

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

«УТВЕРЖДАЮ»:
Декан ЭФФ
_____ Г.С.Евтушенко

« ____ » _____ 2005г.

ИЗМЕРЕНИЕ НЕЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению курсового проекта по дисциплине
для студентов специальности 190900 (200106) –
«Информационно-измерительная техника и
технологии»

Томск 2005

УДК 621.317. 39 (075)

Методические указания по выполнению курсовых проектов по дисциплине «Измерение неэлектрических величин» для студентов специальности 190900 (200106)- «Информационно-измерительная техника и технологии» - Томск, изд-во ТПУ 2005.- 45 с.

Составитель: Б.Б.Винокуров

Рецензент: доцент, к.т.н. Э.И.Цимбалист

Методические указания рассмотрены и рекомендованы методическим семинаром кафедры информационно-измерительной техники 20 января 2005г.

Зав. кафедрой ИИТ
профессор

В.К.Жуков

Темплан 2005

© Винокуров Борис Борисович

© Томский политехнический университет

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с учебным планом специальности 190900 (200106) – «Информационно-измерительная техника и технологии» в 10 семестре по дисциплине «Измерение неэлектрических величин» выполняется курсовой проект. Курсовой проект предполагает разработку и проектирование преимущественно средств измерения неэлектрических величин нижнего уровня интеграции - первичных измерительных преобразователей и датчиков неэлектрических величин.

Сегодня сотни физических величин, в том числе параметров производственных и технологических процессов, приходится измерять в разнообразных и порой самых неблагоприятных условиях, что невозможно осуществлять без совершенных средств измерений и, в первую очередь, первичных измерительных преобразователей (ПИП) и датчиков. ПИП (датчики), как средства измерений, предназначенные для преобразований физических величин в удобные для измерений или дальнейших преобразований сигналы, являются основными звеньями любого средства измерения более высокого уровня – измерительных приборов, измерительных установок информационно-измерительных систем.

Датчики размещаются непосредственно на объекте измерения и преобразуют измеряемую величину в сигнал измерительной информации, чаще всего электрической природы, как наиболее удобный для дальнейшего преобразования, передачи по каналам связи и точного измерения.

Разработке датчиков всегда уделялось особое внимание. Постоянно повышаются требования к их точности, чувствительности, быстродействию. Характеристики средств измерений, содержащих датчики, определяется, прежде всего, метрологическими свойствами последних. Поэтому можно утверждать, что повышение качества измерительных преобразователей и датчиков служит главной предпосылкой повышения качества средств измерения в целом.

Все большее использование находят измерительные преобразователи и датчики, принцип работы которых основан на новых физических эффектах и явлениях. Эти разработки требуют более детального изучения и совершенствования.

В последние годы все более широкое распространение в мире получают новые классы средств восприятия и измерения, оснащенные микропроцессором, которые принято называть «интеллектуальными датчиками». Под этим термином понимают разные по возможностям классы средств измерений. Зачастую любой датчик, имеющий в своем составе микропроцессор, независимо от выполняемых этим микропроцессором функций, называется интеллектуальным. Современные интеллектуальные датчики являются многофункциональными программируемыми измерительными средствами, имеющими связи со стандартными полевыми

сетями.

Кроме обычных функций восприятия искомой величины и преобразования сигнала, современные интеллектуальные датчики выполняют ряд других функций, существенно улучшающих их технические и эксплуатационные характеристики. Это функции самодиагностики, информационные и управляющие функции, функции конфигурирования, форматирования и др.

К сожалению, наблюдается отставание разработки и внедрения современных датчиков от возрастающей потребности в них. Поэтому любые работы по их проектированию и созданию являются актуальными.

Настоящие методические указания предназначены для студентов специальности 190900 (200106) – «Информационно-измерительная техника и технологии» заочной формы обучения, а также для руководителей и консультантов курсового проектирования по названной специальности. Методические указания могут быть полезны и студентам смежных специальностей.

Методические указания составлены на основе действующих нормативных документов по дипломному проектированию в вузах, стандартов Томского политехнического университета и других нормативных документов (ПРИЛОЖЕНИЕ Д) и дополняют последние в части специфики организации, формирования тематики, оформления курсовых проектов по специальности «Информационно-измерительная техника и технологии».

При составлении настоящих методических указаний были использованы методические разработки и опыт ряда родственных кафедр Томского политехнического университета, а также обобщен многолетний опыт организации курсового проектирования на кафедре «Информационно-измерительной техники».

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Курсовой проект (КП) – учебная работа, выполняемая в процессе обучения и содержащая результаты поставленной задачи по отдельной учебной дисциплине или группе учебных дисциплин, оформленные в виде конструкторских, технологических, программных и других проектных документов.

Курсовое проектирование имеет своей целью:

- выявить степень подготовленности студента к самостоятельной работе применительно к современным условиям;
- показать свои знания и умения в решении сложных научно-технических задач;
- приобрести навыки проектирования, необходимые для выполнения в дальнейшем выпускной квалификационной работы (ВКР);
- формировать положительные мотивации на обучение;

- формировать культуру и стиль дисциплинарного мышления в категориях и терминах изучаемой дисциплины.

Указанные цели достигаются путем:

- приобретения навыков и освоения методов анализа и синтеза, выбора и обоснования при проектировании заданных объектов;
- развития самостоятельности при выборе методов достижения цели и творческой инициативы при решении конкретных задач;
- закрепления и более глубокого усвоения теоретических знаний и практических навыков в применении методов для решения конкретных задач.

Курсовой проект является самостоятельной работой студента, в которой он должен показать умение правильно формулировать технические условия на разработку средств измерений, находить оптимальные решения, пользоваться современным математическим аппаратом, отечественной и зарубежной технической литературой, в том числе и патентной, умело применять современные информационные технологии, а также качественно оформлять научно-техническую документацию и сопутствующий ей графический материал.

В курсовых проектах должны получить отражение новые достижения отечественной и зарубежной науки и техники по выбранному направлению, в том числе вопросы применения средств вычислительной техники.

Курсовой проект по возможности должен иметь реальное значение, направленное на разрешение конкретных задач теории и практики, внедрение которого в производство могло бы дать определенный эффект для народного хозяйства, или внести определенный вклад в науку и технику.

Курсовой проект это своего рода комплексная квалификационная работа, носит междисциплинарный характер. Степень разработки проекта дает возможность полно оценить способности, профессиональные знания и умения студента.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

На выполнение курсового проекта по учебной дисциплине «Измерение неэлектрических величин» в соответствии с учебным планом подготовки отводится 10 семестр.

В соответствии с этим за время зимней экзаменационной сессии 9-го семестра со студентами проводится установочная лекция, посвященная предстоящему курсовому проектированию, где рассматриваются общие положения, возможная тематика курсовых проектов, специфика проектирования средств измерения по учебной дисциплине и выпускной специальности, требования к содержанию и выполнению курсового проекта. Оговаривается порядок взаимодействия студента и руководителя, порядок и

сроки представления и защиты готовых работ.

Руководитель курсового проекта, а это, как правило, ведущий преподаватель учебной дисциплины, в соответствии с темой курсового проекта составляет ЗАДАНИЕ на курсовое проектирование на специальном бланке (ПРИЛОЖЕНИЕ Б).

Для успешной работы над будущим курсовым проектом на этапе выдачи задания студенту желательно четко представить себе все этапы разработки, оформления, представления и защиты проекта.

Без лишних деталей все последовательно решаемые во времени вопросы можно представить примерно следующим образом:

- формирование и формулирование темы курсового проекта (работы);
- разработка технического задания на проектирование;
- составление плана-графика разработки и оформления курсового проекта (работы);
- предварительная проработка технических материалов и основной литературы по теме проекта, патентных материалов с целью составления ПОЛНОГО СОДЕРЖАНИЯ проекта, краткой аннотации основных разделов проекта, что называется «для себя», а также перечня графического материала вплоть до названия деталей и форматов чертежей;
- собственно работа над проектом, консультации по вопросам проекта;
- обсуждение материалов законченного курсового проекта с руководителем курсового проектирования;
- редактирование и окончательная корректировка материалов проекта, форм его представления с учетом замечаний руководителя курсового проектирования и возможных консультантов;
- оформление курсового проекта (работы) как технического документа;
- представление готового проекта;
- защита курсового проекта (работы) в экзаменационной комиссии (ЭК), как правило, в составе не менее 2-х человек.

Участие руководителя курсового проектирования в составлении ПОЛНОГО СОДЕРЖАНИЯ проекта, как начальной стадии проектирования, существенным образом может повлиять на всю последующую работу над дипломным проектом. Наличие ПОЛНОГО СОДЕРЖАНИЯ проекта «перед глазами» обеспечивает:

- целенаправленность и эффективность работы;
- предварительную оценку полноты имеющихся материалов;

- возможность параллельной работы над различными разделами проекта (работы);
- выявление сложных вопросов, решению которых необходимо уделить внимание;
- возможность целесообразно и логически оправданно распределить общий объем материалов по разделам проекта.

Составление ПОЛНОГО СОДЕРЖАНИЯ создает мысленную модель будущего проекта, что существенным образом снижает нервную и психологическую нагрузку при последующей работе над проектом.

3. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

Тематика курсовых проектов должна быть актуальной, соответствовать современному состоянию и перспективам развития науки и техники, по своему содержанию соответствовать ЦЕЛЯМ И ЗАДАЧАМ, изложенным в разделе 1 настоящих указаний. Сами курсовые проекты должны по возможности выполняться на реальные темы.

Тематика курсовых проектов должна соответствовать квалификационным характеристикам дипломированного специалиста по специальности 190900 (200106) – «Информационно - измерительная техника и технологии» и содержанию теоретического курса «Измерение неэлектрических величин». Этим требованиям удовлетворяют темы, связанные с проектированием различных средств измерения неэлектрических величин, поверочных комплексов, информационно-измерительных систем, приборов и устройств для измерения и контроля большого разнообразия физических величин - магнитных и неэлектрических.

