮ:</b> Зав. кафедрой
_____ <small>(подпись, инициалы, фамилия)</small> « ____ » _____ 20__ г.	_____ <small>(подпись, инициалы, фамилия)</small> « ____ » _____ 20__ г.
<b>ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ БАКАЛАВРА</b>	
Студент (слушатель) _____	шифр _____ группа _____
<small>(фамилия, инициалы)</small>	
1. Тема _____	
утверждена приказом по ЮЗГУ от « ____ » _____ 20__ г. № _____	
2. Срок представления работы к защите « ____ » _____ 20__ г.	
3. Исходные данные: _____	
_____	
4. Содержание работы (по разделам):	
4.1. Введение _____	
_____	
4.2. _____	
_____	
4.3. _____	
_____	
4.4. _____	
_____	
5. Перечень графического материала <i>(если предусмотрено заданием)</i> :	
_____	
_____	
Руководитель работы _____	_____
<small>(подпись, дата)</small>	<small>(инициалы, фамилия)</small>
Задание принял к исполнению _____	_____
<small>(подпись, дата)</small>	<small>(инициалы, фамилия)</small>
*) Примечание: Согласование с предприятием (организацией, учреждением) рекомендуется осуществлять при выполнении ДП (ДР) по материалам предприятия (организации, учреждения) или по его заказу.	
Ф 04.032	

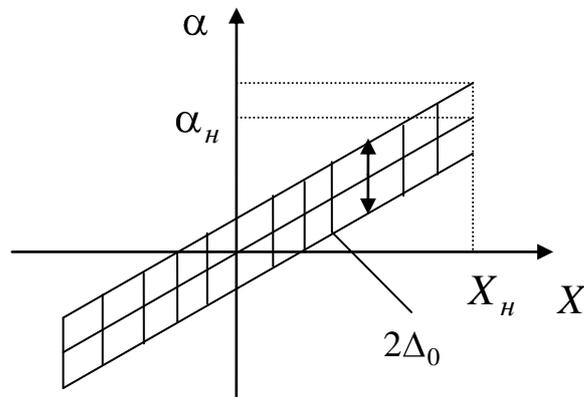
**ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ РИСУНКА**

Рисунок 1.1 – Аддитивная погрешность преобразователя

**ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ФОРМУЛЫ**

$$R = \rho \frac{l}{S}, \quad (4.15)$$

- где  $R$  – электрическое сопротивление проводника;  
 $l$  – длина проводника;  
 $\rho$  – удельное электрическое сопротивление материала проводника;  
 $S$  – площадь поперечного сечения проводника.

**ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ТАБЛИЦЫ**

Таблица 1.6 – Взаимодействие диска IDE с операционной системой

	BIOS	IDE	Результат
Секторов	63	255	63
Головок	255	16	16
Цилиндров	1024	65536	1024
Мах. размер	8,4 Гб	136,9 Гб	528 Мб

