

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Физические методы контроля»

# ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БИОТЕХНИЧЕСКИХ МЕДИЦИНСКИХ АППАРАТОВ И СИСТЕМ

*Методические рекомендации к курсовому проектированию  
для студентов направления подготовки  
12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»  
дневной формы обучения*



Могилев 2018

УДК 615.47  
ББК 53.6  
О 75

Рекомендовано к изданию  
учебно-методическим отделом  
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Физические методы контроля»  
«17» октября 2017 г., протокол № 2

Составитель канд. техн. наук, доц. А. В. Кушнер

Рецензент канд. техн. наук, доц. С. В. Болотов

В методических рекомендациях кратко изложены основные цели и задачи курсового проекта, его содержание и требования к выполнению. Изложена примерная последовательность выполнения, приведена рекомендуемая литература. Методические указания составлены в соответствии с рабочей программой по дисциплине «Основы проектирования биотехнических и медицинских аппаратов и систем».

Учебно-методическое издание

## ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АППАРАТОВ И СИСТЕМ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Ответственный за выпуск	С. С. Сергеев
Технический редактор	А. В. Кушнер
Компьютерная верстка	А. В. Кушнер

Подписано в печать 12.01.2018. Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Печать трафаретная. Усл. печ. л.1,16. Уч.-изд. л.1,27. Тираж 30 экз. Заказ № 2390.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«Белорусско-Российский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/156 от 24.01.2014.  
Пр. Мира, 43, 212000, Могилев.

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский  
университет», 2018

## Содержание

1 Цель и задачи курсового проектирования.....	4
2 Содержание курсового проекта и требования к его оформлению....	4
3 Последовательность выполнения курсового проекта .....	7
Список литературы .....	10
Приложение А. Требования к оформлению расчетно-пояснительной записки.....	13

## **1 Цель и задачи курсового проектирования**

Выполнение курсового проекта по дисциплине «Основы проектирования приборов и систем медицинского назначения» является важным этапом при подготовке квалифицированных специалистов и может рассматриваться как подготовительный этап к выполнению дипломного проекта.

Цель курсового проекта заключается в практическом освоении студентами знаний, полученных на лекционных и практических занятиях по специальности, их углублении и развитии у студентов навыков самостоятельной работы расчетного и конструкторского характера.

При выполнении проекта от студентов требуется:

- умение пользоваться технической литературой, справочными материалами, нормами, каталогами и стандартами;
- знание основ методики расчета элементов схем, выбора источников и приемников излучения, оптических схем, деталей, узлов прибора (в том числе с использованием ЭВМ);
- знание правил оформления конструкторской документации в соответствии с ЕСКД и другими стандартами;
- знание технологии изготовления деталей и сборки приборов и других вопросов технологического порядка.

## **2 Содержание курсового проекта и требования к его оформлению**

Проект выполняется в соответствии с техническим заданием на проектирование.

Техническое задание составляется руководителем курсового проекта и должно включать:

- назначение и возможную область применения прибора или системы медицинского назначения [1, 2];
- основные технические данные проектируемого прибора или системы медицинского назначения;
- условия эксплуатации;
- состав графической и расчетной частей проекта;
- перечень литературы, необходимой для предварительного изучения вопросов обоснования выбора схемы, расчета и конструкции.

Техническое задание может содержать ориентировочную схему проектируемого прибора или системы медицинского назначения с указанием необходимых усовершенствований или требований по обоснованию применения элементов схемы прибора. Проект должен быть рассчитан на условия современного серийного производства с использованием новейших достижений науки и техники, с применением

прогрессивной технологии. В отдельных случаях допускается разработка макетных образцов и лабораторных установок в условиях единичного экспериментального производства, например, если тема проекта определена задачами НИР и НИРС.

Техническое задание оформляется на специальном бланке, подписывается руководителем и утверждается заведующим кафедрой. Студент расписывается в принятии задания к исполнению.

Курсовой проект должен включать графическую часть объемом не менее 3-х листов формата А1 и расчетную пояснительную записку.

В состав графической части могут входить следующие материалы [3]:

- схемы (структурные, функциональные, принципиальные);
- сборочные чертежи проектируемого устройства;
- чертежи общего вида;
- монтажные чертежи;
- рабочие чертежи деталей;
- прочий графический материал (результаты моделирования в виде таблиц, графиков, расчетные формулы и т. п.).

Сборочные чертежи выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ [4–19] и должны полностью раскрывать конструкцию прибора и взаимосвязь деталей. На чертежах должны быть указаны габаритные и присоединительные размеры. Чертежи должны включать все необходимые для соблюдения указанных условий проекции, виды, разрезы и сечения. На поле чертежа размещают текст технических требований, выполнение которых необходимо обеспечить при изготовлении, сборке и настройке прибора. К сборочному чертежу составляется спецификация, включаемая в пояснительную записку [20].