Конкретное название темы курсового проекта и задание на его выполнение может быть утверждено в разных вариантах:

- руководитель по собственной инициативе формулирует и согласует со студентом название темы или варианты тем, причем, студенту предоставляется право выбора темы курсового проекта;
- студент предлагает для проектирования свою тематику, связанную, например, с настоящей или будущей профессиональной его деятельностью с необходимым обоснованием целесообразности её разработки;
- название темы формулируется в контексте выполнения будущей выпускной квалификационной работы (ВКР), если курсовой проект выполняется по т.н. пути «сквозного проектирования».

Научное направление работ, выполняемых на кафедре ИИТ, значительно расширяет тематику курсового проектирования. Это, прежде всего проектирование средств неразрушающего контроля материалов и изделий (дефектоскопия, структуроскопия, толщинометрия), а также разработка средств измерений для целей медицинской диагностики и др.

Тематика курсовых проектов может включать в себя выполнение теоретических и экспериментальных исследований, путем создания математических и физических моделей, расширенных в ряде случаев опытно-конструкторскими проработками.

Примеры названий тем курсовых проектов и работ, выполненных в разное время, приведены в ПРИЛОЖЕНИИ В

4. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Задание на курсовое проектирование определяет содержание и объем проектных работ студентов, и основные технические требования к проектируемому средству измерения. Оно является основным документом, которым руководствуется студент в период курсового проектирования.

Задание составляется руководителем курсового проектирования при участии студента. Оно составляется по установленному образцу (ПРИЛОЖЕНИЕ Б), куда вносятся (рукописным или печатным способом) :

- ТЕМА ПРОЕКТА (дословно);
- СРОК СДАЧИ студентом законченного проекта - с указанием установленной даты ПРЕДСТАВЛЕНИЯ;
- ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ к проекту, включающие в себя данные по объекту исследования, метрологические характеристики, эксплуатационные условия, габариты проектируемого устройства;
- СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ с указанием всех разделов проекта, подлежащих разработке;
- ПЕРЕЧЕНЬ и содержание ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ с точным указанием обязательных объектов графического изображения и форматов чертежей;
- КОНСУЛЬТАНТЫ по специальным вопросам проекта, если в этом есть необходимость, с указанием относящихся к ним разделов проекта.

В заключение проставляются дата выдачи задания и подписи руководителя проектирования и студента.

5. ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

5.1 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Основным документом на проектирование технических средств измерения (датчиков) является техническое задание. По определению - *техническое задание* (ТЗ) – документ, определяющий исходные требования, предъявляемые к объекту разработки, а также объем, форму и сроки представления результатов работы по технической специальности, направлению или дисциплине.

В ТЗ содержатся основные данные, являющиеся исходными для расчета и проектирования. Техническое задание составляется исполнителем (студентом) и согласовывается с заказчиком (руководителем) и предполагает разработку требований, предъявляемых к датчику. Объем ТЗ зависит от сложности проектируемого датчика, но по составу все ТЗ достаточно однородны и содержат следующие разделы:

- назначение и комплектность;
- технические требования;
- эксплуатационные условия;
- требования к конструкции;
- требования по надежности;
- требования к технической документации.

В разделе «*Назначение и комплектность*» формируются общие требования к разрабатываемому средству измерения (датчику): дается название, определяется его место в структурной схеме прибора, описываются условия работы и взаимодействие с объектом измерения и последующими устройствами, использующими получаемую датчиком информацию от объекта измерения. Перечисляются те устройства, которые должны быть рассчитаны или выбраны для работы в комплекте с датчиком. Этот раздел дает общее представление о разрабатываемом датчике.

Раздел «*Технические требования*» содержит сведения о технической сущности датчика. В этом разделе дается полная характеристика измеряемой величины. Характеристика задается в виде требований к диапазону (пределам) измерения датчика и к частотному диапазону. Диапазон измерений может быть симметричным, когда измеряемая величина является знакопеременной, и несимметричным. При несимметричном диапазоне измерения минимальное и максимальное значения измеряемой величины не равны по абсолютному значению. Пределы измерения назначаются в соответствии с рядами *предпочтительных номиналов*.

Частотный диапазон средства измерения (датчика) отражает его способность к восприятию изменения измеряемой величины. Чаще всего требования к частотному диапазону формируются применительно к синусоидальной форме изменения измеряемого параметра в виде значений нижней и верхней граничных частот. Если нижняя граничная частота равна нулю, то датчик называется статико-динамическим, т.е. способным измерять как постоянную составляющую входной величины, так и переменную. Если нижняя граничная частота не равна нулю, то датчик называется динамическим, т.е. измеряющим только переменную составляющую входной величины. В тех случаях, когда необходимы измерения скачкообразно изменяющихся параметров и характеристик процессов, требования к частотным свойствам датчика могут быть заданы в виде допустимой скорости изменения измеряемой величины.

Для некоторых параметров, таких, как давление или сила, требования

к амплитудному и частотному диапазонам работы датчика определяют и требования к мощности измеряемой величины. Но для большинства параметров (перемещение, ускорение, температура, расход и т.д.) этих требований недостаточно и поэтому должна быть задана величина, характеризующая мощность объекта измерения или характеристика, позволяющая вычислить эту мощность. Для датчика перемещения, например, такой характеристикой может быть допустимое контактное усилие, для датчика ускорения - его допустимая масса.

В разделе дается также полная характеристика выходной величины: тип выходного сигнала, его номинальное значение и мощность. В качестве, например электрического выходного сигнала используются напряжение, ток, относительное изменение сопротивления или частоты измерительной цепи датчика. Номинальное значение выходных сигналов устанавливается соответствующим рядом предпочтительных чисел или (при большой мощности выходного сигнала) - нормализованным значением

В качестве характеристики мощности обычно дается требование к значению сопротивления нагрузки.

Требования к точности разрабатываемого датчика, как правило, формулируются в виде требований к основной и дополнительной погрешностям датчика. В некоторых случаях даются требования к отдельным составляющим основной погрешности: нелинейности, дискретности и т.п.

В этом же разделе приводятся данные, характеризующие источник питания: значение и частота напряжения или тока питания, допустимые пределы отклонения значений напряжения и частоты питания, значение и допустимые пределы изменения входного сопротивления датчика.

В разделе *«Эксплуатационные условия (требования)»* описываются условия эксплуатации датчика. Это, в первую очередь, параметры и характеристики окружающей среды: температура, влажность, давление, значения параметров электрических и магнитных полей и т.п. Точное знание параметров окружающей среды позволяет оптимально подойти к выбору материалов измерительных преобразователей датчика и наиболее точно определить его функцию преобразования. Поэтому в этом разделе формируются не только пределы изменения параметров окружающей среды, но приводятся и значения скорости их изменения, время воздействия того или иного параметра. Исчерпывающей характеристикой воздействия на датчик окружающей среды является закон распределения параметров.

Важными являются требования по устойчивости датчика к различным механическим воздействиям: вибрациям, ускорениям, ударам. Часто эти воздействия являются очень значительными и поэтому должны быть правильно сформулированы. Если задан частотный диапазон вибраций, то обязательно должна быть задана амплитуда вибраций в единицах перегрузок для высоких частот и в единицах перемещений для низких частот, задано

время воздействия вибраций и закон распределения частоты и амплитуды вибрации.

В этом же разделе могут быть сформулированы и другие требования, характеризующие условия работы датчика.

В разделе «Требования к конструкции» предусматривают обеспечение допустимых или минимальных габаритных размеров и массы, оговаривается использование стандартных и серийно выпускаемых элементов и комплектующих изделий. Очень часто в этом разделе задаются требования по установке датчика на объекте измерения, по стыковке датчика с последующим звеном в тракте преобразования информации, о соединительных линиях и т.д.

В разделе «Требования по надежности» устанавливается значение вероятности безотказной работы, время непрерывной работы датчика, сроки хранения, число циклов работы и другие параметры датчика, характеризующие его надежность.

В разделе «Требования к технической документации» должны быть представлены перечень графического материала и раскрыто содержание расчетно-пояснительной записки.

В ТЗ могут включаться и другие разделы, характеризующие специфичность датчика и дополняющие его характеристику.

Следует заметить, что требования всех пунктов ТЗ должны найти свое отражение в материалах курсового проекта

Разработка ТЗ на проектирование является одним из наиболее ответственных этапов проектирования. ТЗ должно выглядеть, безотносительно к конкретному курсовому проекту, примерно таким образом:

I. НАЗНАЧЕНИЕ И КОМПЛЕКТНОСТЬ

1. Средство измерения (датчик) предназначен для измерения значений (подробное указание неэлектрической величины) и выдачи электрического сигнала на вход (указать, на вход какого устройства - ИИС, АСУ и т.п.).

2. В комплект средства измерения (датчика) должны входить: перечисляются серийные изделия и преобразователи, например, стабилизированный источник питания, преобразователь с унифицированным выходным сигналом, усилитель, соединительный кабель и т.д.

II. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

3. Пределы измерения измеряемой величины.

4. Характер изменения измеряемой величины во времени.

5. Требования к выходной величине (ток, напряжение, частота) и, если необходимо, то и диапазон изменения измеряемой величины.

6. Частотный диапазон средства измерения (датчика).

7. Основная и дополнительная погрешности.

III. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ УСЛОВИЯ

8. Средство измерения (датчик) должен питаться от источника напряжения (тока) с напряжением ... В, частотой ...Гц.

9. Значение питающего напряжения может изменяться в пределах от +... до - ...

10. Частота питающего напряжения может изменяться в пределах ...

11. Температура окружающей среды может изменяться в пределах от... до... град. С со скоростью не более град/мин.

12. Предельно допустимое время непрерывной работы при нормальной температуре окружающей среды не менее ...часов, при максимальной температуре - не менее ... часов (минут).

13. Вибрация и тряска датчика происходят с ускорением до... м/с² в диапазоне частот... Гц.

14. Давление окружающей среды изменяется в пределах от... до... Па.

15. Относительная влажность окружающей среды при температуре...град. С составляет...%

16. Возможно попадание на датчик осадков в виде дождя, снега, брызг воды (или агрессивных жидкостей).

IV. ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ И ОСОБЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

17. Допустимые габаритные размеры и масса датчика.

