

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Промышленная электроника»

Э. М. Виноградов, А. И. Никеенков, Ю. В. Крышнев

КОМПЛЕКСНЫЙ КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**и задания к курсовому проекту для студентов
специальности 1-36 04 02 «Промышленная
электроника», специализации 1-36 04 02 01
«Микроэлектронные и микропроцессорные
управляющие и информационные устройства»
дневной и заочной форм обучения**

Гомель 2009

УДК 621.38(075.8)
ББК 32.859я73
В49

*Рекомендовано научно-методическим советом
факультета автоматизированных и информационных систем
ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 7 от 29.06.2009 г.)*

Рецензент: декан ФАИС ГГТУ им. П. О. Сухого канд. техн. наук, доц. *Г. И. Селиверстов*

Виноградов, Э. М.

В49

Комплексный курсовой проект : метод. указания и задания к курсовому проекту для студентов специальности 1-36 04 02 «Промышленная электроника», специализации 1-36 04 02 01 «Микроэлектронные и микропроцессорные управляющие и информационные устройства» днев. и заоч. форм обучения / Э. М. Виноградов, А. И. Никеевков, Ю. В. Крышнев. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2009. – 35 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

Определены цели и задачи комплексного курсового проекта, даны сведения о требуемых структуре и содержании. Приводится развернутая информация о заданиях к комплексному курсовому проекту с описанием последовательности выполнения технических задач и примерными функциональными схемами для каждого из заданий.

Для студентов специальности 1-36 04 02 «Промышленная электроника», специализации 1-36 04 02 01 «Микроэлектронные и микропроцессорные управляющие и информационные устройства» дневной и заочной формы обучения.

УДК 621.38(075.8)
ББК 32.859я73

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2009

1 Цель и задачи комплексного курсового проекта

Комплексный курсовой проект является необходимой частью программы подготовки инженеров по специальности 1-36 04 02 Промышленная электроника, специализации 1-36 04 02 01 Микроэлектронные и микропроцессорные управляющие и информационные устройства согласно типовому учебному плану специальности.

Цель проекта заключается в развитии, систематизации и закреплении теоретических знаний и получении навыков решения практических задач в области информационно-измерительной техники.

Постановка в проекте основной задачи проектирования измерительно-вычислительного устройства требует последовательного решения следующих технических задач:

- выявление особенностей используемых датчиков измеряемых величин;
- выбор и обоснование схемы измерения;
- разработка аналоговой части устройства;
- разработка цифровой (микроконтроллерной) части устройства;
- разработка блока питания;
- разработка алгоритма работы и программного обеспечения микроконтроллера.

2 Структура, содержание и оформление комплексного курсового проекта

Комплексный курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части на 2-х листах формата А1.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать следующие обязательные разделы:

Титульный лист.

Задание на курсовой проект.

Содержание с указанием страниц.

Введение.

1 Аналитический обзор.

2 Разработка функциональной (структурной) схемы устройства.

3 Разработка принципиальной схемы устройства.

3.1 Разработка аналоговой части устройства.

3.2 Разработка цифровой части устройства.

3.3 Разработка блока питания.

3.4 Моделирование схемы с использованием пакета схемотехнического моделирования.

4 Разработка алгоритма работы и программного обеспечения микроконтроллера.

Заключение.

Список использованной литературы.

Приложения.

Задание на курсовой проект оформляется в двух экземплярах на бланке установленной формы в соответствии с требованиями. В нем указываются тема проекта, срок сдачи проекта, исходные данные, предполагаемое содержание расчетно-пояснительной записки и графического материала, консультанты (руководители) по проекту (для каждого студента назначается два консультанта – по проектированию аналоговой и цифровой частей устройства), дата выдачи задания и календарный график работы над проектом. Задание на определенную тему выдается руководителями проекта. Ими же выдаются и конкретные технические требования в рамках задания, выраженные в числовых данных: диапазон входных и выходных сигналов, тип индикации и вид выводимой информации, количество каналов измерения, диапазон температуры воздействующей на устройство, допускаемая погрешность, тип микроконтроллера. Заполненный бланк задания подписывается у двух руководителей (консультантов), и затем утверждается заведующим кафедрой.

Во введении должны быть сформулированы цель и задачи курсового проекта, кратко охарактеризовано содержание работы. Рекомендуемый объем введения – 1 страница.

В разделе 1 приводится обзор по литературным или другим источникам используемых методов и (или) методик, известных технических решений поставленной задачи. Анализируются физические основы работы и характеристики применяемых датчиков, рассматриваются возможные варианты схем включения датчиков. Проводится сравнительный анализ возможных технических решений, и выбираются датчик и измерительная схема, оптимальные с точки зрения заданной точности, динамического диапазона, линейности характеристик.

В разделе 2 разрабатывается функциональная, либо структурная схема устройства, исходя из технического задания на проект. Для пояснения отдельных режимов работы устройства могут быть составлены несколько функциональных схем. Раздел заканчивается составлением технических требований к основным элементам функциональной (структурной) схемы.

В разделе 3 разрабатываются и рассчитываются узлы принципиальной схемы устройства. Необходимо разработать принципиальную электрическую схему, включающую в себя аналоговую часть устройства (входной измерительный преобразователь и, при необходимости, схему обработки и преобразования измерительного сигнала) и цифровую часть (отдельные модули микроконтроллерной системы: схему подключения микроконтроллера, при необходимости модуля внешней памяти программ, модуля ввода-вывода цифровой и аналоговой информации, пульта управления, элементов индикации). В данном разделе нужно дать полное описание принципа работы проектируемого устройства. Необходимо не только привести краткое описание примененных элементов (условное обозначение, назначение выводов, характеристики, таблицы функционирования и т.п.), но и показать связи между отдельными модулями, раскрывая при этом принцип работы устройства в целом. В случае если для объяснения принципа функционирования устройства необходимо приводить объемное (более 3 стр.) описание какой-либо микросхемы, следует выносить его в приложение, ссылаясь на данное приложение в тексте расчетно-пояснительной записки. При разработке схемы блока питания обязательно необходимо провести расчет потребляемой мощности устройства по каждому из номиналов питания. Для проверки правильности расчета и выбора элементов аналоговой части устройства проводится компьютерное моделирование аналоговой части схемы в одном из пакетов схемотехнического моделирования (рекомендуется проводить моделирование в Spectrum MicroCAP). При возможности, рекомендуется проводить и итоговое моделирование полной схемы в одном из пакетов, поддерживающих совместное моделирование аналоговых, цифровых и микропроцессорных элементов (например, Proteus). В тексте расчетно-пояснительной записки каждый схемный модуль, для которого производится моделирование, и результаты его анализа, следует размещать в виде рисунков (скриншотов) рядом друг с другом.

В разделе 4 необходимо привести карту распределения адресного пространства памяти: подпрограммы, промежуточные данные, стек, константы. Следует привести блок-схемы алгоритмов программ и подпрограмм, дать их краткое описание. Необходимо привести тексты всех разработанных программ на языке Ассемблера или на языке С. Следует привести полные тексты всех подпрограмм, даже если они были взяты из литературы или на сайтах технической поддержки микроконтроллеров. При составлении программ используются символические адреса ячеек памяти, портов и имена констант. Листинги программ должны включать директивы, метки, мнемонику команд и (обязательно) комментарии. Переводить команды в машинные коды не требуется.

В заключении необходимо привести основные результаты выполнения курсового проекта, полученные метрологические и эксплуатационные характеристики (количество каналов измерения, диапазоны измерения, потребляемую мощность и т.п.). Допускается сформулировать предложения по усовершенствованию разработанного устройства.

Список использованной литературы содержит сведения об информационных источниках, которые были использованы при курсовом проектировании (книги, журналы, статьи, патенты, Web-сайты и т. п.).

Приложения оформляются в порядке их упоминания в тексте расчетно-пояснительной записки. Приложения могут содержать:

- численные и графические характеристики используемых датчиков;
- краткие технические описания микросхем, примененных в проекте;
- перечень элементов принципиальной электрической схемы (обязательно);
- листинги объемных программ (более 10 стр.).

В соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам», текстовый материал расчетно-пояснительной записки должен быть выполнен с использованием компьютерных средств на одной стороне белой писчей бумаги формата А4, размер шрифта 14pt, стиль Times New Roman, интервал – полуторный.

Первый лист содержания выполняется с основной надписью для первых листов текстовых документов (приложение А, форма 2). В по-

ле для наименования изделия указывается тема курсового проекта и ниже, с заглавной буквы, слова «Расчетно-пояснительная записка». Остальные листы расчетно-пояснительной записки выполняются в рамке с основной надписью для последующих листов по форме 2а (см. приложение А).

Образец заполнения основной надписи приведен в приложении Б.

Нумерация страниц. Первой страницей считается титульный лист, но номер на нем не ставится. Затем следуют задание на курсовой проект и содержание, которые включаются в общую нумерацию. Сквозная нумерация проставляется с первого листа содержания и до конца записки, включая все приложения. Номер страницы пишется арабскими цифрами в рамке, в правом нижнем углу листа.

Нумерация разделов. Каждый раздел расчетно-пояснительной записки должен начинаться с нового листа (страницы). Нумерация разделов (кроме введения, заключения и списка использованной литературы) сквозная в пределах записки, а подразделов – в пределах соответствующего раздела.

Номер раздела обозначается арабской цифрой без точки, при этом слово «Раздел» в записке не пишется. Наименование раздела следует печатать жирными прописными буквами.

Номер подраздела обозначается как 1.1, 1.2, 2.1 и т.д. Точка после номера подраздела не ставится. Название подраздела следует печатать жирными строчными буквами (кроме первой заглавной).