Рабочие чертежи деталей выполняются, как правило, на листах формата А4 и размещаются на линии формата А1 без разрезания последнего.

При этом для изображения должны быть выбраны детали различных типов:

- оптические (линза, зеркало, призма, шкала и др.);
- детали, получаемые токарной обработкой;
- детали, получаемые фрезерной обработкой;
- детали кинематических звеньев (зубчатое колесо, червяк, винт, направляющая и др.);
- корпусные детали, получаемые комбинированными методами, в том числе литьем, штамповкой и др.

На чертеже детали должны быть указаны все данные, необходимые для ее изготовления и контроля: размеры, предельные отклонения, покрытия, термообработка, шероховатость поверхностей и др.

Оформление расчетно-пояснительной записки производится обычно после выполнения расчетно-графической части проекта. Однако, все

необходимые материалы для текстовой части проекта следует собирать и фиксировать в течение всего периода работы над проектом.

Расчетно-пояснительная записка должна быть выполнена чисто и аккуратно в соответствии с ГОСТ 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам» [21].

Расчетно-пояснительная записка включает:

- титульный лист;
- содержание;
- вводную часть;
- описание принципа действия прибора;
- описание конструкции прибора;
- расчетную часть;
- список использованных источников;
- приложения.

В расчетно-пояснительной записке должен быть приведен краткий обзор существующих схем реализации, аналогов конструкций и разработок, анализ исходных данных и основные предпосылки для выбора принципиальной схемы прибора или устройства.

Описание принципа действия прибора обычно выполняется по чертежу функциональной схемы и дополнительным пояснительным чертежом. Здесь следует показать назначение каждого узла и элемента прибора, типы этих элементов, связи элементов и узлов между собой – оптические, механические, электрические и др., взаимодействие каждого узла, элемента, блока с другими элементами, а также работу всего прибора в целом.

При описании, например, оптической схемы необходимо показать ход световых пучков, характер их преобразования, размеры изображения, особенности оптических приборов.

При описании электрических схем показывается преобразование сигнала в элементах схемы, значения входных и выходных параметров, коэффициенты усиления и пр.

Описанные конструкции выполняются по сборочным чертежам. Здесь показывается связь узлов и элементов, способы крепления, некоторые сведения по юстировке с указанием элементов конструкции, служащих для этой цели, приводятся некоторые конструктивные параметры (габариты, массы, пределы перемещений, способы охлаждения, герметизации, смазки, уплотнения и др.).

Расчетная часть проекта является основанием выбора каждого элемента конструкции. Она состоит из ряда расчетов, основными из которых являются:

- габаритный;
- энергетический (светотехнический);
- точностной.

Перечень расчетов и их объем согласовываются с руководителем проекта при выдаче задания.

Изложение пояснительной записки должно быть четким, по возможности кратким, логически последовательным, но вместе с тем полностью раскрывающим существо рассматриваемых вопросов.

При выполнении записки необходимо пользоваться общепринятой терминологией, сокращениями, обозначениями, определяемыми соответствующими стандартами. Текстовая часть либо связывается с чертежно-графической частью проекта, либо сопровождается необходимыми по ходу изложения рисунками, схемами, графиками и т.д., на которые в тексте должна быть сделана ссылка.

Все рисунки и схемы должны выполняться в соответствии с требованиями ЕСКД. Графики и диаграммы выполняются в соответствии с руководящим документом РД1-01 «График и диаграмма. Правила оформления» [22].

В списке литературы указываются источники, которые были использованы при проектировании для выбора схемы, для выполнения расчетов и т.д. При этом в тексте расчетно-пояснительной записки в соответствующих местах приводятся ссылки на порядковый номер литературы в квадратных скобках. Список использованных источников формируется по мере ссылки на источник в тексте записки и оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления» [23].

### **3 Последовательность выполнения курсового проекта**

Задания на курсовой проект студенты получают на одном из первых занятий, посвященном курсовому проектированию. В дальнейшем студенты должны являться на занятия, установленные расписанием и отчитываться за выполненную работу по курсовому проектированию в соответствии с графиком.

При курсовом проектировании студентами не разрабатывается полный комплект конструкторской документации, а проектирование прибора заканчивается на этапе детальной разработки конструкции и отдельных рабочих чертежей.

Работа над курсовым проектом содержит следующие этапы:

- анализ задания и возможных схем построения прибора или устройства, выбор функциональной схемы прибора или устройства;
- выполнение основных расчетов, составление электрической, кинематической, оптической и др. схем, составление перечня элементов;
- проведение эскизной компоновки прибора или устройства;

- разработка сборочного чертежа, составление спецификации;
- выполнение чертежей схем;
- выполнение рабочих чертежей деталей;
- окончательное уточнение расчетов; оформление расчетно-пояснительной записки;
- защита проекта.