18. Конструктивное выполнение способа крепления датчика к объекту измерения.

19. Конструктивное выполнение электрических соединений датчика с источником питания и выходным устройством.

20. Конструктивные требования по обеспечению работоспособности датчика в условиях п.п.11-16.

V. ТРЕБОВАНИЯ ПО НАДЕЖНОСТИ

21. Вероятность безотказной работы должна быть не менее...

22. Число циклов работы должно быть не менее...

VI. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

23. Содержание технической документации, представляемой в результате проведенной разработки (пояснительная записка, чертежи).

Для большей наглядности ниже приведен пример составления ТЗ

ПРИМЕР

ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

I. НАЗНАЧЕНИЕ И КОМПЛЕКТНОСТЬ

1. Датчик предназначен для измерения динамических давлений

жидкостей и газов в мощных энергетических установках и агрегатах и выдачи электрического сигнала, пропорционального давлению, на вход информационно-измерительной системы.

2. В комплект с датчиком должны входить: нормирующий преобразователь с унифицированным выходным сигналом - постоянный ток (0-4) мА, стабилизированный источник напряжения питания, соединительный кабель.

II. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

3. Пределы измерения: (1; 1,5; 4; 6; 10) 10^5 Па.

4. Частотный диапазон измерения датчика до 500 Гц.

5. Основная погрешность составляет 1,5%, дополнительная погрешность - 2,5%.

III. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ УСЛОВИЯ

6. Датчик должен питаться от источника переменного тока напряжением 25 В с частотой 10 кГц.

7. Значение питающего напряжения в процессе измерения может изменяться не более чем на 0,1 В.

8. Температура окружающей среды (воздуха) может изменяться в пределах от 15°C до 45°C со скоростью 1°C/с.

9. Измеряемая среда - агрессивные и неагрессивные газы и жидкости. Температура измеряемой среды от 100°C до +200°C. Скорость изменения температуры измеряемой среды до 20°C/с (термоудары).

10. Относительная влажность воздуха окружающей среды до 95% при температуре 40°C.

11. Время непрерывной работы датчика при температуре измеряемой среды +50 ...200°C не менее 2 часов.

IV. ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ

12. Датчик должен иметь минимальные габариты и массу.

13. Подсоединение датчика к объекту должно осуществляться с помощью резьбового соединения М18х1,5.

Для съема сигнала и подачи напряжения на датчике должен быть установлен разъем типа 2РМГ.

14. Обеспечение заданного предела измерения должно осуществляться в пределах единого конструктивного оформления датчика с максимально возможной унификацией деталей и размеров.

V. ТРЕБОВАНИЯ ПО НАДЕЖНОСТИ

15. Число циклов работы должно быть не менее 10^4 .

16. Вероятность безотказной работы не менее 0,95.

VI. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

17. Пояснительная записка.

18. Плакаты.

19. Чертежи.

5.2 ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Приведенные ниже материалы показывают этапы полного цикла проектирования технических средств. Курсовой проект в силу ограниченности объема затрагивает не все рассмотренные моменты. Однако для получения общего представления есть смысл привести все этапы подробнее.

Разработка новых средств измерений (датчиков) состоит из двух основных этапов: научно-исследовательского (НИР) и опытно-конструкторского (ОКР).

На этапе НИР производится расчетная и исследовательская проработка всех вопросов, решение которых позволяет составить представление об общем облике разрабатываемого средства измерения (датчика). В результате НИР составляется научно-исследовательский отчет, в котором излагаются результаты проведенных исследований, рассматриваются принципы построения датчика и возможности его технической реализации.

ОКР является инженерным воплощением результатов НИР в виде принципиальной и конструктивной схем датчика. Результаты этой части разработки составляют содержание основного инженерного решения. Конечными результатами ОКР являются теоретические, экспериментальные и расчетные исследования, конструкторско-технологическая проработка и технико-экономическая оценка датчика. Этап заканчивается выпуском полного комплекта технической документации на средство измерения (датчик), изготовлением и испытанием опытного образца.

Основные определения изложены в ГОСТ 7.103-68. НИР включает стадии разработки технического задания и технического отчета, а ОКР-ТЗ, техническое предложение, техническое и рабочее проектирование.

Вопросы разработки технического задания (ТЗ) рассматривались выше достаточно подробно. Можно отметить, что качество разработки ТЗ определяет качество будущего устройства, затраты на его проектирование, изготовление и эксплуатацию, жизнеспособность устройства.

Надо стремиться, чтобы параметры устройства были заданы оптимально и полно, чтобы удовлетворение заданных характеристик могло обеспечиться наиболее простыми, доступными и перспективными средствами.

Техническое предложение - это совокупность конструкторских документов, содержащих технические и технико-экономические обоснования целесообразности разработки датчика и различные варианты возможных решений, сравнительную оценку решений с учетом технических, конструктивных и эксплуатационных особенностей разрабатываемого датчика и уже существующих, в том числе и зарубежных. На этой стадии разрабатываются объективные критерии оценки устройства датчика, приводится обзор литературных (и патентных) материалов.

Основным конструкторским документом стадии разработки

технического предложения является расчетно-пояснительная записка, включающая:

- обзор методов и принципов построения датчиков;
- анализ существующих датчиков и выбор вариантов возможных решений;
- технико-экономическое обоснование целесообразности разработки данного типа датчика.

Третья стадия проектирования - это разработка *эскизного проекта* (ЭП). Эскизный проект - это совокупность конструкторских документов, содержащих принципиальные схемы, основные конструкторские решения, а также данные, определяющие назначение, параметры и габаритные размеры. При разработке ЭП производится расчет основных параметров и характеристик устройства, осуществляется изготовление макетов устройства, экспериментальное исследование характеристик, не подлежащих расчету, и экспериментальная проверка основных расчетных данных. Успешное проведение эксперимента во многом определяется программой и методикой испытаний.

При выполнении эскизного проекта должны быть разработаны следующие основные конструкторские документы:

- расчетно-пояснительная записка, в которую включается расчет основных параметров и характеристик устройства;
- чертеж общего вида;
- принципиальная электрическая схема;
- программа и протокол испытаний макета.

В расчетно-пояснительной записке определяется объем и производится сам расчет. Результаты расчета приводятся в виде таблиц, графиков, номограмм. Производится анализ расчетных данных и выбор оптимальных соотношений между параметрами и характеристиками датчика.

Чертеж общего вида датчика - это изображение конструкции изделия, дающее представление о взаимодействии его составных частей и принципа работы.

Принципиальная электрическая схема отражает все электрические связи между элементами датчика.

Эскизный проект после согласования, а часто после защиты, подлежит утверждению в установленном порядке и является основанием для разработки технического проекта или рабочей конструкторской документации.

Технический проект - совокупность конструкторских документов, содержащих окончательные технические решения и дающих полное представление об устройстве разрабатываемого изделия, а также исходные данные для разработки рабочей документации. На этой стадии производится разработка проектов технических условий (ТУ), технического описания (ТО), комплекта рабочих чертежей. Утвержденный технический проект служит основанием для создания рабочей документации опытного образца.

Рабочий проект является завершающей стадией процесса конструирования. При этом производится разработка конструкторских документов опытного образца, его изготовление и приемочные испытания. Опытные образцы изготавливаются в небольшом количестве. В ходе приемочных испытаний, проводимых по соответствующей программе, проверяют соответствие изделий требованиям ТЗ и правильность оформления технической документации. Производится утверждение ТУ и ТЗ, разработка технологической оснастки и технологического процесса.

Далее на стадии рабочего проекта идет изготовление установочной серии устройства, назначением которой является полная проверка технологической оснастки и технологического процесса. После изготовления и испытания установочной серии процесс разработки изделия считается законченным.

После изготовления и испытания установочной серии всю конструкторскую документацию окончательно корректируют (по результатам испытаний) и принимают решение об окончании освоения продукции.

Проектирование средств измерений (датчиков), включающее рассмотренные выше этапы, заканчивается разработкой комплекта конструкторской документации, пригодной для организации промышленного изготовления средств измерений с заданными характеристиками. В стране принята Единая Система Конструкторской документации (ЕСКД). Ниже приведены полезные сведения, дающие представление об ЕСКД.

Виды изделий. В соответствии с ЕСКД (ГОСТ 7.101-68) изделием называют любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. В зависимости от назначения изделия делятся на изделия основного производства и изделия вспомогательного производства. К изделиям основного производства относятся изделия, предназначенные для поставки (реализации). К изделиям вспомогательного производства относятся изделия, предназначенные для собственных нужд предприятия, изготавливающего его.

Средства измерений, как предметы производства, относятся к изделиям основного производства. По ЕСКД (ГОСТ 2.101-68) устанавливаются следующие виды изделий: *детали, сборочные единицы, комплексы и комплекты.*

Деталью является изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций; эти же изделия, подвергнутые покрытиям независимо от вида, толщины и назначения покрытия, или изготовленные с применением местной сварки, пайки, склеивания и т.п. из одного куска материала.

Сборочная единица - изделие, составные части которого подлежат

соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчивание, клепка, пайка, сварка и т.д.).

Комплекс - два и более специфицированных изделия, не соединенные на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенные для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций (например, информационно-измерительная система).

Комплект - два или более изделия, не соединенные на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющие набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера, например, комплект запасных частей, измерительный прибор с кабелями, штепсельными разъемами, предохранители и т.п.

Виды конструкторской документации. Согласно ГОСТ 2.102-68 ЕСКД к конструкторским документам относятся *графические и текстовые документы*, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта.