Пункты нумеруются тремя, а подпункты – четырьмя арабскими цифрами в пределах каждого пункта или подраздела, например 3.1.1, 3.1.2, 3.1.1.1, 3.1.2.2 и т.д. Точка после последней цифры не ставится. Название пункта или подпункта следует печатать жирными строчными буквами (кроме первой заглавной), курсивом.

Разделы, подразделы, пункты и подпункты должны быть расположены по левому краю с абзацным отступом и отделены от текста перед или следующего за ними, одним межстрочным интервалом.

Переносы слов в названиях разделов, подразделов, пунктов и подпунктов не допускаются, точка в конце не ставится. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Перечисления параметров, характеристик, требований, указаний и т.п., содержащиеся в тексте, обозначают арабскими цифрами со скобкой, например: 1), 2) и т.д. или строчными буквами со скобкой, например: а), б) и т.д., или через дефис «–». Разрешается использование латинского алфавита. Каждое перечисление записывают с абзаца.

Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами (кроме первой прописной) с указанием номера страницы, на которой они находятся. В содержании указываются наименования до подраздела.

Ссылки на использованную литературу в тексте даются в виде номера источника (или номеров источников, через запятую – при заимствовании материала одновременно из нескольких источников), заключенного в квадратные скобки. Список формируется в порядке упоминания источников в тексте расчетно-пояснительной записки.

Формулы нумеруют арабскими цифрами в пределах раздела, за исключением формул, помещаемых в приложении. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы в разделе, разделенных точкой. Номер ставят в круглых скобках с правой стороны листа на уровне формулы. Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той последовательности, в которой они даны в формуле.

Иллюстрации могут располагаться по тексту записки или в приложении, но обязательно после ссылки на нее. На все приведенные в тексте иллюстрации обязательно должны быть ссылки. Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами в пределах раздела. Номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации в разделе, разделенных точкой. После цифры точка не ставится. Например: «Рисунок 1.1, Рисунок 1.2».

Цифровой или справочный материал, как правило, оформляют в виде таблиц. Размеры таблиц выбирают произвольно, в зависимости от изложения материала. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм., размер шрифта 14pt, стиль Times New Roman. Допускается в таблице применять более мелкий размер шрифта (до 10pt). Название следует помещать над таблицей. Оно должно отражать ее содержание, быть точным и кратким. Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами. Нумерация таблиц аналогична нумерации формул и иллюстраций в пояснительной записке.

Примерный объем расчетно-пояснительной записки – 40-50 страниц.

Графическая часть комплексного курсового проекта состоит из двух чертежей формата А1:

1. Принципиальная электрическая схема устройства.
2. Блок-схемы алгоритмов программ работы устройства.

Все элементы принципиальной схемы должны иметь нумерацию, а микросхемы – нумерацию выводов.

Примечание. Нумерация микросхем и других элементов на общей принципиальной схеме, как правило, отличается от нумераций на схемах отдельных модулей, приводимых в расчетно-пояснительной записке.

Графическая часть должна быть выполнена компьютерными средствами и оформлена в соответствии с требованиями ЕСКД.

3 Варианты заданий

Задание № 1. Контроллер температуры

Примерная структурная схема контроллера температуры с использованием в качестве датчика термоэлектрического преобразователя приведена на рис.1; с использованием в качестве датчика термопреобразователя сопротивления – на рис.2.

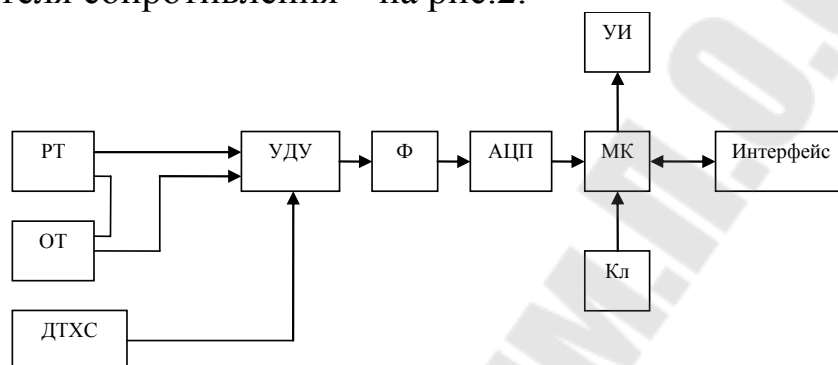


Рис. 1. Структурная схема контроллера температуры с использованием в качестве датчика термоэлектрического преобразователя: РТ – рабочая термопара; ОТ – опорная термопара; ДТХС – датчик температуры холодного спая; УДУ – управляемый дифференциальный усилитель; Ф – фильтр; МК – микроконтроллер; УИ – устройство индикации; Кл – клавиатура.

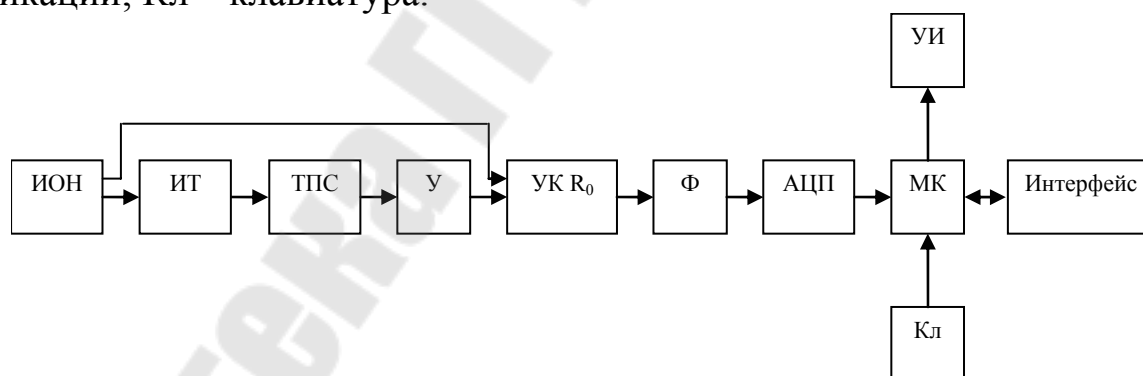


Рис. 2. Структурная схема контроллера температуры с использованием в качестве датчика термопреобразователя сопротивления: ИОН – источник опорного напряжения; ИТ – источник тока; ТПС – термопреобразователь сопротивления; У – усилитель; УК R_0 – устройство компенсации величины R_0 ; Ф – фильтр; МК – микроконтроллер; УИ – устройство индикации; Кл – клавиатура.

1. Контроллер должен производить измерение температуры в нескольких точках объекта.

2. По измеренным значениям температуры вычисляется среднее значение температуры объекта

3. Контроллер должен индицировать измеренную температуру каждого канала, вычисленную среднюю.

4. Дополнительная погрешность от влияния температуры окружающего воздуха: не более $\pm 0,25\%$ на 100°C (для всех вариантов).

5. Цикл измерений – через каждые $T_{\text{ц}}$ минут.

6. Передача информации из контроллера по интерфейсу выполняется по запросу от внешнего компьютера. Передаются последние измеренные температуры каждого канала.

Примечание 1. (для вариантов с термоэлектрическим преобразователем). Для выполнения аналоговой части необходимо:

- 1) рассчитать по аппроксимирующему полиному диапазон измерения выходного сигнала термоэлектрического преобразователя;
- 2) оценить линейность характеристики;
- 3) оценить влияние температуры холодного спая;
- 4) уточнить структурную схему устройства, приведенную на рис.1, с учетом п.1 – п.3;
- 5) на основании заданной погрешности измерения рассчитать входной усилитель, схему компенсатора температуры холодного спая, схему линеаризатора характеристики, аналоговый мультиплексор (коммутатор), выбрать АЦП;
- 6) провести расчет погрешности аналоговой части от температуры окружающей среды;
- 7) провести моделирование схемы и оценку основной и дополнительной погрешностей с использованием пакета Spectrum MicroCap.

Примечание 2. (для вариантов с термопреобразователем сопротивления). Для выполнения аналоговой части необходимо:

- 1) рассчитать диапазон изменения сопротивления термометра, выбрать величину тока через термометр;
- 2) оценить линейность характеристики преобразователя;
- 3) уточнить структурную схему устройства, приведенную на рис.2;
- 4) по заданной погрешности измерения рассчитать входной усилитель, источник тока, при необходимости схему линеаризации, аналоговый мультиплексор (коммутатор), выбрать АЦП;
- 5) провести расчет дополнительной погрешности от температуры окружающего воздуха;
- 6) провести моделирование схемы и оценку основной и дополнительной погрешностей с использованием пакета Spectrum MicroCap.

Примечание 3. Для выполнения цифровой части необходимо разработать алгоритм работы микроконтроллера (МК). После включения питания контроллера очищаются ячейки памяти, хранящие данные об измеренных температурах и вычисленной средней. Затем запускается таймер для отсчета времени цикла измерения $T_{ц}$. В начале каждого цикла производится измерение температуры каждого канала, затем вычисляется среднее значение. Для индикации данных нужно предусмотреть клавиши (кнопки) с фиксацией, при нажатии которых на индикаторах дисплея отображаются соответствующие значения. Если применяются кнопки без фиксации, то необходимо предусмотреть индикаторы, например, светодиодные с соответствующими надписями. При большом числе каналов более удобно использовать специальный индикатор на дисплее для отображения номера канала. Также можно применить только одну кнопку для переключения каналов, при каждом нажатии на которую номер увеличивается на единицу.

Для передачи данных от МК по интерфейсу удобно использовать режим прерывания по запросу внешнего компьютера. Прерывания разрешаются только после измерения температуры всех каналов и вычисления среднего значения. В конце каждого цикла измерения прерывания запрещаются.