Анализ технического задания является одним из наиболее важных этапов выполнения курсового проекта. Здесь студентам необходимо тщательно уяснить назначение и технические характеристики проектируемого прибора или устройства, а также определить реальность его создания. Поэтому работа на данном этапе заключается в следующем:

- изучение характеристик объекта контроля и дополнительных материалов, рекомендованных руководителем проекта;
- следует проанализировать различные биотехнические системы медицинского назначения, для того чтобы выбрать наиболее оптимальную, а также проанализировать различные способы их реализации с целью выбора оптимальной схемы прибора [1, 2]. При наличии готовой схемы, которую следует модернизировать, необходимо обосновать применение тех или иных элементов.

К биотехническим системам медицинского назначения предъявляются следующие требования:

- возможность осуществлять эффективное медицинское воздействие на различных стадиях диагностирования и лечения;
- возможность диагностирования пациента по большинству заданных параметров;
- должна обеспечиваться высокая достоверность диагностирования пациента;
- медицинская аппаратура должна обладать высокой надежностью в заданных условиях;
- методика медицинского воздействия или диагностирования должна быть проста в реализации.

Выбор варианта схемы проектируемого прибора должен сопровождаться необходимыми предварительными расчетами и учитывать функциональные и технологические требования [24–37]

Расчет осуществляется в зависимости от выбранного назначения проектируемой медицинской аппаратуры. Для расчета и последующего проектирования можно воспользоваться соответствующими методическими указаниями по курсовому проектированию в зависимости от выбранного назначения проектируемого прибора «Электроника и микропроцессорная техника», «Математическое моделирование физических процессов», «Методы обработки биомедицинских сигналов», «Акустические аппараты и системы», «Радиационные медицинские аппараты и системы», «Электромагнитные аппараты и системы» [38–42].



В методических указаниях для курсового проектирования по дисциплине «Математическое моделирование физических процессов» [38] рассматриваются вопросы применения теории моделирования, методов построения математических моделей и формирования описания объектов математических моделей для проведения вычислительных экспериментов и решения оптимизационных задач.

Методические указания по дисциплине «Методы обработки биомедицинских сигналов» [39] позволяют определить назначение и область применения разрабатываемой системы обработки биомедицинских сигналов, а также ее основные технические данные и условия эксплуатации.

Методические указания по дисциплине «Электроника и микропроцессорная техника» [40] ориентированы на создание новых перспективных многофункциональных и высокопроизводительных приборов для измерений одной или нескольких физических величин с использованием современной элементной базы, новых технологий по обработке.

В зависимости от разрабатываемой биомедицинской аппаратуры студент может использовать: методические указания по дисциплинам «Акустические аппараты и системы» [41], ориентированные на расчет и разработку определенного типа преобразователей и вспомогательных технических средств для медицинской диагностики, терапии, хирургии и т. д.; «Радиационные медицинские аппараты и системы» [42], где рассматриваются создание аппаратуры и методов радиационного контроля, разработка автоматизированной и роботизированной оснастки для проведения рентгеноскопии, рентгенографии и лучевой гамма-терапии, расчет защиты от ионизирующего излучения.

К сборочному чертежу составляется спецификация, входящая в пояснительную записку. Форма спецификации определяется ГОСТ 2.106-96 [20].

Спецификация заполняется в следующем порядке: документация, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, материалы. Разделы спецификации «Комплексы», «Прочие изделия», «Комплекты» в курсовом проекте обычно отсутствуют.

Обязательному заполнению подлежит графа спецификации «Обозначение».

Рабочие чертежи деталей выполняются в соответствии с требованиями ЕСКД [3].

Масштаб чертежей определяется габаритами и сложностью детали, в зависимости от чего выполняется необходимое число проекций, разрезов, сечений, видов.

На рабочих чертежах требуется указать все данные, необходимые для изготовления и контроля детали: размеры и их допуски, допустимые

отклонения формы и расположения поверхности, шероховатость поверхностей, покрытия и отделку поверхностей, термообработку, материал с указанием названия, марки и номера ГОСТ.