Документы разделяются на виды: чертеж детали, сборочный чертеж, чертеж общего вида, габаритный чертеж, монтажный чертеж, схемы, спецификация, ведомость ссылочных документов, ведомость покупных изделий, ведомость технического предложения, ведомости эскизного и технического проектов, пояснительная записка, технические условия, программа и методика испытаний, расчет, ремонтные документы, патентный формуляр, карта технического уровня и качества изделия и др. При выполнении чертежей, например, датчиков, следует руководствоваться ГОСТ 2.109-73 (Основные требования к чертежам), ГОСТ 2.119-73 (Эскизный проект) и ГОСТ 2.120-73 (Технический проект). Чертеж общего вида эскизного и технического проекта в общем случае должен содержать:

а) изображения изделия (виды, разрезы, сечения), текстовую часть и надписи, необходимые для понимания конструктивного устройства изделия, взаимодействия его составных частей и принципа работы изделия;

б) наименования, а также обозначения (если они имеются) тех составных частей изделия, для которых необходимо указать данные (технические характеристики, указания о материале и т.п.) или запись которых необходима для пояснений изображений чертежа общего вида, описания принципа работы изделия и др.);

в) размеры и другие, наносимые на изображения данные (при необходимости);

г) схемы, которые оформлять отдельным чертежом нецелесообразно;

д) технические характеристики изделия, если это необходимо для удобства чтения чертежа.

Изображения общего вида изделия выполняют с максимальными упрощениями, предусмотренными стандартами ЕСКД для рабочих чертежей (ГОСТ 2.109-73).

Схемная документация. В соответствии с ГОСТ 2.701-84 ЕСКД применяются следующие виды схем: электрическая - Э, гидравлическая - Г, пневматическая - П, кинематическая - К, комбинированная - С. Каждая из указанных схем может быть выполнена в виде: структурной -1 (индекс), функциональной - 2, принципиальной - 3, соединений - 4, подключений - 5, общей - 6, расположения - 7. Например, схема электрическая принципиальная обозначается как ЭЗ.

Структурная схема, изображаемая в виде комбинации прямоугольников, определяет состав изделия, его функциональные части, назначение и взаимосвязи.

Функциональная схема поясняет принципы функционирования составных частей и изделия в целом.

Принципиальная схема включает полный состав элементов изделия, связи между ними и дает полное представление о работе изделия или системы. Изображение элементов на принципиальных схемах оговорено в ГОСТ 2.747-68, ГОСТ 7.730-73, ГОСТ 7.728-74 и др.

Схема соединений содержит соединения составных частей изделия и определяет провода, жгуты и кабели, посредством которых выполняются эти соединения.

Внешние подключения изделия изображаются на *схеме подключения.*

Общая схема изображает составные части комплекса и их соединение между собой в месте эксплуатации.

Схема расположения изображает взаимное расположение отдельных частей комплекса в эксплуатации.

Работа над курсовым проектом должна проводиться в соответствии с содержанием этапов проектирования и включает следующие стадии: техническое задание, техническое предложение и эскизный проект.

Техническое задание (ТЗ), составленное студентами с учетом предложенных выше рекомендаций, может в дальнейшем уточняться и дополняться. Так, когда датчик для измерения неэлектрической величины уже выбран конкретно, можно уточнить характер распределения параметров, описывающих условия эксплуатации. Можно выбрать тот или иной закон распределения температуры, влажности, вибрации, продолжительности работы датчика и т.п. ТЗ может быть уточнено по параметрам источника питания датчика (постоянное, переменное напряжение, его стабильность, частота), характеристикам соединительных линий, габаритным размерам. На стадии работы с ТЗ должны быть сформулированы основные направления разработки, отмечены вопросы, требующие детального изучения и рассмотрения.

При разработке *технического предложения* необходимо не только учитывать технические, эксплуатационные и конструктивные характеристики существующих датчиков, но и метод преобразования

неэлектрической величины в электрическую, заложенный в этих датчиках. В результате анализа методов преобразования должны быть сделаны выводы и предложения о распространении метода для построения тех или иных датчиков, о достоинствах и недостатках, о возможности использования предложений в разрабатываемом датчике.

Основное внимание на данном этапе должно быть уделено поиску и изучению источников технической информации, в том числе и через Internet, в которых дается информация о средствах измерения (датчиках), наиболее близких по сущности к разрабатываемому объекту. При подборе материалов следует, в первую очередь, учитывать метод преобразования, тип измеряемого параметра, пределы измерения, точность, условия эксплуатации, габаритные и весовые характеристики. По этим характеристикам выбирается прототип и определяется объем дальнейших работ для уточнения характеристик прототипа. Работая с источниками технической информации, следует иметь в виду не только сбор данных по конкретным типам средств измерений (датчиков) и их характеристик, но и по расчету, конструированию, объективной оценке характеристик и конструкций датчика.

В результате выполнения технического предложения должны быть описаны наиболее широко применяемые для разрабатываемого типа датчика методы преобразования, наиболее распространенные и оригинальные конструкции датчиков, основные их характеристики. Проведен сравнительный анализ параметров и характеристик этих датчиков, выбран метод преобразования и прототип. Разработана структурная схема датчика, указаны достоинства и недостатки выбранной схемы. В результате сравнительного анализа параметров и характеристик существующих датчиков должен быть сделан вывод о технико-экономической целесообразности разработки датчика.

Успешная разработка технического предложения создает необходимые предпосылки для разработки *эскизного проекта*, составляющего основу курсового проекта.

Выполнение эскизного проекта может начинаться с выбора и расчета любого измерительного преобразователя, входящего в состав датчика. Объем расчета определяется в зависимости от конструктивных и технических характеристик. При построении датчика целесообразно использовать измерительные преобразователи, которые уже серийно выпускаются. Например, тензорезисторы, терморезисторы, термопары. Тип таких преобразователей выбирается на основании анализа ряда измерительных преобразователей (ИП) таким образом, чтобы он удовлетворял всем требованиям ТЗ.

После выбора и расчета основных типов преобразователей, входящих в состав датчика, производится выбор и расчет измерительной цепи. При этом дается описание наиболее употребительных цепей с их достоинствами и

недостатками. Проводится анализ с целью проверки соответствия выбранной цепи требованиям ТЗ.

Производится расчет основных элементов измерительной цепи, номинального выходного сигнала, функции преобразования и фактической чувствительности.

Важной частью эскизного проекта является разработка конструкции датчика в соответствии с требованиями ТЗ, которая включает в себя выбор конструкционных материалов, прочностной расчет наиболее опасных сечений в конструкции датчика, а также разработку наиболее важных технологических вопросов: способы крепления основных ИП, сочленение основных деталей и сборочных единиц датчика, обеспечение герметичности и т.п. Результатом процесса конструирования является выполнение чертежа общего вида датчика с описанием его устройства, особенностей сборки и эксплуатации.

Завершающей расчетной частью эскизного проекта является расчет основной и дополнительной погрешностей датчика. При расчете должны быть приведены причины их возникновения и характер воздействия на датчик различных влияющих факторов. Если основная погрешность не может быть рассчитана, ее значение устанавливается на основе анализа погрешностей аналогичных типов ранее разработанных датчиков. Расчет дополнительной погрешности производится в соответствии с методикой, изложенной в специальной литературе,

Хотя эксперимент при разработке эскизного проекта играет значительную роль, *при курсовом проектировании он не является обязательным, а необходимость его проведения должна определяться руководителем проекта.*

5.3 СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Работа в общем случае должна содержать:

- текстовый документ (расчетно-пояснительную записку);
- графический материал (демонстрационные листы, чертежи и схемы).

Примечания:

1. Необходимость представления графического материала и его объем определяется заданием и условиями защиты работы.

2. Работа может быть полностью или частично представлена на технических носителях данных ЭВМ (ГОСТ 28388-89), если это установлено заданием (ТЗ).

5.3.1 СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Расчетно-пояснительная записка (в дальнейшем – пояснительная записка) выполняется в виде текстового документа (ТД) согласно ГОСТ

2.105-95 ЕСКД – «Общие требования к текстовым документам».

Текстовый документ - научно-технический документ, содержащий систематизированные данные о выполненной студентом проектной, научной или исследовательской работе, описывающий процесс ее выполнения и полученные результаты в виде текста и необходимых иллюстраций.

СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

В соответствии с обозначенным выше ГОСТом пояснительная записка объемом 50-60 страниц для рукописного и 40-50 страниц – для печатного текста (компьютерная верстка) должна содержать следующие разделы, с примерным объемом в страницах:

- титульный лист - 1 с.;
- задание на курсовое проектирование - 1 с.;
- аннотация (реферат) - 1 с.;
- содержание (оглавление) - 1 с.;
- введение и постановка задачи – 1-2 с.;
- техническое задание - 2-3 с.;
- обзор существующих средств измерений (датчиков) и методов преобразования - 10-15 с.;
- выбор и обоснование структуры датчика и измерительной схемы - 2-3 с.;
- конструктивный и электрический расчет измерительных преобразователей, входящих в средство измерения (датчик) - 10-15 с.;
- расчет элементов измерительной схемы включения датчика, расчет выходных параметров и характеристик схемы - 5-7 с.;
- анализ и расчет погрешностей проектируемого средства измерения (датчиков) - 3-8 с.;
- конструкторско-технологическая часть и инструкция по эксплуатации - 2-3 с.;
- экспериментальные исследования, если таковые имели место;
- заключение - 1 с.;
- список использованных источников - 1 с.;
- приложения.

Общие требования

ПЗ должна в краткой и четкой форме раскрывать творческий замысел работы, постановку задачи, выбор и обоснование принципиальных решений, содержать описание методов исследования анализа, расчетов, описание проведенных экспериментов, анализ результатов экспериментов и выводы по ним.

Текст должен сопровождаться иллюстрациями (графиками, эскизами, диаграммами, схемами и т.п.).

Оформление ПЗ должно быть произведено по ГОСТ 2.105, а сама ПЗ должна быть выполнена на русском языке.

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

Форма титульного листа приведена в ПРИЛОЖЕНИИ А.

ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект, должен выполняться на основе индивидуального задания, содержащего требуемые для решения поставленных задач исходные данные, обеспечивающие возможность реализации накопленных знаний в соответствии с уровнем профессиональной подготовки каждого студента.

Руководитель проекта в соответствии с темой составляет *Задание на выполнение курсового проекта* по форме, приведенной в ПРИЛОЖЕНИИ Б.

Форма задания заполняется рукописным или машинописным способом.

РЕФЕРАТ

Реферат (ГОСТ 7.9, ГОСТ 7.32) размещается на отдельном листе (странице). Объем реферата не должен превышать 0,5 – 1 страницы.