Задание № 2. Электронные весы

Примерная структурная схема электронных весов приведена на рис.3.

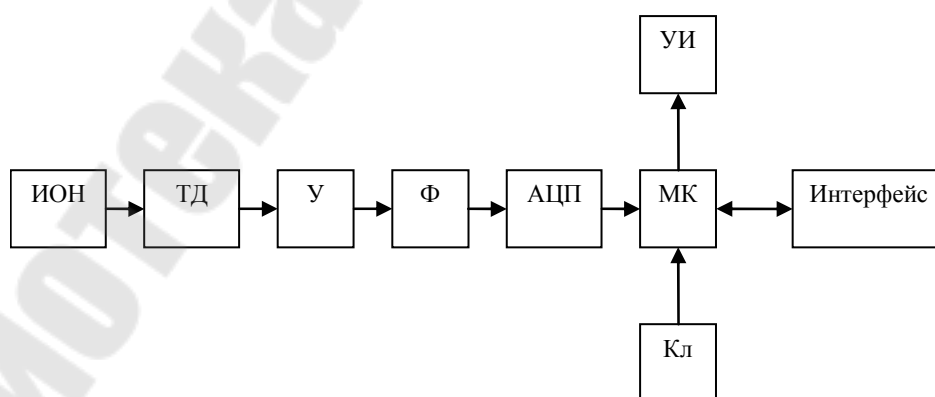


Рис. 3. Структурная схема электронных весов: ИОН – источник опорного напряжения; ТД – тензометрический датчик; У – усилитель; Ф – фильтр; АЦП – аналого-цифровой преобразователь; МК – микроконтроллер; УИ – устройство индикации; Кл – клавиатура.

1. Электронные весы должны производить измерения с одним или несколькими тензометрическими датчиками (согласно варианту задания). В случае применения нескольких датчиков их сигналы суммируются.

2. Весы должны измерять и индцировать тару, вес груза с тарой и вычислять чистый вес.

3. Цикл измерений веса груза с тарой – через каждые $T_{ц}$ минут.

4. Передача данных по интерфейсу осуществляется по запросу от внешнего компьютера. В качестве передаваемых данных используется чистый вес.

Примечание 1. Для выполнения аналоговой части необходимо:

1) уточнить структурную схему электронных весов, приведенную на рис.3, в соответствии с исходными данными;

2) рассчитать выходной сигнал мостовой схемы;

3) рассчитать входной усилитель с учетом п.2, источник питания моста, фильтр и выбрать АЦП.

4) определить основную и дополнительную погрешность от температуры окружающего воздуха. При выходе за рамки заданных значений пересчитать параметры по п.3;

5) провести моделирование схемы и оценку основной и дополнительной погрешностей с использованием пакета Spectrum Micro-Cap.

Примечание 2. Для выполнения цифровой части задания необходимо разработать алгоритм работы микроконтроллера (МК), управляющего работой электронных весов. При этом следует учесть, что перед измерением веса груза с тарой необходимо произвести взвешивание тары. Это можно реализовать, например, следующими методами:

1) МК должен иметь переключатель режима работы: «Тара» и «Вес груза с тарой». В режиме «Тара» очищаются ячейки памяти, в которых хранятся данные о таре, весе груза с тарой, чистом весе. Таймер для отсчета времени $T_{ц}$ в этом режиме не работает. После измерения тары переключатель переводится в режим «Вес груза с тарой» и запускается таймер отсчета времени цикла измерения $T_{ц}$. МК периодически измеряет вес груза с тарой и вычисляет чистый вес. Для индикации значение тары, веса груза с тарой и чистого веса нужно предусмотреть 3 клавиши (кнопки) с

фиксацией, при нажатии которых на индикаторах дисплея отображаются соответствующие значения. Если применяются кнопки без фиксации, то необходимо предусмотреть индикаторы (например, светодиодные), с соответствующими надписями;

2) МК после включения питания переводится в режим измерения тары, что индицируется, например, светодиодами с соответствующими надписями. При этом также очищаются ячейки для хранения данных – о таре, весе груза с тарой. Затем включается индикатор с соответствующей надписью и запускается таймер отсчета Тц.

Для передачи данных от МК по интерфейсу удобно использовать режим прерывания по запросу от внешнего компьютера. Прерывания разрешаются только после измерения веса груза с тарой и вычисления чистого веса. В конце каждого цикла измерения прерывания запрещаются.

Задание № 3. Расходомер на основе электромагнитного датчика расхода

Примерная структурная схема расходомера на основе электромагнитного датчика расхода приведена на рис.4.

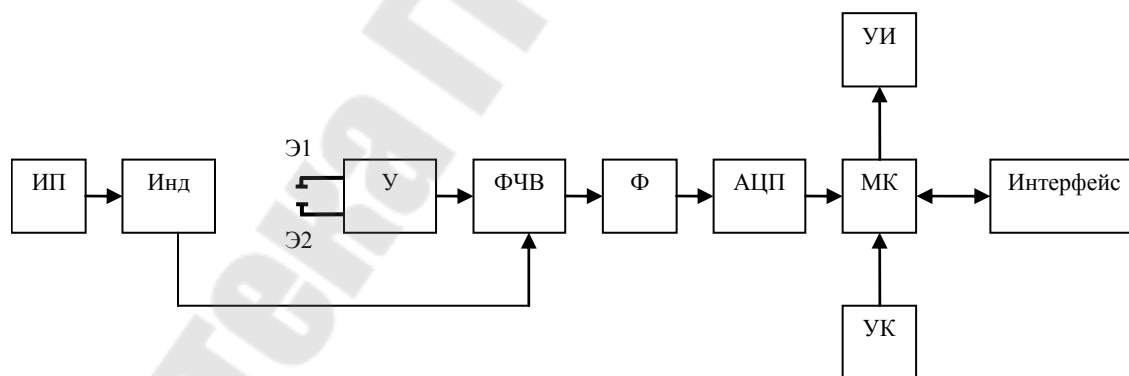


Рис. 4. Структурная схема расходомера на основе электромагнитного датчика расхода: ИП – источник питания; Инд – индуктор; Э1, Э2 – электроды; У – усилитель; ФЧВ – фазочувствительный выпрямитель; Ф – фильтр; МК – микроконтроллер; УИ – устройство индикации; Кл – клавиатура.

1. Расходомер использует в качестве измерительного преобразователя электромагнитный датчик расхода (ЭДР).

2. Питание индуктора ЭДР может осуществляться:

- синусоидальным напряжением промышленной частоты 50 Гц;
- синусоидальным напряжением 25 Гц;
- прямоугольными импульсами, синхронизированными с частотой питающей сети.

3. Диапазон измерения расхода $1,0 \dots 10 \text{ м}^3/\text{с}$. Значение индукции в измерительном канале ЭДР рассчитывается по формуле

$$V = V_0 / D_u,$$

где $V_0 = 1 \text{ мТл}$; D_u – диаметр условного прохода, мм.

4. На электродах допустимо напряжение поляризации, имеющее характер медленного дрейфа, не более 100 мВ.

5. При эксплуатации температура медных обмоток индуктора может изменяться в диапазоне $0 \dots 150^\circ\text{C}$. Номинальное сопротивление «меди» обмоток проводов (при 20°C) равно 30 Ом.

6. Коэффициент подавления помехи общего вида частоты 50 Гц должен быть не менее 80 дБ. Коэффициент подавления помехи нормального вида частоты 50 Гц должен быть не менее 60 дБ (для всех вариантов, кроме тех, где предусмотрено питание частотой 50 Гц).

7. Расходомер должен производить 10 измерений в секунду и находить среднее значение.

8. Расходомер должен индицировать скорость потока (м/с), расход ($\text{м}^2/\text{час}$), накопленный расход (м^3), моторное время (текущее время с момента начала работы).

9. Основная приведенная погрешность расходомера не должна превышать 2%.

10. Рабочий температурный диапазон $0 \dots 60^\circ\text{C}$.

11. Дополнительная погрешность расходомера не должна превышать 0,5% при изменении температуры окружающего воздуха на 10°C во всем рабочем диапазоне.

12. Расходомер должен иметь стандартный интерфейс, позволяющий по запросу внешнего компьютера передавать данные о мгновенной скорости жидкости, расходе и объеме, а также моторном времени.

Примечание 1. Для выполнения аналоговой части задания необходимо:

- 1) выбрать источник питания;
- 2) рассчитать коэффициент усиления входного усилителя;

- 3) выбрать АЦП. При необходимости синхронизировать работу АЦП с моментами появления импульсов и пауз тока питания;
- 4) осуществить компенсацию поляризационной ЭДС;
- 5) реализовать инвариантность к току питания индуктора;
- 6) оценить погрешность аналоговой части расходомера;
- 7) провести моделирование схемы и оценку основной и дополнительной погрешностей с использованием пакета Spectrum Micro-Cap.

Примечание 2. Для выполнения цифровой части задания можно воспользоваться рекомендациями из примечания 3 к заданию № 1.

Задание № 4. Измеритель уровня жидкости

Структурная схема измерителя уровня жидкости с питанием напряжением треугольной формы приведена на рис.5.