### Список литературы

- 1 **Корневский, Н. А.** Биотехнические системы медицинского назначения : учебник / Н. А. Корневский, Е. П. Попечителей. – Старый Оскол : ТНТ, 2013. – 688 с. : ил.
- 2 **Корневский, Н. А.** Узлы и элементы биотехнических систем : учебник / Н. А. Корневский, Е. П. Попечителей. – Старый Оскол : ТНТ, 2013. – 448 с.
- 3 **ГОСТ 2.109-73.** ЕСКД. Основные требования к чертежам. – М.: Изд-во стандартов, 1997. – 38 с. : ил.
- 4 **ГОСТ 2.301-68.** ЕСКД. Форматы. – М. : Изд-во стандартов, 1971.– 5 с.
- 5 **ГОСТ 2.302-68.** ЕСКД. Масштабы. – М. : Изд-во стандартов, 1971. – 5 с.
- 6 **ГОСТ 2.303-68.** ЕСКД. Линии. – М. : Изд-во стандартов, 1971. – 9 с.
- 7 **ГОСТ 2.304-81.** ЕСКД. Шрифты чертежные. – М. : Изд-во стандартов, 1982. – 23 с.
- 8 **ГОСТ 2.305-2008.** ЕСКД. Изображения – виды, разрезы, сечения. – М. : Изд-во стандартов, 2009. – 23 с.
- 9 **ГОСТ 2.306-68.** ЕСКД. Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах. – М. : Изд-во стандартов, 1971. – 8 с.
- 10 **ГОСТ 2.307-2011.** ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений. – М. : Стандартиформ, 2012. – 30 с.
- 11 **ГОСТ 2.308-2011.** ЕСКД. Указания допусков формы и расположения поверхностей. – М. : Стандартиформ, 1971. – 25 с.
- 12 **ГОСТ 2.309-73.** ЕСКД. Обозначения шероховатости поверхностей. – М. : Изд-во стандартов, 1975. – 14 с.
- 13 **ГОСТ 2.310-68.** ЕСКД. Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки. – М. : Изд-во стандартов, 1971. – 6 с.
- 14 **ГОСТ 2.311-68.** ЕСКД. Изображение резьбы. – М. : Изд-во стандартов, 1971. – 6 с.
- 15 **ГОСТ 2.312-72.** ЕСКД. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений. – М. : Изд-во стандартов, 1973. – 10 с.
- 16 **ГОСТ 2.313-82.** ЕСКД. Условные изображения и обозначения неразъемных соединений. – М. : Изд-во стандартов, 1984. – 7 с.
- 17 **ГОСТ 2.314-68.** ЕСКД. Указания на чертежах о маркировании и клеймении изделий. – М. : Изд-во стандартов, 1971. – 4 с.
- 18 **ГОСТ 2.315-68.** ЕСКД. Изображения упрощенные и условные

крепежных деталей. – М. : Изд-во стандартов, 1971. – 11 с.

19 **ГОСТ 2.316-2008.** ЕСКД. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц. – М. : Изд-во стандартов, 2009. – 11 с.

20 **ГОСТ 2.106-96.** ЕСКД. Текстовые документы. – М. : Изд-во стандартов, 1997. – 40 с. : ил.

21 **ГОСТ 2.105-95.** ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. – М. : Изд-во стандартов, 1997. – 28 с. : ил.

22 **РД1-01.** График и диаграмма. Правила оформления. – Могилев : МГТУ, 2001. – 12 с. : ил.

23 **ГОСТ 7.1-2003.** Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. – М. : Изд-во стандартов, 2004. – 49 с. : ил.

24 **Щепетов, А. Г.** Основы проектирования приборов и систем: учебник / А. Г. Щепетов. – М. : Академия, 2011. – 368 с.

25 **Муромцев, Ю. Л.** Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств: учебн. пособие / Ю. Л. Муромцев, Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин. – М. : Академия, 2010. – 384 с.

26 **Александров, К. К.** Электротехнические чертежи и схемы / К. К. Александров, Е. Г. Кузьмин. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.

27 **Соломахо, В. Л.** Справочник конструктора-приборостроителя: Детали и механизмы приборов. – Минск : Выш. шк., 1990. – 440 с.

28 Разработка и оформление конструкторской документации радиоэлектронной аппаратуры: справочник / Под ред. Э. Т. Романычевой. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Радио и связь, 1989. – 465 с.

29 Цифровые интегральные микросхемы. справочник / Отв. ред. М. И. Богданович. – Минск : Беларусь, 1991. – 493 с.

30 **Кофанов, Ю. Н.** Теоретические основы конструирования, технологии и надежности радиоэлектронных средств: учебник для вузов / Ю. Н. Кофанов. – М. : Радио и связь, 1991. – 360 с.

31 Расчет и конструирование механизмов приборов и вычислительных систем: учеб. пособие / Е. Я. Красовский [и др.]; отв. ред. Е. Я. Красовский. – 2 изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк. 1991. – 480 с.

32 Проектирование оптико-электронных приборов: учеб. пособие / Под ред. Ю. Г. Якушенкова. – М. : Машиностроение, 1990. – 432 с.