Заголовком служит слово «Реферат», написанное прописными буквами симметрично тексту.

Реферат должен содержать:

- сведения о количестве листов (страниц) ПЗ, количестве иллюстраций, таблиц, использованных источников, приложений, листов графического материала;
- перечень ключевых слов;
- текст реферата.

Перечень ключевых слов должен включать от 6 до 15 слов или словосочетаний из текста ПЗ, которые в наибольшей мере характеризуют его содержание. Ключевые слова приводятся в именительном падеже и записываются прописными в строку через запятые.

Текст реферата должен отражать:

- объект исследования или разработки;
- цель работы;
- метод исследования и аппаратуру;
- полученные результаты и их новизну;
- основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики;
- область применения;
- прогнозные предположения о развитии объекта исследования (разработки)
- дополнительные сведения (особенности выполнения и оформления работы и т.п.).

Если ПЗ не содержит сведений по какой-либо из перечисленных структурных частей реферата, то в тексте реферата она опускается, при этом последовательность изложения сохраняется.

Изложение материала в реферате должно быть кратким и точным. Следует избегать сложных грамматических оборотов.

СОДЕРЖАНИЕ

Содержание должно отражать все материалы, представляемые к защите работы.

Слово «Содержание» записывают в виде заголовка, симметрично тексту, прописными буквами.

В содержании перечисляют заголовки разделов, подразделов, список литературы, каждое приложение ПЗ и указывают номера листов (страниц), на которых они начинаются.

При наличии самостоятельных конструкторских, технологических, программных и иных документов, помещаемых в ПЗ, их перечисляют в содержании с указанием обозначений и наименований.

Материалы, представляемые на технических носителях данных ЭВМ, должны быть перечислены в содержании с указанием вида носителя, обозначения и наименования документов, имен и форматов соответствующих файлов, а также места расположения носителя в ПЗ.

В конце содержания перечисляют графический материал, представляемый к публичной защите, с указанием: «На отдельных листах».

ВВЕДЕНИЕ

В разделе «Введение» указывают цель работы, область применения разрабатываемой проблемы, ее научное, техническое и практическое значение, экономическую целесообразность для народного хозяйства.

Во введении следует:

- раскрыть актуальность вопросов темы;
- охарактеризовать проблему, к которой относится тема, изложить историю вопроса, дать оценку современного состояния теории и практики,
- изложить задачи в области разработки проблемы, т.е. сформулировать задачи темы работы;
- перечислить методы и средства, с помощью которых будут решаться поставленные задачи;
- кратко изложить ожидаемые результаты, в том числе технико - экономическую целесообразность выполнения данной темы.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Содержание основной части работы должно отвечать заданию (ТЗ) и требованиям, изложенным в методических указаниях кафедры.

Наименования основных разделов пояснительной записки отражают выполнение задания. Содержание и объем совместно разрабатывают студент и руководитель.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Заключение должно содержать краткие выводы по результатам выполненной работы, оценку полноты решения поставленных задач, рекомендации по конкретному использованию результатов работы, ее экономическую, научную, социальную значимость.

Заголовок «ЗАКЛЮЧЕНИЕ» пишут с абзаца прописными буквами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Заголовок «Список использованных источников» записывают симметрично тексту прописными буквами.

В список включают все источники, на которые имеются ссылки в ПЗ. Источники в списке нумеруют в порядке их упоминания в тексте ПЗ арабскими цифрами без точки.

Сведения об источниках приводят в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-84 – ССИБИД. Библиографическое описание документа (ПРИЛОЖЕНИЕ Г)

ПРИЛОЖЕНИЯ

В приложениях рекомендуется включать материалы иллюстрационного и вспомогательного характера. В приложения могут быть помещены:

- таблицы и рисунки большого формата;
- дополнительные расчеты;
- описания применяемого в работе нестандартного оборудования;
- распечатки с ЭВМ;
- самостоятельные материалы и документы конструкторского, технологического и прикладного характера.

На все приложения в тексте ПЗ должны быть даны ссылки.

Приложения располагают в ПЗ и обозначают в порядке ссылок на них в тексте.

Приложения оформляются как продолжение пояснительной записки на последующих ее страницах по правилам и формам, установленным действующими стандартами. Приложения, содержащие дополнительные текстовые конструкторские документы (спецификации, руководство по эксплуатации и др.) следует помещать в приложение в последнюю очередь.

Каждое приложение должно начинаться с нового листа и иметь тематический заголовок и обозначение. Наверху посередине (страницы) печатают (пишут) чертежным шрифтом слово «Приложение» и его буквенное обозначение (заглавные буквы русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь).

При наличии только одного приложения, оно обозначается как «Приложение А».

Рисунки, таблицы, формулы, помещаемые в приложении, нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого приложения, например: «...рисунок Н.5...».

ОФОРМЛЕНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Пояснительная записка должна быть оформлена в соответствии с основными требованиями стандартов ЕСКД, а также СТП ТПУ 2.5.01-99 – «Работы выпускные квалификационные, проекты и работы курсовые. Общие требования и правила оформления».

Полезным при оформлении как пояснительной записки, так и конструкторских документов, может оказаться обращение к перечню нормативной документации, представленной в Приложении Д.

Общие требования

ПЗ должна быть выполнена на белой бумаге формата А4 (210x297 мм) желательно с одной стороны листа одним из следующих способов:

- рукописным - четким, разборчивым почерком, с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм. Текст должен быть написан тушью, чернилами или пастой синего или черного цвета. Расстояние между основаниями строк 8-10 мм;
- машинописным - через 1,5-2 интервала. Шрифт машинки должен быть четким, лента только черного цвета. Формулы должны быть вписаны от руки черной пастой или тушью;
- с применением печатающих или графических устройств вывода ЭВМ - через 1,5-2 интервала, высота букв и цифр не менее 1,8 мм, цвет – черный.

Иллюстрации, таблицы и распечатки с ЭВМ допускается выполнять на листах формата А3, при этом они должны быть сложены на формат А4 «гармоникой» по ГОСТ 2.501.

Текст ПЗ следует выполнять, соблюдая размеры полей: левое - не менее 25 мм, правое - не менее 10 мм, верхнее - не менее 15 мм, нижнее - не менее 20 мм.

Абзацы в тексте начинают отступом, равным пяти ударам клавиатуры ЭВМ (1,25мм) или пишущей машинки (15-17 мм).

Допускается выполнение ПЗ по формам 9 и 9а ГОСТ 2.106 с основными надписями по формам 2 и 2а ГОСТ 2.104.

Опечатки, описки, графические неточности, обнаруженные в процессе выполнения ПЗ, допускается исправлять аккуратным заклеиванием или закрашивание белой краской и нанесением на том же месте и тем же способом исправленного текста. Повреждение листов ПЗ, помарки и следы не полностью удаленного текста не допускаются.

ПЗ должна быть сшита (переплетена) и иметь обложку.

Если ПЗ полностью выполнена на технических носителях данных ЭВМ, в обложку (папку) должны быть помещены:

- титульный лист;
- реферат на русском языке;

Дополнительно должны быть даны указания о виде носителя, его размещении в обложке (папке), а также информация, необходимая и достаточная для просмотра всех материалов работы на экране ЭВМ;

- задание (ТЗ);
- технический носитель данных. Размещение носителя должно исключать его случайное выпадение из папки (обложки).

Требования к тексту ПЗ

В ПЗ должны применяться термины, обозначения и определения, установленные стандартами по соответствующему направлению науки, техники и технологии, а при их отсутствии - общепринятые в научно-технической литературе.

В ПЗ не допускается:

- применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
- применять произвольные словообразования;
- применять индексы стандартов (ГОСТ, ОСТ и т.п.), технических условий (ТУ) и других документов без регистрационного номера.
- использовать в тексте математические знаки и знак \emptyset (диаметр), а также знаки № (номер) и % (процент) без числовых значений. Следует писать: «температура минус 20 °С»; «значение параметра больше или равно 35» (но не «температура -20°С» или «значение параметра ≥ 35 »); «стержень диаметром 25 мм» (а не «стержень $\emptyset 25$ »); «изделие № 325», «номер опыта» (но не « № опыта»); «влажность 98 %», «процент выхода» (но не « % выхода»).

Условные буквенные обозначения, изображения или знаки должны соответствовать принятым в действующем законодательстве и государственных стандартах.

В тексте ПЗ перед обозначением параметра дают его наименование, например: «температура окружающей среды Т»...

В ПЗ следует применять стандартизованные единицы физических величин, их наименования и обозначения.

Деление текста ПЗ

Текст ПЗ разделяют на разделы, подразделы, пункты. Пункты, при необходимости, могут быть разделены на подпункты.

Каждый раздел ПЗ рекомендуется начинать с нового листа (страницы).

Разделы должны, иметь порядковые номера в пределах ПЗ,

обозначенные арабскими цифрами и записанные с абзацного отступа. Подразделы и пункты должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела или подраздела; подпункты - в пределах пункта.

Если раздел или подраздел состоит из одного пункта, этот пункт также нумеруется.

Каждый пункт, подпункт и перечисление записывают с абзацного отступа.

Заголовки

Разделы, подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют.

Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов, пунктов.

Заголовки разделов следует выполнять (симметрично тексту) прописными буквами (при рукописном исполнении - буквами высотой 7 мм), а подразделов - с абзацного отступа строчными буквами, кроме первой прописной (при рукописном исполнении высота букв наименований подразделов составляет 5 мм). Точка в конце заголовка не ставится, а сам заголовок не подчеркивается. В начале заголовка помещают номер соответствующего раздела, подраздела, либо пункта.

Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Расстояние между заголовком и текстом должно быть равно удвоенному межстрочному расстоянию; между заголовками раздела и подраздела - одному межстрочному расстоянию.

Абзац при машинописном способе исполнения равен пяти ударам пишущей машинки, при рукописном - абзац составляет 15-17 мм от левого поля.

Построение таблиц

Цифровой материал, как правило, оформляется в виде таблиц.

Таблица помещается в тексте сразу же за первым упоминанием о ней.