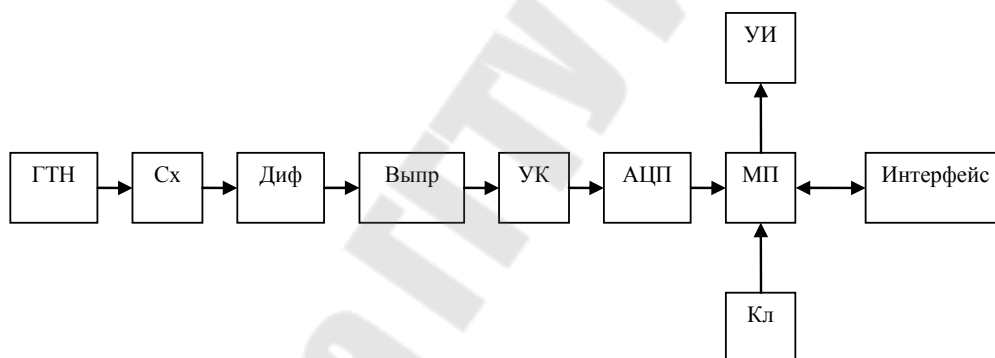


Рис. 5. Структурная схема измерителя уровня жидкости с питанием напряжением треугольной формы: ГТН – генератор треугольного напряжения; Сх – емкостной датчик; Диф – дифференциатор; Выпр – выпрямитель; УК – устройство компенсации; МК – микроконтроллер; УИ – устройство индикации; Кл – клавиатура.

1. Прибор производит измерение уровня жидкости, ее объем и время заполнения резервуара.
2. Датчик уровня жидкости – емкостной.
3. Форма резервуара: цилиндр с внутренним диаметром d метров и высотой h метров.
4. Цикл измерения – через каждые T_c минут.
5. Температурный диапазон $0...+40^{\circ}\text{C}$.

6. Скорость подачи жидкости $V_{ж}$, л/мин.

7. Измеритель должен иметь устройство индикации уровня жидкости в резервуаре, ее объема и моторного времени (текущего времени с начала работы).

8. Измеритель должен иметь стандартный интерфейс для передачи данных по запросу внешнего компьютера. Передаются результаты последнего измерения: уровень жидкости, ее объем, моторное время.

Примечание 1. Для выполнения аналоговой части задания необходимо:

1) выбрать в соответствии с заданием одну из схем включения емкостного датчика для измерения уровня жидкости:

- схему емкостного делителя;

- схему с питанием напряжением треугольной формы (структурная схема измерителя уровня для этого варианта приведена на рис.5);

- мостовую схему;

2) в соответствии с п.1 рассчитать генератор напряжения для питания датчика, выбрать его частоту и определить максимальный сигнал на выходе преобразователя;

3) разработать схему компенсации емкости пустого резервуара и подводных проводов;

4) рассчитать выпрямитель, выбрать АЦП;

5) оценить погрешность аналоговой части;

6) провести моделирование схемы и оценку основной и дополнительной погрешностей с использованием пакета Spectrum Micro-Cap.

Примечание 2. Для выполнения цифровой части задания необходимо разработать алгоритм работы микроконтроллера (МК). После включения питания очищаются ячейки памяти, хранящие данные об уровне жидкости, вычисленного ее объема, моторного времени. Начинается подача жидкости в резервуар. Затем запускается таймер для отсчета времени цикла измерения $T_{ц}$ и моторного времени. Предполагается, что максимальное время заполнения резервуара не превышает 24 часов. Следует выделить одну ячейку памяти для хранения времени в часах и одну – для хранения минут. В начале каждого цикла $T_{ц}$ производится измерение емкости датчика и, затем, – вычисление необходимых величин. Для индикации данных нужно преду-

смотреть клавиши (кнопки) с фиксацией, при нажатии которых на индикаторах дисплея отображаются соответствующие значения. Если применяются кнопки без фиксации, то необходимо предусмотреть индикаторы, например, светодиодные с соответствующими надписями.

Для передачи данных от МК по интерфейсу удобно использовать режим прерывания по запросу внешнего компьютера. Прерывания разрешаются только после измерения емкости датчика и вычисления всех необходимых параметров. В конце каждого цикла измерения прерывания запрещаются.

Задание № 5. Расходомер теплоносителя с дифференциально-трансформаторным датчиком (ДТД)

Примерная структурная схема расходомера теплоносителя с дифференциально-трансформаторным датчиком приведена на рис.6.

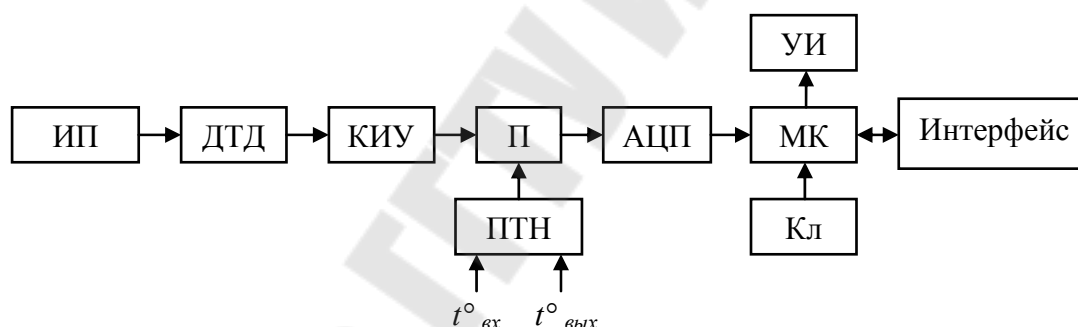


Рис. 6. Структурная схема расходомера теплоносителя с дифференциально-трансформаторным датчиком: ИП – источник питания; ДТД – дифференциально-трансформаторный датчик; КИУ – корнеизвлекающее устройство; ПТН – преобразователь разности температур в напряжение; $t^{\circ}_{вх}$, $t^{\circ}_{вых}$ – температура на входе и на выходе системы; П – перемножитель; МК – микроконтроллер; УИ – устройство индикации; Кл – клавиатура.

1. Прибор должен измерять расход теплоносителя с помощью измерения перепада давления, создаваемого сужающим устройством в трубе. Функциональная схема устройства приведена на рис.6.

2. Прибор должен индицировать мгновенный расход теплоносителя (m^3/c) и его температуру на входе и выходе системы.

3. Расходомер должен иметь стандартный интерфейс, позволяющий по запросу внешнего компьютера передавать данные о мгновенном расходе теплоносителя и его температуре на входе и выходе.

Примечание 1. Для выполнения аналоговой части задания необходимо:

- 1) рассчитать цепь питания датчика;
- 2) рассчитать входной сигнал ДТД и при необходимости его усилить;
- 3) разработать корнеизвлекающее устройство (КИУ) и рассчитать его выходной сигнал;
- 4) разработать преобразователь разности температур в напряжение (ПТН) с использованием термометров сопротивления;
- 5) провести моделирование схемы и оценку основной погрешности с использованием пакета Spectrum MicroCap.

Примечание 2. Для выполнения цифровой части задания можно воспользоваться рекомендациями из примечания 3 к заданию № 1.

Задание № 6. Счетчик тепловой энергии с электромагнитным расходомером

Примерная структурная схема счетчика тепловой энергии с электромагнитным расходомером приведена на рис.7.

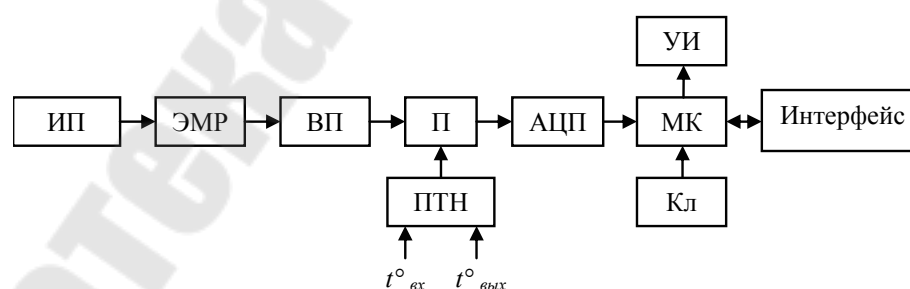


Рис. 7. Структурная схема счетчика тепловой энергии с электромагнитным расходомером: ИП – источник питания; ЭМР – электромагнитный датчик расхода; ВП – входной преобразователь; ПТН – преобразователь разности температур в напряжение; $t^{\circ}_{вх}$, $t^{\circ}_{вых}$ – температура на входе и на выходе системы; П – перемножитель; МК – микроконтроллер; УИ – устройство индикации; Кл – клавиатура.

1. Счетчик должен вычислять расход тепловой энергии за определенное время.

2. Отсчет времени (моторное время) производится с момента включения счетчика с дискретностью 1 час. Максимальное время – 1000 часов.

3. Счетчик должен индицировать накопленную энергию теплоносителя (Гкал), мгновенный расход ($\text{м}^3/\text{с}$), температуру теплоносителя на входе и выходе, моторное время.

4. Счетчик должен иметь стандартный интерфейс, позволяющий по запросу внешнего компьютера передавать данные, указанные в п.3.

5. Исходные данные для расчета цепей электромагнитного датчика расхода берутся из задания № 3.

Примечание 1. Для выполнения аналоговой части задания необходимо:

- 1) выбрать источник питания датчика;
- 2) рассчитать входной преобразователь;
- 3) разработать преобразователь расхода температур в напряжение (ПТН) с использованием термометров сопротивления;
- 4) рассчитать перемножительное устройство и выбрать АЦП;
- 5) оценить погрешность аналоговой части счетчика;
- 6) провести моделирование схемы и оценку основной погрешности с использованием пакета Spectrum MicroCap.

Примечание 2. Для выполнения цифровой части задания можно воспользоваться рекомендациями из примечания 2 к заданию № 4.

Задание № 7. Счетчик тепловой энергии с дифференциально-трансформаторным преобразователем (ДТП)

Примерная структурная схема счетчика тепловой энергии с дифференциально-трансформаторным преобразователем приведена на рис.8.