33 **Бусурин, В. И.** Волоконно-оптические датчики. Физические основы, вопросы расчета и применения / В. И. Бусурин, Ю. Р. Носов. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 256 с.

34 **Марков, П. И.** Волоконно-оптическая интроскопия / П. И. Марков, А. А. Кеткович, Д. К. Сатаров. – Л. : Машиностроение, 1987. – 286 с.

35 **Грановский, В. А.** Методы обработки экспериментальных данных при измерениях / В. А. Грановский, Г. Н. Сирая. – Л. : Энергоатомиздат, 1990. – 228 с.

36 **Порфирьев, Л. Ф.** Основы теории преобразования сигналов в оптико-электронных системах: учебник / Л. Ф. Порфирьев. – Л. : Машиностроение, 1989. – 387 с.

37 **Тарасик, В. П.** Математическое моделирование технических систем: учебник для вузов / В. П. Тарасик. – Минск : ДизайнПРО, 1997. – 640 с.

38 Математическое моделирование физических процессов: метод. указания к курсовому проектированию по дисциплине «Математическое моделирование физических процессов» / Сост. А. В. Кушнер. – Могилев : Беларус.-Рос. ун-т, 2016. – 13 с.

39 Методы обработки биомедицинских сигналов: метод. указания к курсовому проектированию по дисциплине «Методы обработки биомедицинских сигналов» / Сост. В. Н. Усик, Е. Н. Прокопенко. – Могилев : Беларус.-Рос. ун-т, 2016. – 23 с.

40 Электроника и микропроцессорная техника: метод. указания к курсовому проектированию по дисциплине «Электроника и микропроцессорная техника» / Сост. А. А. Афанасьев, А. В. Карпенко. – Могилев : Беларус.-Рос. ун-т, 2014. – 32 с.

41 Акустические аппараты и системы: метод. указания к курсовому проектированию по дисциплине «Акустические аппараты и системы» / Сост. С. С. Сергеев. – Могилев : Беларус.-Рос. ун-т, 2016. – 31 с.

42 Радиационные медицинские аппараты и системы: метод. указания к курсовому проектированию по дисциплине «Радиационные медицинские аппараты и системы» / Сост. А. П. Магилинский. – Могилев : Беларус.-Рос. ун-т, 2016. – 47 с.

## **Приложение А** (справочное)

### **Требования к оформлению расчетно-пояснительной записки**

Пояснительная записка оформляется в соответствии с ГОСТ 2.105-95.

Пояснительная записка оформляется на листах формата А4 с одной стороны листа. На первом листе выполняется основная надпись по ГОСТ 2.104-68 – форма 2, а на последующих листах – форма 2а.

Текст выполняют одним из следующих способов:

- машинописным. Шрифт пишущей машинки должен быть четким, высотой не менее 2,5 мм, лента только черного цвета (полужирная);
- рукописным - чертежным шрифтом с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм. Цифры и буквы необходимо писать четко черной тушью;
- с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ. Гарнитура шрифта «Times New Roman», размер 12–14.

Величина межстрочного интервала – около 5 мм. При использовании ЭВМ межстрочный интервал – одинарный.

Расстояние от рамки формы до границ текста в начале и в конце строк – не менее 3 мм. Расстояние от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней рамки должно быть не менее 10 мм. Абзацы в тексте начинают отступом, равным пяти ударам пишущей машинки (15–17 мм).

Пример выполнения текстового документа приведен на рисунке А.1.

Текст документа при необходимости разделяют на разделы и подразделы.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацевого отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пунктов.

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления.

Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис или при необходимости ссылки в тексте документа на одно из перечислений, строчную букву, после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацевого отступа, как показано в примере.