Таблицы, за исключением приведенных в приложении, нумеруются сквозной нумерацией арабскими цифрами по всей ПЗ. Допускается нумерация таблиц в пределах каждого раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой. Если в тексте одна таблица, то она должна быть обозначена как Таблица 1.

Если таблица имеет название, то его помещают после номера таблицы через тире, с прописной буквы (остальные строчные), при этом надпись «Таблица» пишется над левым верхним углом таблицы и выполняется строчными буквами (кроме первой прописной), без подчеркивания.

Заголовки граф таблицы выполняются с прописных букв, а подзаголовки - со строчных, если они составляют одно предложение с заголовком, и с прописной, если они самостоятельные. В конце заголовка и подзаголовка знаки препинания не ставятся. Заголовки указываются в единственном числе. Диагональное деление головки таблицы не допускается. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

При переносе части таблицы на другую страницу заголовков помещают только перед первой частью таблицы, над другими частями пишется слово «Продолжение» и указывается порядковый номер таблицы, если их несколько, например: «Продолжение таблицы 2.7»

Если цифровые данные в пределах графы таблицы выражены в одних единицах физической величины, то они указываются в заголовке каждой графы. Включать в таблицу отдельную графу «Единицы измерений» не допускается,

Повторяющийся в графе таблицы текст, состоящий из одного слова, допускается заменять кавычками, если строки в таблице не разделены линиями. Если повторяющийся текст состоит из двух и более слов, то при первом повторении его заменяют словами «То же» и далее в соответствии с рисунком 10.

Иллюстрации

Количество иллюстраций, помещаемых в ПЗ, должно быть достаточным для того, чтобы придать излагаемому тексту ясность и конкретность.

Все иллюстрации (схемы, графики, технические рисунки, фотографические снимки, осциллограммы, диаграммы и т.д.) именуется в тексте рисунками и обозначаются сквозной нумерацией арабскими цифрами по всему ПЗ.

Допускается нумерация рисунков в пределах каждого раздела. Тогда номер иллюстрации составляется из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой, например: «рисунок 5.1»(первый рисунок пятого раздела); «рисунок В.8» (восьмой рисунок приложения В).

Иллюстрация располагается по тексту документа сразу после первой ссылки, если она размещается на листе формата А4. Если формат иллюстрации больше А4, ее следует помещать в приложении.

Иллюстрации следует размещать так, чтобы их можно было рассматривать без поворота документа или с поворотом по часовой стрелке.

Помещаемые в качестве иллюстраций чертежи и схемы должны соответствовать требованиям государственных стандартов единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Иллюстрации следует выполнить на той же бумаге, что и текст, либо на кальке того же формата с соблюдением тех же полей, что и для текста. Цвет изображений, как правило, черный. При этом кальку с иллюстрацией следует помещать на лист белой непрозрачной бумаги.

Графики, по которым можно установить количественную связь между независимой и зависимыми переменными, должны снабжаться координатной сеткой равномерной или логарифмической. Буквенные обозначения изменяющихся переменных проставляются вверху слева от левой границы координатного поля и справа под нижней границей поля. Единицы измерения проставляются в одной строке с буквенными обозначениями переменных и отделяются от них запятой.

Формулы

Формулы следует выделять из текста в отдельную строку.

Значения пояснений символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу должны быть приведены непосредственно под формулой. Значение каждого символа дают с новой строки в той последовательности, в какой они приведены в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

При использовании формул из первоисточников, в которых употреблены несистемные единицы, их конечные значения должны быть пересчитаны в системные единицы.

Формулы должны приводиться в общем виде с расшифровкой входящих в них буквенных значений. Буквы греческого, латинского алфавитов и цифры следует выполнять чертежным шрифтом в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД, высота букв и цифр должна быть в пределах 5-7 мм. Формулы, за исключением приведенных в приложении, должны обозначаться сквозной нумерацией в пределах всей ПЗ арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке.

Ссылки

В ПЗ приводят ссылки:

- на данную работу;
- на использованные источники.

При ссылках на данную работу указывают номера структурных частей текста, формул, таблиц, рисунков, обозначения чертежей и схем, а при необходимости - также графы и строки таблиц и позиции составных частей изделия на рисунке, чертеже или схеме.

При ссылке в тексте на использованные источники следует приводить порядковые номера по списку использованных источников, заключенные в квадратные скобки.

При необходимости в дополнение к номеру источника указывают номер его раздела, подраздела, страницы, иллюстрации, таблицы, например; [С.12, раздел 2]; [18, подраздел 1.3, приложение А]; [19, С.28, табл. 8.3].

Допускается вместо квадратных скобок выделять номер источника двумя косыми чертами, например /17/.

Сокращения

При многократном упоминании устойчивых словосочетаний в тексте ПЗ следует использовать аббревиатуры или сокращения.

При первом упоминании должно быть приведено полное название с указанием в скобках сокращенного названия или аббревиатуры, например: «*фильтр низкой частоты (ФНЧ)*», а при последующих упоминаниях следует употреблять сокращенное название или аббревиатуру.

Оформление расчетов

Порядок изложения расчетов в ПЗ определяется характером рассчитываемых величин. Расчеты должны выполняться с использованием единиц СИ.

Согласно ЕСКД расчеты в общем случае должны содержать:

- эскиз или схему рассчитываемого изделия;
- задачу расчета (с указанием, что требуется определить при расчете);
- данные для расчета;
- условия расчета;
- расчет;
- заключение.

В изложении расчета, выполненного с применением ЭВМ, следует привести краткое списание методики расчета с необходимыми формулами и, как правило, структурную схему алгоритма или программы расчета. Распечатка расчета с ЭВМ помещается в приложении ПЗ, а в тексте делается ссылка, например: «... *Результаты расчета на ЭВМ приведены в приложении С*».

Заключение должно содержать выводы о соответствии объекта расчета требованиям, изложенным в задаче расчета.

Нумерация листов ПЗ

Все листы ПЗ, включая приложения, должны иметь сквозную нумерацию. Первым листом является титульный лист.

Номер листа проставляется в его правом нижнем углу. На титульном листе номер не проставляется.

5.3.2 СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

СОДЕРЖАНИЕ ГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

К графическому материалу следует относить:

- демонстрационные листы (плакаты);
- чертежи и схемы

Демонстрационные листы служат для наглядного представления материала работы при ее публичной защите.

Чертежи и схемы – в виде законченных конструкторских самостоятельных документов или рисунков, в зависимости от характера работы, могут представляться как на отдельных листах, используемых при публичной защите, так и в составе ТД.

Рекомендуемый объем графического материала, применительно к курсовому проекту по рассматриваемой учебной дисциплине - 1,5÷2 листа формата А1.

Обязательными являются графические изображения структурной или функциональной схемы, а при включении преобразователя (датчика) в измерительную цепь, то и ее принципиальную схему.

Основной объем графического материала занимает конструкторско-технологическая часть. Должны быть представлены общий вид первичного измерительного преобразователя (датчика) и его детализовка.

Содержание листов согласовывается с руководителем курсового проектирования и оговаривается на начальном этапе проектирования в техническом задании.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Общие требования

Графический материал представленный в виде чертежей, эскизов и схем, характеризующих основные выводы и предложения исполнителя, должен совместно с ПЗ раскрывать или дополнять содержание.

Графический материал, предназначенный для демонстрации при публичной защите работы, необходимо располагать, как правило на листах формата А1.

Каждый графический конструкторский документ (чертеж, схема), выполненный в виде самостоятельного документа должен иметь рамку и в правом нижнем углу листа основную надпись по ГОСТ 2.104.

Графический материал должен отвечать требованиям действующих стандартов по соответствующему направлению науки, техники или технологии и может выполняться:

- неавтоматизированным методом - карандашом, пастой, чернилами или тушью;
- автоматизированным методом - с применением графических и печатающих устройств вывода ЭВМ.

Цвет изображений - черный на белом фоне. На демонстрационных листах (плакатах) допускается применение цветных изображений и надписей.

В оформлении всех листов графического материала работы следует придерживаться единообразия.

При выполнении чертежей и схем автоматизированным методом допускается все элементы чертежа (схемы) пропорционально уменьшать, если это не затрудняет чтение документа.

Если чертежи и схемы представляются на технических носителях данных ЭВМ, в конце ПЗ рекомендуется приводить их копии на бумаге с уменьшением до формата А4 или А3, о чем должна быть сделана запись в содержании.

Оформление чертежей деталей и сборочных чертежей

Оформление чертежей деталей и сборочных чертежей должно соответствовать требованиям стандартов ЕСКД.

На чертеже детали должны быть указаны:

- все размеры, необходимые для изготовления данной детали с указанием предельных отклонений размеров. Предельные отклонения размеров должны соответствовать требованиям стандартов Единой системы допусков и посадок (ЕСДП);
- шероховатость поверхностей детали, выполняемых по данному чертежу, независимо от метода их образования;
- технические требования, которые должны располагаться над основной надписью чертежа;
- условные обозначения марки материала в соответствии со стандартами или техническими условиями на данный материал.

На сборочных чертежах должны быть указаны:

- габаритные и присоединительные размеры сборочной единицы (прибора, блока, узла и т.п.);
- технические требования, предъявляемые к сборке изделия;
- номера позиций, указанные в спецификации сборочной единицы. Номера позиций наносят на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей. Номера позиций указывают на тех изображениях, на которых соответствующие составные части проецируются как видимые, как правило, на основных видах и заменяющих их разрезах.

Номера позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии. Размер шрифта номеров позиций должен быть на один - два номера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на том же чертеже.

При выполнении чертежей деталей и сборочных чертежей необходимо пользоваться нормативно-технической документацией, приведенной в Приложении Е

Спецификация

Спецификация определяет состав сборочной единицы, комплекса или комплекта и необходима для его изготовления, комплектования конструкторских документов и планирования запуска в производство указанных изделий. Спецификацию составляют на отдельных листах формата А4 по формам 1, 1а, приведенного в ГОСТ 2.106.