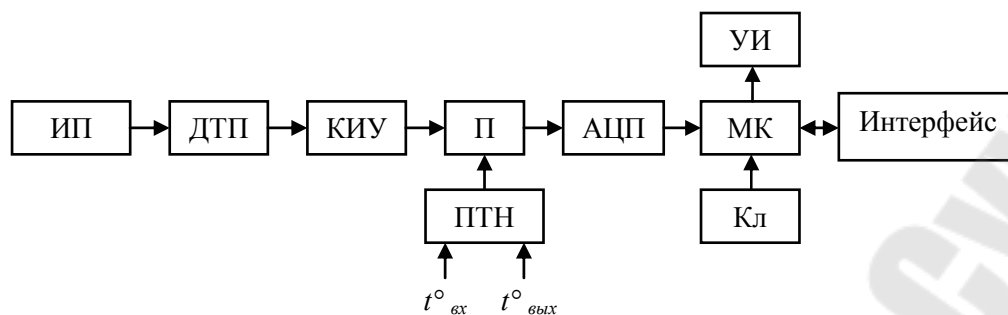


Рис. 8. Структурная схема счетчика тепловой энергии с дифференциально-трансформаторным преобразователем: ИП – источник питания; ДТП – дифференциально-трансформаторный преобразователь; КИУ – корнеизвлекающее устройство; ПТН – преобразователь разности температур в напряжение; $t^{\circ}_{вх}$, $t^{\circ}_{вых}$ – температура на входе и на выходе системы; П – перемножитель; МК – микроконтроллер; УИ – устройство индикации; Кл – клавиатура.

1. Счетчик должен вычислять расход тепловой энергии за определенное время (моторное). Функцию счетчика здесь выполняет микроконтроллер.

2. Счетчик должен индицировать накопленную энергию теплоносителя (Гкал), мгновенный расход ($\text{м}^3/\text{с}$), температуру на входе и выходе системы, моторное время.

3. Счетчик должен иметь стандартный интерфейс, позволяющий по запросу внешнего компьютера передавать данные, указанные в п.2.

Примечание 1. Для выполнения аналоговой части задания следует воспользоваться указаниям примечания 1 к заданию № 5

Примечание 2. Для выполнения цифровой части задания можно воспользоваться рекомендациями из примечания 2 к заданию № 4.

Задание № 8. Измеритель активной (реактивной) мощности однофазной сети

Примерная структурная схема измерителя активной (реактивной) мощности однофазной сети приведена на рис.9.

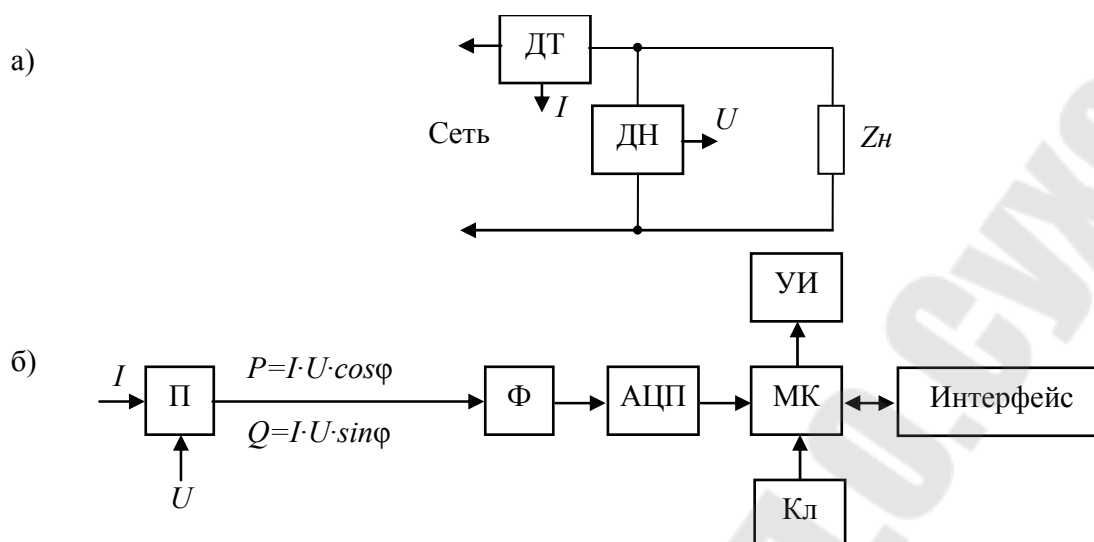


Рис. 9. Структурная схема измерителя активной (реактивной) мощности однофазной сети: а) – подключение датчиков: ДТ – датчик тока; ДН – датчик напряжения; Z_n – реактивная нагрузка; б) – функциональная схема: П – перемножитель; Ф – фильтр; МК – микроконтроллер; УИ – устройство индикации; Кл – клавиатура.

1. Прибор должен измерять и индицировать мгновенную активную (реактивную) мощность, потребляемую из однофазной сети, а также действующее значение тока и напряжения в нагрузке.

2. Измеритель должен иметь стандартный интерфейс, позволяющий по запросу внешнего компьютера передавать данные, указанные в п.1.

Примечание 1. Для выполнения аналоговой части задания необходимо:

- 1) рассчитать датчики тока и напряжения;
- 2) рассчитать перемножитель, фильтр, выбрать АЦП;
- 3) на основании функциональной схемы (рис.9) разработать схему прибора, позволяющую также измерять действующие значения тока и напряжения в нагрузке;
- 4) оценить погрешность аналоговой части измерителя;
- 5) провести моделирование схемы и оценку основной погрешности с использованием пакета Spectrum MicroCap.

Примечание 2. Для выполнения цифровой части задания можно воспользоваться рекомендациями из примечания 3 к заданию № 1.

Примечание 3. Для выполнения задания можно использовать специализированный микроконтроллер MSP430FE42X.

Задание № 9. Счетчик активной (реактивной) энергии однофазной сети

Примерная структурная схема измерителя активной (реактивной) энергии однофазной сети приведена на рис.10.

1. Прибор должен измерять активную (реактивную) энергию, потребляемую нагрузкой из однофазной сети за определенное время.

2. Функцию вычисления энергии (накопления отсчетов мгновенной мощности) в схеме рис. 10 выполняет микроконтроллер.

3. Прибор должен индицировать активную (реактивную) энергию, действующие значения тока и напряжения в нагрузке, моторное время (текущее время от момента начала работы);

4. Отсчет времени (моторное время) производится с момента включения счетчика с дискретностью 1 час. Максимальное время – 1000 часов.

Счетчик должен иметь стандартный интерфейс, позволяющий по запросу внешнего компьютера передавать данные, указанные в п.3.

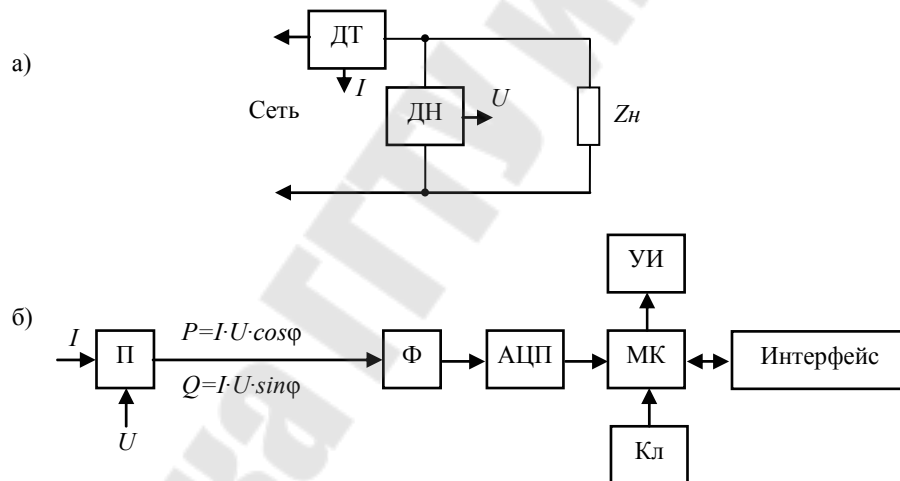


Рис. 10. Структурная схема измерителя активной (реактивной) энергии однофазной сети: а) – подключение датчиков: ДТ – датчик тока; ДН – датчик напряжения; Z_n – реактивная нагрузка; б) – функциональная схема: П – перемножитель; Ф – фильтр; МК – микроконтроллер; УИ – устройство индикации; Кл – клавиатура.

Примечание 1. Для выполнения аналоговой части задания следует воспользоваться указаниями примечания 1 к заданию № 8.

Примечание 2. Для выполнения цифровой части задания можно воспользоваться рекомендациями из примечания 2 к заданию № 4, примечания 3 к заданию № 8.

Задание № 10. Измеритель активной (реактивной) мощности трехфазной сети

Примерная структурная схема измерителя активной (реактивной) мощности трехфазной сети приведена на рис. 11.

1. Прибор должен измерять и индцировать мгновенную активную (реактивную) мощность, потребляемую из трехфазной сети, а также действующие значения фазных токов и напряжений.

2. Для построения прибора можно использовать схему измерителя мощности в трехфазной сети с использованием метода трех ваттметров, которая приведена на рис.11.

3. Измеритель должен иметь стандартный интерфейс, позволяющий по запросу внешнего компьютера передавать данные, указанные в п.1.