Пример

- а) \_\_\_\_\_
- б) \_\_\_\_\_
- 1) \_\_\_\_\_
- 2) \_\_\_\_\_
- в) \_\_\_\_\_

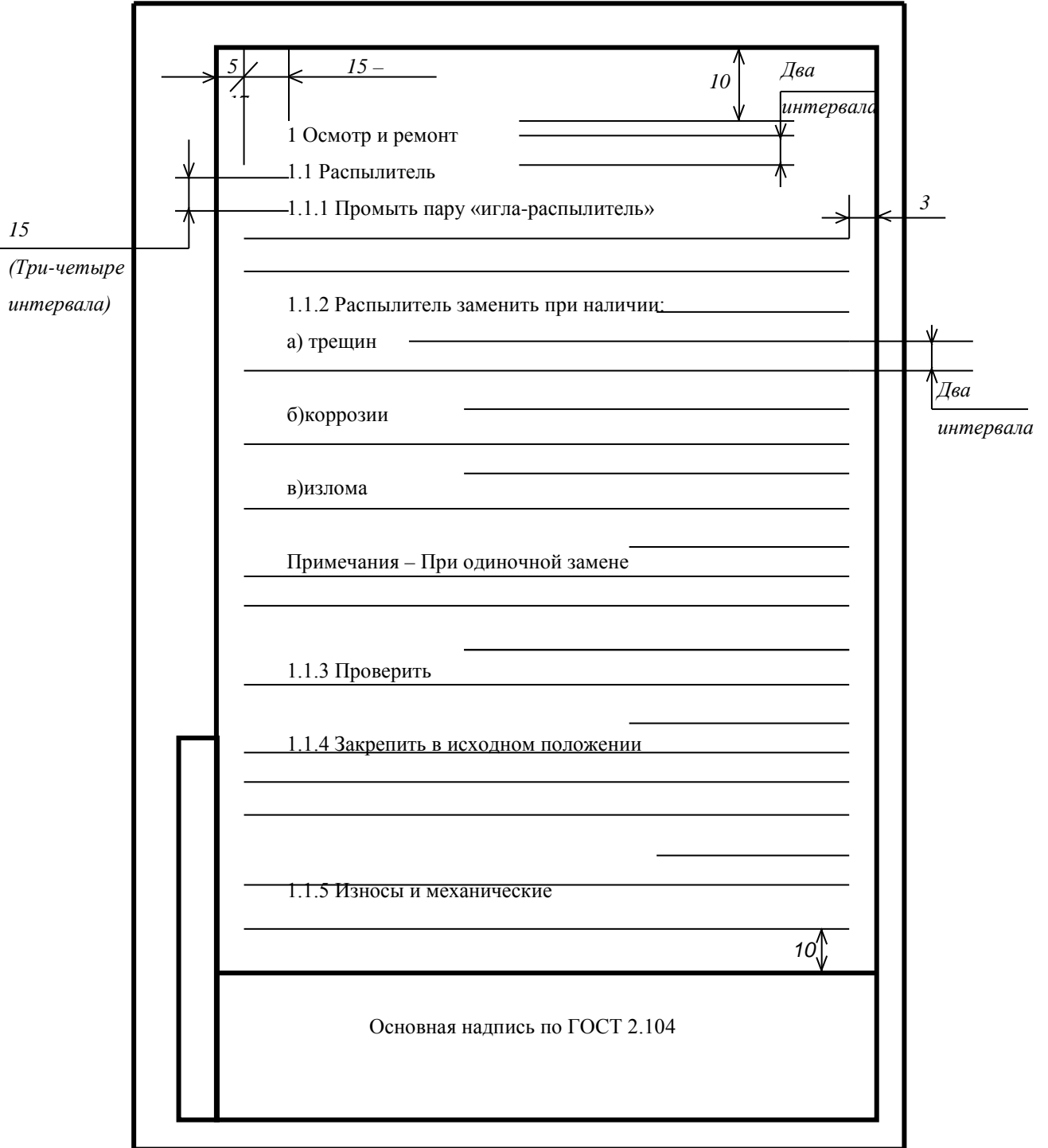


Рисунок А.1 – Пример рамки

Каждый пункт, подпункт и перечисление записывают с абзацного отступа.

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

Заголовки следует печатать с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

В документе большого объема на первом (заглавном) листе помещают содержание, включающее номера и наименования разделов и подразделов с указанием номеров листов (страниц).

Содержание включают в общее количество листов данного документа. Слово «Содержание» записывают в виде заголовка (симметрично тексту) с прописной буквы. Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы.

Нумерация страниц документа и приложений, входящих в состав этого документа, должна быть сквозная.

Перечень допускаемых сокращений слов установлен в ГОСТ 2.316-68.

Условные буквенные обозначения, изображения или знаки должны соответствовать принятым в действующем законодательстве и государственных стандартах. В тексте документа перед обозначением параметра дают его пояснение, например «Временное сопротивление разрыву  $\sigma_b$ ».

В документе следует применять стандартизованные единицы физических величин, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ 8.417-81.

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле.

Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Пример

Плотность каждого образца  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле

$$\rho = \frac{m}{V^3}, \quad (1)$$

где  $m$  – масса образца, кг;

$V$  – объем образца, м<sup>3</sup>.

Формулы, за исключением формул, помещаемых в приложении,

должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Одну формулу обозначают – (1).

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках.

Формулы, помещаемые в приложениях, должны нумероваться отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения, например формула (В.1).

Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например (3.1)

Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации могут быть расположены как по тексту документа (возможно ближе к соответствующим частям текста), так и в конце его. Иллюстрации должны быть выполнены в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1». Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например – Рисунок А.3. Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например – Рисунок 1.1. При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2».