Допускается помещать спецификацию на поле сборочного чертежа. При этом ее заполняют в том же порядке и по той же форме, что и спецификацию, выполненную на отдельных листах.

В спецификацию вносят составные части, входящие в специфицируемое изделие, а также конструкторские документы, относящиеся к этому изделию и его неспецифицируемым составным частям.

Спецификация в общем случае должна состоять из следующих разделов:

- документация;
- комплексы;
- сборочные единицы;
- детали;
- стандартные изделия;
- прочие изделия;
- материалы;
- комплекты.

Наличие тех или иных разделов определяется составом самого изделия. Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают.

Заполнение разделов спецификации - по ГОСТ 2.108.

Оформление чертежей общего вида

Чертеж общего вида - это документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия.

Чертеж общего вида должен содержать:

- изображения изделия (виды, разрезы, сечения), текстовую часть и надписи, необходимые для понимания конструктивного устройства изделия, взаимодействия его составных частей и принципа работы изделия;
- размеры и другие, наносимые на изображения данные (при необходимости);
- схему, если она требуется, но оформлять ее отдельным документом нецелесообразно;
- технические характеристики изделия, его состав и назначение.

Чертежи общего вида следует выполнять, как правило, в аксонометрических проекциях.

Изображения выполняют с максимальными упрощениями, предусмотренными стандартами ЕСКД для рабочих чертежей.

Наименования и обозначения составных частей на чертежах общего вида необходимо указывать одним из следующих способов:

- на полках линий-выносок;
- в таблице, размещаемой на том же листе, что и изображение изделия.

При наличии таблицы на полках линий-выносок указывают номера позиций составных частей, включенных в таблицу.

Оформление схем

Оформление электрических схем должно соответствовать требованиям стандартов.

Перечень элементов для электрических схем следует выполнять в соответствии с ГОСТ 2.702.

Оформление схем алгоритмов, программ, данных и систем должно соответствовать ГОСТ 19.701.

Оформление схем в работах, связанных с созданием АСУ, должно соответствовать ГОСТ 24.302 и ГОСТ 24.303.

Правила оформления программных документов

Программные документы, разработанные в проектах (работах) различных проблемных областей, должны оформляться в соответствии с требованиями стандартов Единой системы программной документации.

Программные документы должны включать:

- текст программы, оформленный по ГОСТ 19.401;
- описание программы, выполненное по ГОСТ 19.402;
- описание применения, приведенное согласно требованиям ГОСТ 19.502;
- другие программные документы - в случае необходимости.

Программные документы должны быть сброшюрованы в пояснительной записке к проекту (работе) в виде приложения или представлены отдельной частью проекта (работы).

Оформление демонстрационных листов (плакатов)

Демонстрационный лист должен содержать;

- заголовок;
- необходимые изображения и надписи (рисунки, схемы, таблицы и т.п.);
- пояснительный текст (при необходимости).

Заголовок должен быть кратким и соответствовать содержанию демонстрационного листа. Его располагают в верхней части листа

посередине. Заголовок, надписи и пояснительный текст выполняют чертежным шрифтом размера не менее 14 мм.

Пояснительный текст располагают на свободном поле листа.

Демонстрационный материал, должен отвечать требованиям наибольшей наглядности и свободно просматриваться с расстояния 3-5 м. Для этого каждый демонстрационный лист следует выполнять на чертежной бумаге стандартных форматов: минимальный формат листа - А3 (297x420 мм), максимальный - А1 (594x841 мм).

Элементы графиков, таблиц, диаграмм (надписи, линии, условные изображения) должны выполняться в соответствии с требованиями действующих стандартов ЕСКД.

Графические обозначения элементов на демонстрационных листах можно увеличивать пропорционально размерам, указанным в стандарте, для более удобного чтения чертежей перед комиссией.

Допускается изображения на демонстрационных листах выполнять многокрасочно, при этом, принятые цифровые и цветовые обозначения должны быть расшифрованы.

Плакаты должны выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 2.605.

Графический материал должен выполняться в соответствии с основными требованиями действующих государственных стандартов и нормативных документов. С этими и другими документами студент имеет возможность ознакомиться в бюро стандартов и нормалей организации, где проходит курсовое проектирование, или в зале курсового и дипломного проектирования научно-технической библиотеки ТПУ.

Студент, хотя и выполняет проект под руководством руководителя и консультантов, несет полную ответственность за расчетную и графическую части, за принятые в проекте решения, за правильность всех данных.

Небрежность в оформлении и неграмотно написанная записка может послужить причиной недопуска к защите.

6. ПОРЯДОК ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

Завершенный курсовой проект (работу) в составе пояснительной записки и графического материала, подписанный студентом, представляется руководителю курсового проектирования. После просмотра и одобрения курсового проекта (работы) руководитель подписывает его и назначает срок защиты.

Порядок защиты курсовых проектов (работ) определяется Положением об экзаменационных комиссиях высших учебных заведений. При этом экзаменационная комиссия (ЭК), как правило, состоит из двух человек, в том числе руководителя курсового проекта.

В круг деятельности ЭК входят проверка теоретической и практической подготовки студента, степени подготовленности студента к самостоятельной работе, оценке его знаний и умений в решении сложных научно-технических задач.

Продолжительность защиты одного курсового проекта не должно превышать 30 минут. Для сообщения содержания курсового проекта (работы) студенту предоставляется 7-10, но не более 15-и минут. При этом допускается сообщение зачитывать по заранее написанному тексту. После сообщения студенту задают вопросы. Вопросы могут быть связаны непосредственно с тематикой курсового проекта, а также общетехнического характера.

Окончательная оценка студенту, выносимая экзаменационной комиссией, определяется многими факторами, в том числе актуальностью темы, степенью сложности и глубиной разработки проекта (работы), качеством выполнения и оформления расчетно-пояснительной записки и графического материала, полнотой и логичностью изложения материала в докладе, ответами на поставленные вопросы. Последние два момента во многом являются определяющими.

Полнота и логичность сообщения по курсовому определяется схемой построения доклада. Для того, что бы "сказать все" за предоставленные 7-15 минут, можно рекомендовать следующую схему доклада: название темы - состояние ее решения «на сегодняшний день» - выбор пути решения проблемы на основании критического обзора научной и патентной литературы - построение структурной (или функциональной) схемы проектируемого устройства - построение принципиальной схемы - краткий обзор других разделов курсового проекта. Ключевая рекомендация-принцип работы и построение проектируемого устройства излагать в основном по структурной или функциональной схеме. Разделы «Построение принципиальной схемы» и «Конструкторско-технологическая часть» рассматриваются фрагментарно, за исключением тех разделов, которые, по мнению автора курсового проекта, выполнены оригинально.

Результаты защиты курсовых проектов (работ) объявляются в тот же день, оценки проставляются в зачетную книжку и зачетную ведомость и учитываются наравне с другими результатами рубежных испытаний в формировании среднего балла за время обучения в вузе.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(Форма титульного листа курсового проекта)



Министерство образования и науки
Российской Федерации

Томский политехнический университет

Факультет _____
Специальность _____
Кафедра _____

Тема курсового проекта (работы)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к курсовому проекту

(Обозначение документа)

Студент

(Подпись)

(Дата)

(Фамилия И.О.)

Руководитель

Консультанты:

по _____

по _____

Допустить к защите:

(Подпись)

(Дата)

(Фамилия И.О.)

Томск - 200__ г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(Форма задания на выполнение курсового проекта)

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра информационно-измерительной техники

ЗАДАНИЕ

на курсовой проект по дисциплине

«ИЗМЕРЕНИЕ НЕЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН»

Студенту _____, группа _____

Выдано « _____ » _____ 200 ____ г.

Срок представления « _____ » _____ 200 ____ г.

1. Тема проекта _____

2. Исходные данные _____

3. Содержание расчетно-пояснительной записки:

3.1. Техническое задание на проектирование;

3.2. Краткий обзор технической и патентной литературы по теме проекта;

3.3. Выбор и обоснование структурной схемы объекта проектирования;

3.4. Построение функциональной схемы, выбор и расчет ее отдельных элементов;

3.5. Анализ и расчет основной и дополнительной погрешностей объекта проектирования;

3.6. Конструкторская и технологическая разработка _____;

3.7. Другие _____

4. Состав графического материала:

4.1. Структурная схема объекта проектирования;

4.2. Функциональная или принципиальная схема _____;

4.3. Сборочный чертеж _____;

4.4. Чертежи нестандартных деталей _____.

Руководитель проекта _____ (_____)

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(Примеры тем курсовых проектов)

1. Универсальный измеритель параметров магнитного поля.
2. Индукционный расходомер.
3. Датчик в приборе для измерения параметров магнитного поля.
4. Датчик угла поворота.
5. Датчик расходомера.
6. Датчик для измерения параметров вибрации.
7. Динамометр малых усилий.
8. Датчик для измерения давления пара.
9. Магнитоупругий динамометр.
10. Датчик перемещения.
11. Датчик для измерения расхода электропроводящей жидкости.
12. Датчик контроля размеров.
13. Датчик для измерения толщины гальванического покрытия.
14. Устройство измерения и контроля скорости.
15. Электромагнитный датчик угла поворотов.
16. Датчик в приборе для измерения температур.
17. Оптический прибор для измерения и контроля отклонений диаметра проволоки.
18. Датчик для измерения уровня жидкости.
19. Датчик в приборе для контроля уровня жидкости.
20. Измеритель момента затяжки резьбовых соединений.
21. Датчики динамометра.
22. Датчик уравнивания в устройстве для измерения малых сосредоточенных усилий.
23. Установка для определения статических магнитных характеристик.
24. Установка для измерения динамических магнитных характеристик.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(Пример оформления перечня использованных источников)