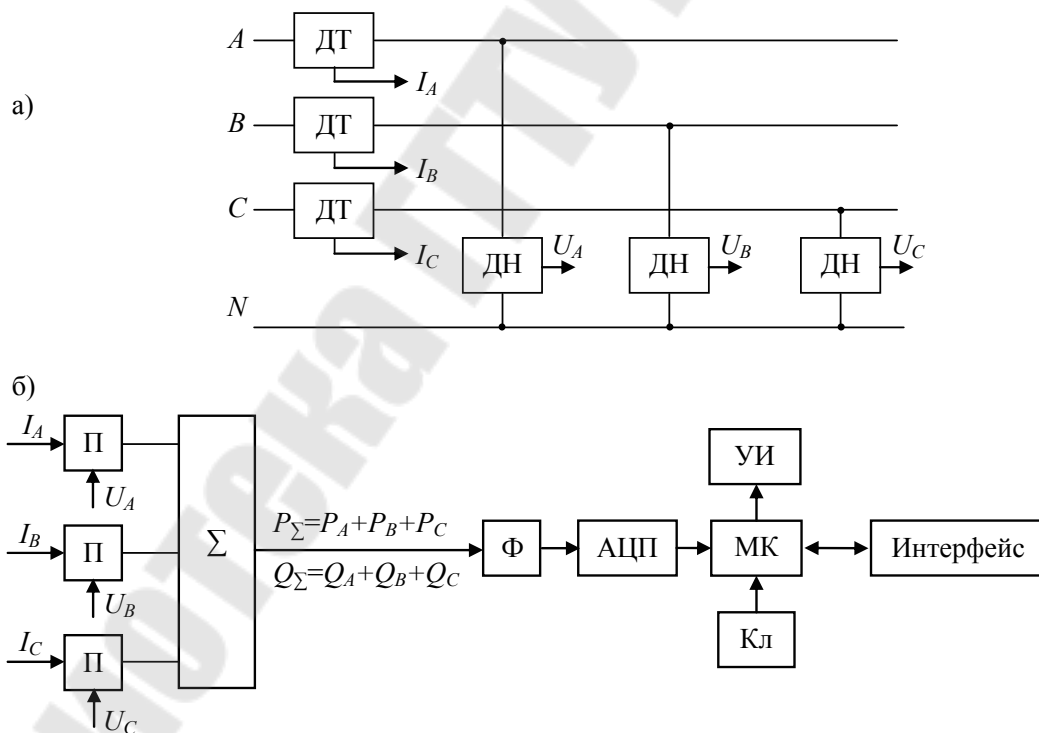


Рис. 11. Структурная схема измерителя активной (реактивной) мощности трехфазной сети: а) – подключение датчиков: ДТ – датчик тока; ДН – датчик напряжения; б) – функциональная схема: П – перемножитель; Σ – сумматор; Ф – фильтр; МК – микроконтроллер; УИ – устройство индикации; Кл – клавиатура.

Примечание 1. Для выполнения аналоговой и цифровой части задания следует воспользоваться указаниями, изложенными в примечаниях 1 и 2 к заданию № 8.

Задание № 11. Счетчик активной (реактивной) энергии трехфазной сети

Примерная структурная схема измерителя активной (реактивной) энергии трехфазной сети приведена на рис. 12.

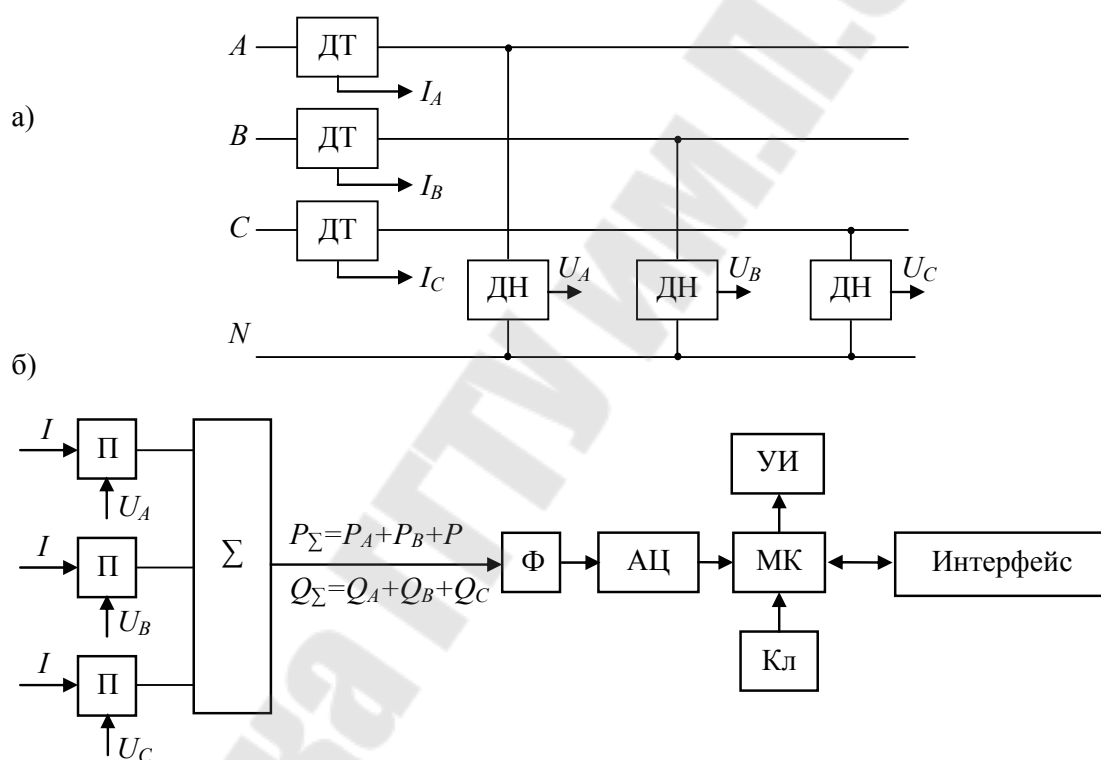


Рис. 12. Структурная схема измерителя активной (реактивной) энергии трехфазной сети: а) – подключение датчиков: ДТ – датчик тока; ДН – датчик напряжения; б) – функциональная схема: П – перемножитель; Σ – сумматор; Ф – фильтр; МК – микроконтроллер; УИ – устройство индикации; Кл – клавиатура.

1. Прибор должен измерять активную (реактивную) энергию, потребляемую нагрузкой из трехфазной сети за определенное время.

2. Для измерения энергии можно использовать схему, приведенную на рис.12. Функцию вычисления энергии (накопления отсчетов мгновенной мощности) в ней выполняет микроконтроллер.

3. Прибор должен индицировать активную (реактивную) энергию, действующие значения фазных токов и напряжений в нагрузке, моторное время (текущее время от момента начала работы).

4. Отсчет времени (моторное время) производится с момента включения счетчика с дискретностью 1 час. Максимальное время – 1000 часов.

5. Счетчик должен иметь стандартный интерфейс, позволяющий по запросу внешнего компьютера передавать данные, указанные в п.3.

Примечание 1. Для выполнения аналоговой части задания следует воспользоваться указаниями примечания 1 к заданию № 8.

Примечание 2. Для выполнения цифровой части задания можно воспользоваться рекомендациями из примечания 2 к заданию № 4.

Задание № 12. Измеритель частоты (частотомер)

Примерная структурная схема измерителя частоты приведена на рис. 13.

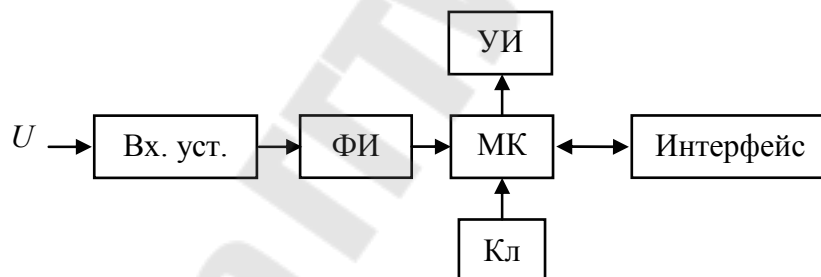


Рис. 13. Структурная схема измерителя частоты: Вх. Уст – входное устройство; ФИ – формирователь импульсов; МК – микроконтроллер; УИ – устройство индикации; Кл – клавиатура.

1. Прибор должен измерять и индицировать частоту переменного напряжения заданного диапазона.

2. Измерения должны проводиться через определенные интервалы времени, которые можно задавать с клавиатуры.

3. Частотомер должен иметь стандартный интерфейс, позволяющий по запросу внешнего компьютера передавать данные об измеренной частоте.

Примечание 1. Для выполнения аналоговой части задания необходимо:

- 1) рассчитать входное устройство и формирователь импульсов;
- 2) оценить погрешность аналоговой части прибора;
- 3) провести моделирование схемы и оценку основной погрешности с использованием пакета Spectrum MicroCap.

Примечание 2. Для выполнения цифровой части задания можно воспользоваться рекомендациями из примечания 3 к заданию № 1.

Задание № 13. Измеритель разности фаз (фазометр)

Примерная структурная схема измерителя разности фаз приведена на рис. 14.

1. Прибор должен измерять и индцировать разность фаз между двумя синусоидальными напряжениями заданного диапазона частот.

2. Измерения должны проводиться через определенные интервалы времени, которые можно задавать с клавиатуры.

3. Фазометр должен иметь стандартный интерфейс, позволяющий по запросу внешнего компьютера передавать данные об измеренной частоте.