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисовочный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают симметрично тексту следующим образом: Рисунок 1 – Детали прибора.

Приложение оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах.

Приложения могут быть обязательными и информационными. Информационные приложения могут быть рекомендуемого или справочного характера.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения, а под ним в скобках для обязательного приложения пишут слово «обязательное», а для информационного – «рекомендуемое» или «справочное».

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа



сквозную нумерацию страниц.

Все приложения должны быть перечислены в содержании документа (при наличии) с указанием их номеров и заголовков.

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название следует помещать над таблицей.

При переносе части таблицы на ту же или другие страницы название помещают только над первой частью таблицы.

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц в соответствии с рисунком А.2.

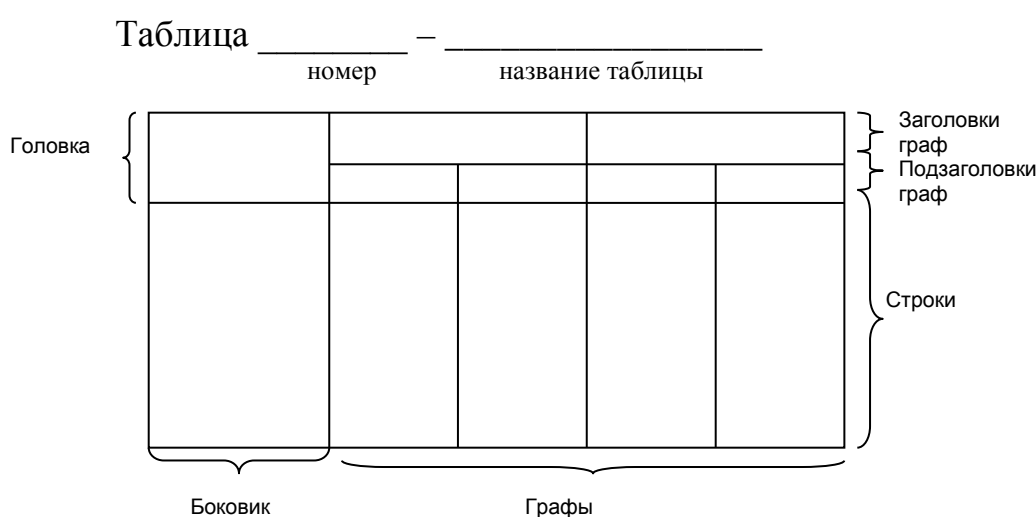


Рисунок А.2 – Пример таблицы

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Если в документе одна таблица, она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица В.1», если она приведена в приложении В. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела.

Слово «Таблица» указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием номера (обозначения) таблицы.

Графики и диаграммы оформляются в соответствии с РД1-01.

Значения величин, связанных изображаемой функциональной зависимостью, откладываются на осях координат в виде шкал.

Оси координат в графиках и диаграммах без шкал заканчиваются стрелками, указывающими направления возрастания значений величин. В

графиках и диаграммах со шкалами оси координат следует обозначать самостоятельными стрелками, расположенными параллельно оси координат (рисунок А.3).

В полярной системе координат положительное направление угловых координат должно соответствовать направлению вращения против часовой стрелки.

Допускается графики и диаграммы для информационного изображения функциональных зависимостей выполнять без шкал значений величин.

Значения переменных величин откладываются на осях координат в линейном или нелинейном (например, логарифмическом – рисунок А.4) масштабах изображения.

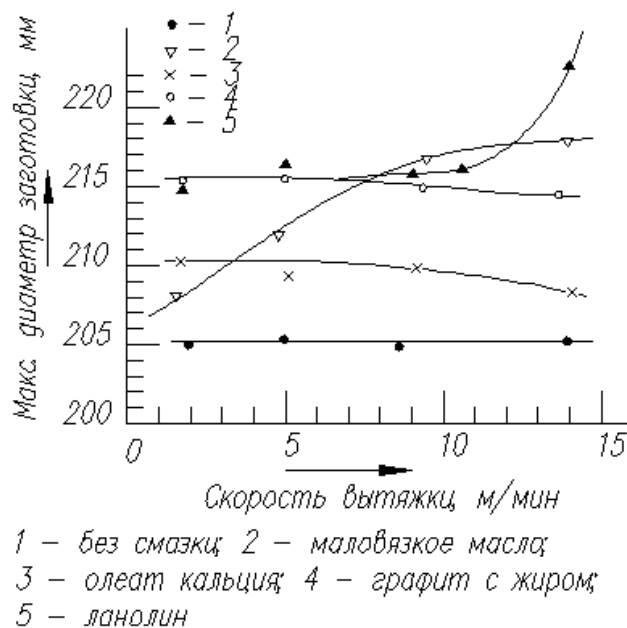


Рисунок А.3 – Пример графика

Графики и диаграммы без шкал выполняются во всех направлениях координат в линейном масштабе изображения.