1. Булавин И. А. Теплотехника в производстве фарфора и фаянса. - М: Легкая индустрия, 1989. - 440с.
2. Теоретические основы электротехники / Л. Р. Нейман, Н. С. Демирчяк, Л.А. Тимохин и др. - М: Высшая школа, 1990. - 125 с.
3. Справочник по электроизмерительным приборам.-Л.: Энергоатомиздат, 1983-732 с.
4. Свинолулов Ю. Г., Войтко В. П., Степаненко Н.М. и др. Автоматизация поверки стрелочных измерительных приборов // Проблемы метрологии: Сборник. - Томск: Изд-во ТПИ, 1985. - С. 137-147.
5. Алешин Н. Н. Оптико-телевизионная система считывания показаний стрелочных приборов // Изв. вузов. Сер. Приборостроение. - 1987.- №2. - С.3-5.
6. Иесперса П., Ванде Вилле Ф., Цайга М./ Пер с англ.; Под ред.А. Суржа. -М.:Мир,1977.-372с.
7. Измерения и техника измерения: Сб. статей/ Под ред. С. Ройтмана, Томский политехнический институт. - Томск: 1983. - 103 с.
8. Гаврилов А. М. Методическое обеспечение вопросов стандартизации в курсовом проектировании // Стандартизация в учебном процессе вузов: Межвуз. сб.научных трудов. - М.: ВЗМИ, 1984. - С. 54-56.
9. А.с. 137418 СССР, МКИ³ 53 0 001 К7/16. Устройство для автоматической поверки электроизмерительных приборов / В.Н.Чинков и др. - №3631077/24-10: Заяв. 5.08.83: Оpubл. 10.07.85, Бюл. №12. - 4с.
10. Преобразователь тока в частоту следования импульсов: А. с. 196092 СССР: МКИ³ 53 0 В25J 15/00/ А. С. Андреев, В. И. Смирнов - Заяв. 23.07.81: Оpubл. 0301.83, Бюл. №12. – 3 с.
11. Сталь высококачественная. Сортовой и фасонный прокат: Сборник стандартов. - М.: Изд-во стандартов, 1973. - 79 с.
12. ГОСТ 7.1-84. Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления. - Переизд. июль 1987. - Взамен ГОСТ 7.1-76; введен 01.01.86. - М.: Изд-во стандартов, 1987. - 72 с.
13. Хохлов Ю. А. Автоматические установки для градуировки и поверки электроизмерительных приборов / ЦНИИ ТЭИ. - М.,1983.- 84 с.- Дел. в ВИНТИ 3.10.84, №2572.
14. Кучеров А. Б. Попеременно-треугольный интеграционный метод решения разностных управлений: Автореф. дис...канд. физ.-мат. наук. –М., 1979. - 10 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Нормативные ссылки

ГОСТ Р 1.5-92 ГСС РФ. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию стандартов

ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам

ГОСТ 2.119-73 ЕСКД. Эскизный проект

ГОСТ 2.501-88 ЕСКД. Правила учета и хранения

ГОСТ 2.602-68 ЕСКД. Плакаты учебно-технические. Общие технические требования

ГОСТ 3.1105-84 ЕСТД. Форма и правила оформления документов общего назначения

ГОСТ 3.1201-85 ЕСТД. Система обозначения технологической документации

ГОСТ 3.1404-86 ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием

ГОСТ 7.1-84 ССИБИД. Библиографическое описание документа

ГОСТ 7.9-95 ССИБИД. Реферат и аннотация

ГОСТ 7.12-93 ССИБИД. Сокращения русских слов и словосочетаний в библиографическом описании произведений печати

ГОСТ 7.32-91 ССИБИД. Отчет о НИР. Структура и правила оформления

ГОСТ 19.101-77 ЕСПД. Виды программ и программных документов

ГОСТ 19.103-77 ЕСПД. Обозначения программ и программных документов

ГОСТ 19.106-78 ЕСПД. Требования к программным документам, выполненным печатным способом.

ГОСТ 19.401-78 ЕСПД. Текст программы. Требования к содержанию и оформлению.

ГОСТ 19.402-78 ЕСПД. Описание программы

ГОСТ 19.502-78 ЕСПД. Описание применения. Требования к содержанию и оформлению

ГОСТ 19.404-79 ЕСПД. Пояснительная записка

ГОСТ 19.701-90 ЕСПД. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения

ГОСТ 24.301-80 Система технической документации на АСУ. Общие требования к текстовым документам

ГОСТ 24.302-80 Система технической документации на АСУ. Общие требования к выполнению схем

ГОСТ 24.303-80 Система технической документации на АСУ. Обозначения условные графические технических средств

ГОСТ 34.201-89 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем

ГОСТ 28388-89 Система обработки информации. Документы на магнитных носителях данных. Порядок выполнения и обращения

продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Д
Перечень нормативной документации, используемой
для оформления электрических схем

- ГОСТ 2.701-84 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению
- ГОСТ 2.702-75 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем
- ГОСТ 2.708-81 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники
- ГОСТ 2.710-81 ЕСКД. Обозначения буквенно - цифровые в электрических схемах
- ГОСТ 2.711-82 ЕСКД. Схема деления изделия на составные части
- ГОСТ 2.721-74 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. общего применения.
- ГОСТ 2.723-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Катушки индуктивности, дроссели, трансформаторы и магнитные усилители
- ГОСТ 2.725-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Устройства коммутирующие.
- ГОСТ 2.728-74 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Резисторы. Конденсаторы
- ГОСТ 2.729-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы электроизмерительные.
- ГОСТ 2.730-73 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы полупроводниковые
- ГОСТ 2.732-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Источники света
- ГОСТ 2.736-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы пьезоэлектрические и магнитострикционные, линии задержки.
- ГОСТ 2.741-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы акустические
- ГОСТ 2.743-91 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники
- ГОСТ 2.745-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Электронагреватели, устройства и установки
- ГОСТ 2.747-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Размеры условных графических обозначений
- ГОСТ 2.752-71 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Устройства телемеханики
- ГОСТ 2.755-87 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения
- ГОСТ 2.756-76 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Воспринимающая часть электромеханических устройств
- ГОСТ 2.759-82 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы аналоговой техники.
- Р 50-77-88 Рекомендации. ЕСКД. Правила выполнения диаграмм.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Список рекомендуемой литературы

1. Основные правила оформления списка литературы к курсовой, дипломной, научной работам: Памятка / Сост. А.И.Широких, М.Г.Смирных, - Томск, 1983. - 21 с.
2. Расчет погрешностей от влияния внешних факторов в процессе проектирования: Методические указания к дипломному проектированию студентов специальности 0642(19.07) - ИИТ / Составитель И.Г.Лещенко, - Томск, 1984. - 19 с.
3. Усатенко С.Т., Каченюк Т.К., Терехова М.В. Выполнение электрических схем по ЕСКД: Справочник, -М.: Издательство стандартов, 1989. - 325 с.
4. Разработка и оформление конструкторской документации радиоэлектронной аппаратуры: Справочник/Э.Т.Романычева, А.К.Иванова, А.С.Куликов и др.;Под ред.Э.Т.Романычевой.-2-е изд.,перераб.и доп.- М.: Радио и связь, 1989.- 448 с.
5. Ольшевская О.Н. Измерительные преобразователи магнитных величин (методические указания к выполнению контрольных заданий и курсовых проектов по курсу “ИП”. Томск, изд. ТПУ,1986 - 25с.
6. Ольшевская О.Н. Методические указания к курсовому проектированию по курсу “Измерение неэлектрических величин”. Томск, изд. ТПУ, 1989 - 26с
7. Винокуров Б.Б. Измерения параметров магнитных полей и характеристик магнитных материалов. Учебное пособие. –2-е изд., перераб. и доп.- Томск, изд. ИПФ ТПУ, 1998.-120с.
8. Левшина Е.С., Новицкий П.В. Электрические измерения физических величин: Измерительные преобразователи. Учебное пособие для вузов. - Л.: Энергоатомиздат, 1983. - 320 с.
9. Измерение электрических и неэлектрических величин: Учеб. пособие для вузов/ Н.Н.Евтихийев, Я.А.Купершмидт, В.Ф.Папуловский и др.; Под общ.ред. Н.Н.Евтихиева. - М.: Энергоатомиздат, 1990. -352 с.
10. Боднер В.А., Алферов А.В. Измерительные приборы: Учебник для вузов: В 2-х т. Т.1: Теория измерительных приборов. Измерительные преобразователи. - М.:Изд-во стандартов, 1986. - 392 с.
11. Аш Ж. Датчики измерительных систем: В 2-х книгах. Пер. С франц. - М.: Мир, 1992. - Кн.1- 480 с., Кн.2 - 424 с.
12. Проектирование датчиков для измерения механических величин/ Е.П. Осадчий, А.И. Тихонов, В.И. Карпов и др., Под ред. Е.П. Осадчего. Измерения в промышленности. Справ. изд. в 3-х кн. Кн.1 Теоретические основы. Пер. с нем. / Под ред. Профоса П.: Metallurgiya, 1990. - 1990. - 492 с

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. Цели и задачи курсового проектирования	4
2. Организация курсового проектирования	5
3. Тематика курсовых проектов	7
4. Задание на курсовое проектирование	8
5. Выполнение курсового проекта	8
5.1. Техническое задание на проектирование	8
5.2. Этапы проектирования	14
5.3. Структура курсового проекта	20
5.3.1. Содержание и оформление расчетно- пояснительной записки	20
5.3.2. Содержание и оформление графического материала	30
6. Порядок представления и защиты курсовых проектов ...	36
ПРИЛОЖЕНИЯ	37
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Форма титульного листа курсового проекта	37
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Форма задания на курсовое проектирование	38
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Примеры тем курсовых проектов.....	39
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Примеры оформления библиографических описаний документов	40
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Нормативные ссылки	41
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Список рекомендуемой литературы	43

ИЗМЕРЕНИЕ НЕЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Методические указания

Составитель: Борис Борисович Винокуров

Рецензент: Э.И. Цимбалист, к.т.н., доцент каф. КИСМ ЭЭФ

Подписано к печати 02.01.89.

Формат 60x84/16. Бумага писчая №2

Плоская печать. Усл. п.л. _____ Уч.-изд.л. _____

Тираж _____ экз. Заказ № _____ Цена свободная.

ИПФ ТПУ. Лицензия ПТ №1 от 18.07.94

Ротапринт ТПУ, 634004, Томск, пр. Ленина, 30.