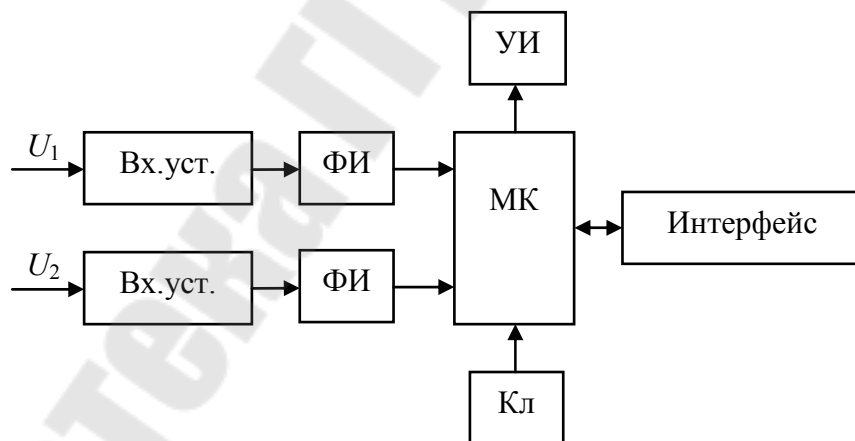


Рис. 14. Структурная схема измерителя разности фаз: Вх. Уст – входное устройство; ФИ – формирователь импульсов; МК – микроконтроллер; УИ – устройство индикации; Кл – клавиатура.

Примечание 1. Для выполнения задания следует воспользоваться указаниями, приведенными в задании № 12.

Задание № 14. Измеритель параметров двухполюсников

Принцип определения параметров двухполюсников на основе анализа величин активной U_a и реактивной U_p составляющих полного напряжения цепи показан на рис. 15.

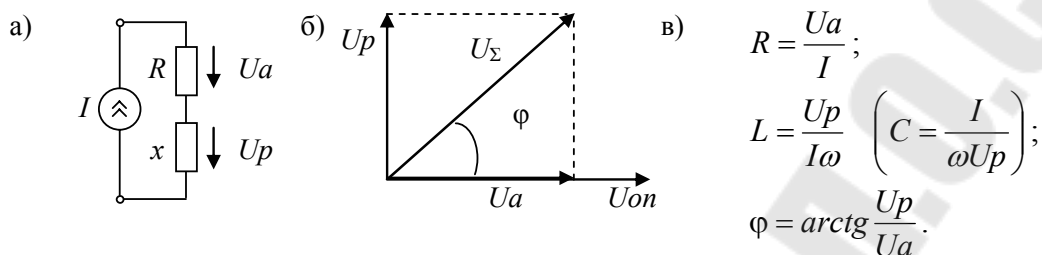


Рис. 15. Принцип определения параметров RL (RC)-двухполюсников: а) – исследуемая схема; б) – векторная диаграмма (на примере RL-цепи); в) – расчетные соотношения.

Примерная структурная схема измерителя параметров RL (RC)-двухполюсников приведена на рис. 16.

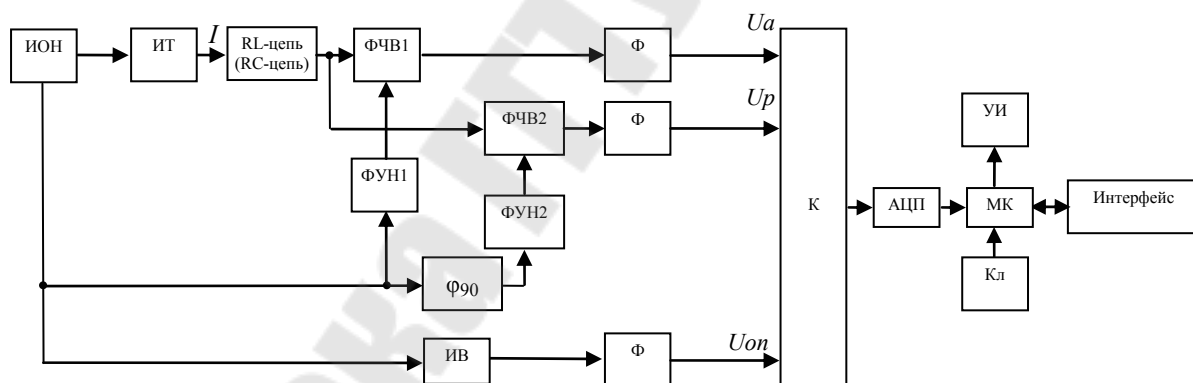


Рис. 16. Структурная схема измерителя параметров RL (RC)-двухполюсников: ИОН – источник опорного напряжения (синусоидальное напряжение стабильной амплитуды частотой ω); ИТ – источник тока; ФЧВ1, ФЧВ2 – фазочувствительные выпрямители; ФУН1, ФУН2 – формирователи управляющего напряжения; φ_{90} – фазовращатель на 90° ; ИВ – измерительный выпрямитель; Ф – фильтр; К – аналоговый коммутатор; МК – микроконтроллер; УИ – устройство индикации; Кл – клавиатура.

1. Прибор должен измерять и индцировать активное сопротивление R , емкость C (или индуктивность L) двухполюсника на переменном токе заданной частоты ω , а также угол сдвига фаз φ .

2. Прибор должен иметь стандартный интерфейс, позволяющий по запросу внешнего компьютера передавать данные об измеренных значениях.

Примечание 1. Для выполнения аналоговой части задания необходимо:

- 1) рассчитать цепь питания исследуемого двухполюсника для заданной частоты и диапазона измеряемых параметров;
- 2) рассчитать элементы аналоговой части измерителя и оценить ее погрешность;
- 3) выбрать коммутатор, АЦП;
- 4) провести моделирование схемы и оценку основной погрешности с использованием пакета Spectrum MicroCap.

Примечание 2. Для выполнения цифровой части задания можно воспользоваться рекомендациями из примечания 3 к заданию № 1.

Задание № 15. Измеритель индукции магнитного поля на основе датчика Холла

Примерная структурная схема измерителя индукции магнитного поля на основе датчика Холла приведена на рис. 17.

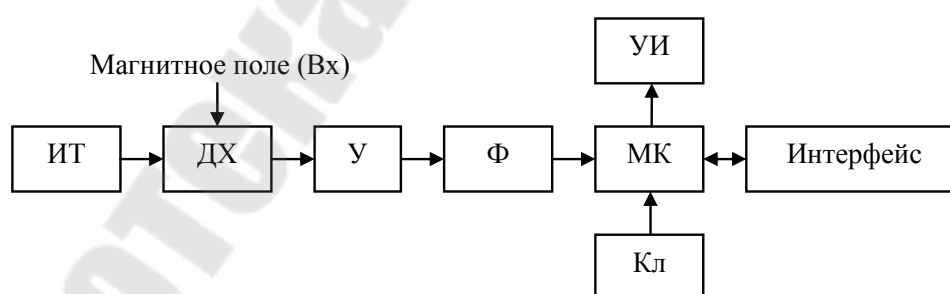


Рис. 17. Структурная схема измерителя индукции магнитного поля на основе датчика Холла: ИТ – источник стабильного тока; ДХ – датчик Холла; У – усилитель; Ф – фильтр; МК – микроконтроллер; УИ – устройство индикации; Кл – клавиатура.

1. Прибор должен измерять индукцию магнитного поля в заданном диапазоне. На датчик Холла воздействует магнитное поле с индукцией B_x . ЭДС на выходе датчика Холла определяется по формуле:

$$E_x = b \cdot B_x \cdot I \cdot \cos \alpha ,$$

где b – постоянная Холла;
 B_x – индукция измеряемого магнитного поля;
 I – ток питания датчика;
 α – угол между векторами I и B_x .

2. Измерения должны проводиться через определенные интервалы времени, которые можно задавать с клавиатуры.

3. Прибор должен иметь стандартный интерфейс, позволяющий по запросу внешнего компьютера передавать данные об измеренной индукции.

Примечание. Для выполнения задания следует воспользоваться указаниями, приведенными в примечаниях к заданию № 12.

Задание № 16. Измеритель числа оборотов вала двигателя (тахометр)

Принцип работы измерителя показан на рис. 18,а, а его структурная схема приведена на рис.18,б.

1. Прибор должен измерять и индицировать числа оборотов вала двигателя в заданном диапазоне.

2. Измерения должны проводиться через определенные интервалы времени, которые можно задавать с клавиатуры.

3. Прибор должен иметь стандартный интерфейс, позволяющий по запросу внешнего компьютера передавать данные об измеренной величине.

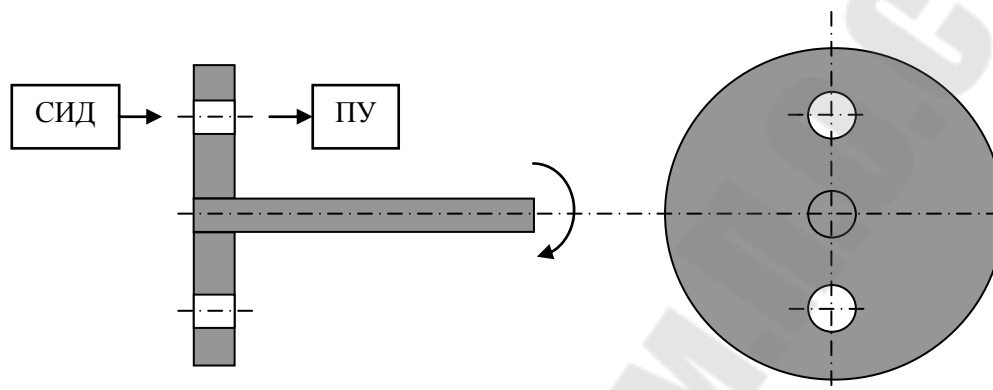
Примечание 1. Для выполнения аналоговой части задания необходимо:

- 1) выбрать светодиод излучателя и фотодиод для приемного устройства;
- 2) рассчитать источник питания для светодиода;

- 3) рассчитать схему приемного устройства;
- 4) рассчитать формирователь импульсов.