В графиках и диаграммах, изображающих несколько функций различных переменных, а также в графиках и диаграммах, в которых одна и та же переменная должна быть выражена одновременно в различных единицах, допускается использовать в качестве шкал как координатные оси, так и линии координатной сетки, ограничивающие поле графика и диаграммы (рисунок А.3) и (или) прямые, расположенные параллельно координатным осям.

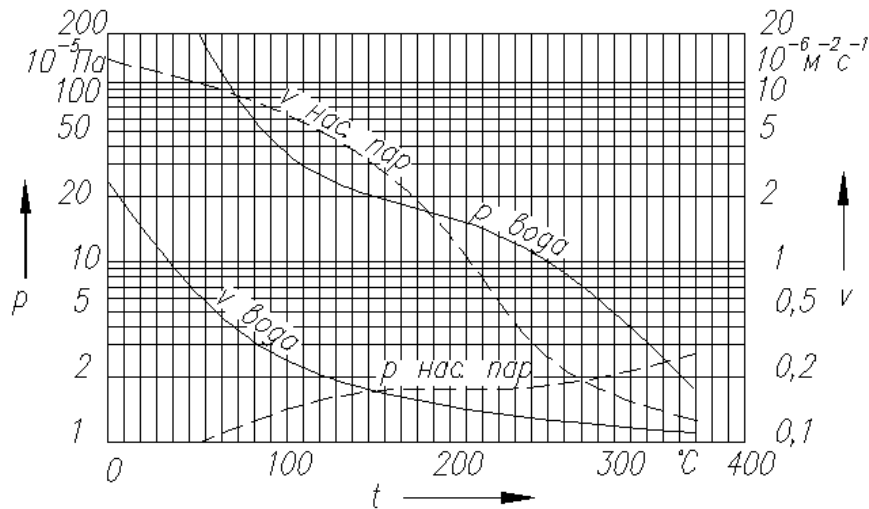


Рисунок А.4 – Пример диаграммы

Координатные оси, как шкалы значений изображаемых величин, следует разделять на графические интервалы одним из следующих способов:

- координатной сеткой (рисунок А.4);
- делительными штрихами (рисунок А.3);
- сочетанием координатной сетки и делительных штрихов.

Рядом с делениями сетки или делительными штрихами, соответствующими началу и концу шкалы, должны быть указаны соответствующие числа (значения величин). Если началом отсчета шкал является нуль, то его следует указывать один раз у точки пересечения шкал.

Графики и диаграммы выполняются линиями по ГОСТ 2.303–68. Линии выбираются с учетом размера, сложности и назначения графика или диаграммы. Характерные точки линий функциональной зависимости (т. е. обозначенные числами, буквами, символами и т. п.) допускается изображать кружком.

Точки графика или диаграммы, полученные путём измерения во время эксперимента или расчета, обозначаются графически, например, кружком, крестиком и т. п. Обозначения точек должны быть разъяснены в пояснительной части графика или диаграммы. Диаметр точки, если точка в виде кружка (если точка в виде другой графической фигуры, то диаметр описанной окружности), должен быть в два раза больше толщины линии функциональной зависимости.

Переменные величины указываются одним из следующих способов:

- символом;
- наименованием;
- наименованием и символом;
- математическим выражением функциональной зависимости.

В графике или диаграмме со шкалами обозначения величин размещаются у середины шкалы с ее внешней стороны, а при объединении символа с обозначением единицы измерения в виде дроби – в конце шкалы после последнего числа.

В графике или диаграмме без шкал обозначения величин размещаются вблизи стрелки, которой заканчивается ось.

В случаях, когда в общем графике или диаграмме изображают две или более функциональные зависимости, у линий, изображающих зависимости, допускается проставлять наименования и (или) символы соответствующих величин, или порядковые номера. Символы и номера должны быть разъяснены в пояснительной части.

В случаях, когда в графике или диаграмме системой линий изображают функциональную зависимость трех переменных, соответствующие числовые значения (параметры) переменной величины указывают у отдельных линий системы на поле графика либо диаграммы или вне поля графика или диаграммы.

Единицы измерения наносятся одним из следующих способов:

- в конце шкалы между последним и предпоследним числами;
- вместе с наименованием переменной величины после записи;
- в конце шкалы после последнего числа вместе с обозначением переменной величины в виде дроби, в числителе которой – обозначение переменной величины, а в знаменателе – обозначение единицы измерения.

Единицы измерения углов (градусы, минуты, секунды) наносятся один раз – у последнего числа шкалы.

Допускается единицы измерения углов наносить у каждого числа шкалы.