Примечание 2. Для выполнения цифровой части задания можно воспользоваться рекомендациями из примечания 3 к заданию № 1.

а)



б)

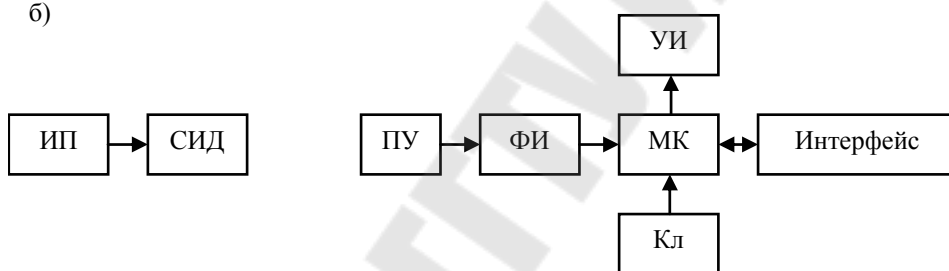


Рис. 18. Измеритель числа оборотов: а) – принцип действия; б) – примерная структурная схема: СИД – светоизлучающий диод; ИП – источник питания; ПУ – приемное устройство; ФИ – формирователь импульсов; МК – микроконтроллер; УИ – устройство индикации; Кл – клавиатура.

Задание № 17. Измеритель перемещения на основе дифференциально-трансформаторного датчика (ДТД)

Примерная структурная схема измерителя перемещения на основе дифференциально-трансформаторного датчика (ДТД) приведена на рис. 19.

1. Прибор должен измерять линейное перемещение исполнительного механизма в заданном диапазоне.

2. Прибор должен индицировать величину и направление (знак) перемещения относительно нулевого положения плунжера ДТД.

3. Прибор должен иметь стандартный интерфейс, позволяющий по запросу внешнего компьютера передавать данные об измеренных значениях.

Примечание. Для выполнения задания следует воспользоваться указаниями, приведенными в примечаниях к заданию № 12.

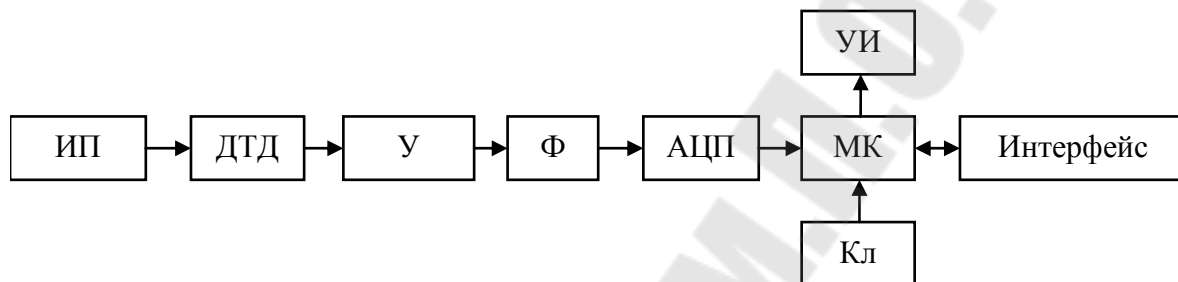


Рис. 19. Структурная схема измерителя перемещения на основе дифференциально-трансформаторного датчика: ИП – источник стабильного тока; ДТД – дифференциально-трансформаторный датчик; У – усилитель; Ф – фильтр; МК – микроконтроллер; УИ – устройство индикации; Кл – клавиатура.

Приложение А

Основные надписи чертежей и расчетно-пояснительной записки

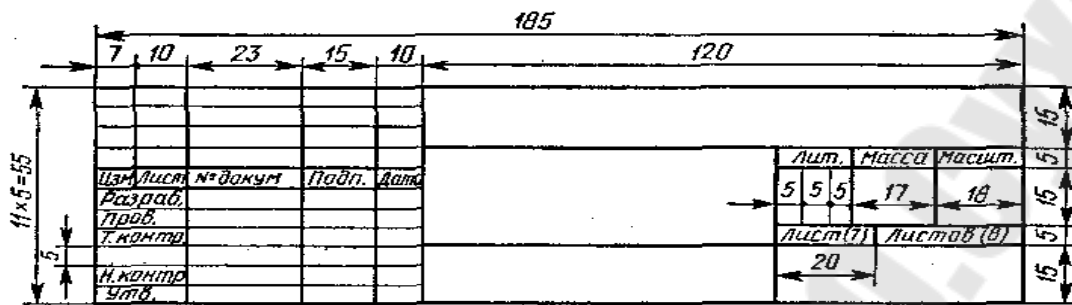


Рис. А.1. Основная надпись первого листа чертежа (форма 1)

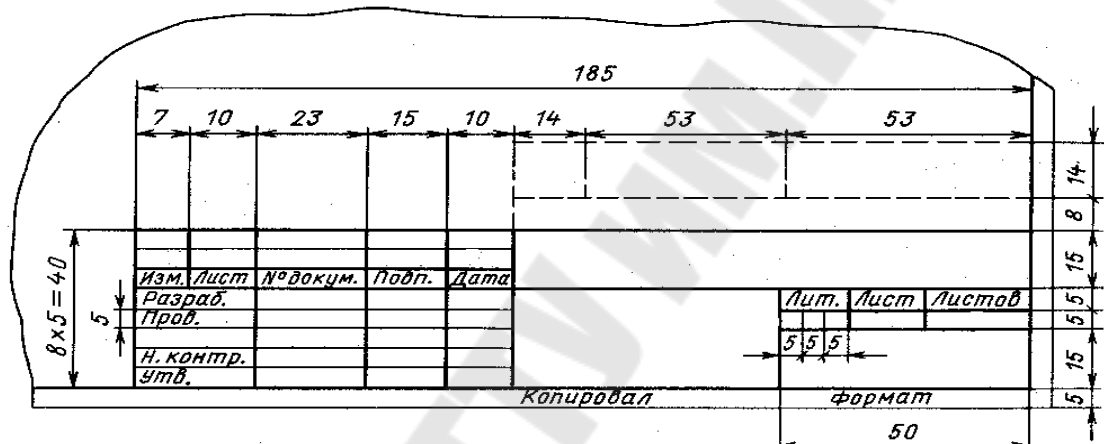


Рис. А.2. Основная надпись первого листа расчетно-пояснительной записки (форма 2)

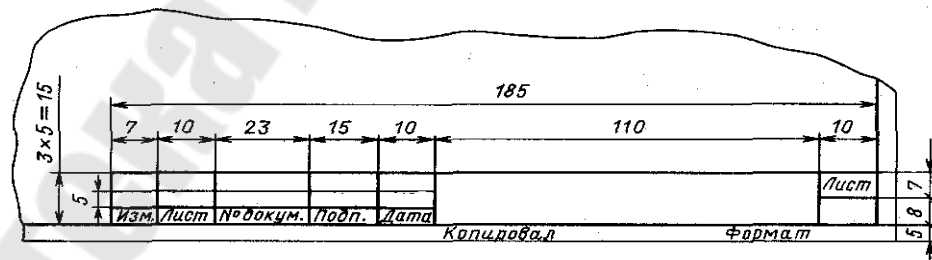


Рис. А.3. Основная надпись последующих листов (форма 2а)

Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание
20	110	10	
185			

Рис. А.4. Форма таблицы перечня элементов

Приложение Б

Примеры заполнения основной надписи для расчетно-пояснительной записки

Пример приложения носит иллюстративный характер по правилу заполнения без соблюдения размеров основной надписи.

Первый лист СОДЕРЖАНИЯ записки (форма 2)

					ГГТУ.1-36.04.02.ХХ.51.01 ПЗ			
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Иванов</i>				(Тема курсового проекта)	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	<i>Никеенков</i>							
<i>Н.контр.</i>	<i>Виноградов</i>					ПМ-51.01		
<i>Утв.</i>								
					<i>Пояснительная записка</i>			

- Примечания:**
1. Наименование темы курсового проекта в основной надписи должно быть кратким и записываться в именительном падеже единственного лица. Например: «Устройство контроля расхода жидкости», а не «Разработка устройства контроля расхода жидкости».
 2. Фамилии записываются без инициалов.
 3. Фамилии консультантов (руководителей) по проекту вносятся в графы «Провер.» и «Н. контр.»

Последующие листы записки (форма 2а)

					ГГТУ.1-36.04.02.ХХ.51.01 ПЗ			<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>				

Расшифровка структуры обозначения курсового проекта:

ГГТУ – учебное заведение	ПЗ – пояснительная записка
1-36.04. 02. – шифр специальности	ПМ – обозначение учебной группы
ХХ – номер специализации (для ПМ – 01)	51. 01 – номер группы и номер студента по списку

Содержание

	стр
1 Цель и задачи комплексного курсового проекта	3
2 Структура, содержание и оформление комплексного курсового проекта	3
3 Варианты заданий	10
Приложение А Основные надписи чертежей и расчетно-пояснительной записки	33
Приложение Б Примеры заполнения основной надписи для расчетно-пояснительной записки	34

Виноградов Эдуард Михайлович
Никеенков Александр Иванович
Крышнев Юрий Викторович

КОМПЛЕКСНЫЙ КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

**Методические указания
и задания к курсовому проекту для студентов
специальности 1-36 04 02 «Промышленная
электроника», специализации 1-36 04 02 01
«Микроэлектронные и микропроцессорные
управляющие и информационные устройства»
дневной и заочной форм обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 28.12.09.

Пер. № 112Е.

E-mail: ic@gstu.gomel.by

<http://www.gstu.gomel.by>