

Министерство образования Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

---

Кафедра «Конструирование и производство приборов»

## ДЕТАЛИ И МЕХАНИЗМЫ ПРИБОРОВ

Методические указания  
к выполнению курсового проекта для студентов специальностей  
1-38 01 01 «Механические  
и электромеханические приборы и аппараты»,  
1-38 02 02 «Биотехнические и медицинские аппараты и системы»,  
1-52 02 01 «Технология и оборудование ювелирного производства»

Минск  
БНТУ  
2011

УДК 681.2:378.147.091.313(075.8)

ББК 34.9я7

Д 38

Составители:

*А.А. Новиков, П.О. Корзун*

Рецензенты:

*А.Д. Маляренко, Л.М. Акулович*

Методические указания определяют содержание курсового проекта, его объем и последовательность выполнения отдельных разделов. Издание предназначено для студентов специальностей 1-38 01 01 «Механические и электромеханические приборы и аппараты», 1-38 02 02 «Биотехнические и медицинские аппараты и системы», 1-52 02 01 «Технология и оборудование ювелирного производства» при выполнении курсового проекта по конструированию и проектированию исполнительных механизмов по дисциплине «Детали и механизмы приборов».

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1 СОСТАВ, СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА ..	6
2 ОФОРМЛЕНИЕ ТЕКСТОВОЙ ЧАСТИ .....	7
2.1 Присвоение шифра документам .....	7
2.2 Общие указания .....	7
2.3 Титульный лист .....	10
2.4 Задание на курсовое проектирование .....	10
2.5 Содержание .....	10
2.6 Введение .....	10
2.7 Основная часть .....	10
2.8 Заключение .....	11
2.9 Список использованных источников .....	11
3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА .....	15
3.1 Общие правила .....	15
3.2 Составление кинематической схемы механизма. Силовой расчет .....	15
3.3 Кинематический и геометрический расчеты механизма .....	17
3.4 Расчет типовых элементов конструкции .....	18
4 ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ .....	19
4.1 Общие указания .....	19
4.2 Чертеж общего вида .....	19
4.3 Рабочий чертеж детали .....	21
5 ЗАЩИТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА .....	22
6 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	23
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	25
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	26
Приложение 1 .....	26
Приложение 2 .....	27
Приложение 3 .....	31
Приложение 4 .....	32
Приложение 5 .....	33
Приложение 6 .....	34

## ВВЕДЕНИЕ

Курсовое проектирование – вид учебного процесса по изучаемой дисциплине, результатом которого является курсовой проект, предусмотренный учебным планом и выполняемый студентом самостоятельно под руководством преподавателя.

Курсовой проект по дисциплине «Детали и механизмы приборов» выполняется студентами специальностей 1-38 01 01 «Механические и электромеханические приборы и аппараты», 1-38 02 02 «Биотехнические и медицинские аппараты и системы», 1-52 02 01 «Технология и оборудование ювелирного производства» в 5-м семестре.

Целью курсового проекта является приобретение практических навыков проектирования, конструирования и расчета типовых деталей и элементов механических узлов приборов.

Курсовой проект по дисциплине «Детали и механизмы приборов» является первой конструкторской работой студента, выполненной на основе знаний общеобразовательных, общетехнических и общеспециальных дисциплин. Он включает в себя: анализ назначения и условий работы проектируемого механизма; наиболее рациональные конструктивные решения с учетом технологических, монтажных, эксплуатационных и экономических требований; кинематические расчеты; определение сил, действующих на детали и узлы; расчеты конструкций на прочность; выбор материалов; процесс сборки и разборки конструкций и многое другое.

Таким образом, при выполнении студентом курсового проекта достигаются основные цели этого проекта:

*закрепление теоретического материала* по дисциплине;

*овладение техникой разработки* конструкторских документов на различных стадиях проектирования;

*приобретение навыков* самостоятельного решения инженерно-технических задач и умения анализировать полученные результаты;

*обучение работе* со стандартами, различной инженерной, учебной и справочной литературой (каталогами, атласами, Классификатором ЕСКД);

*умение обоснованно защитить проект.*

В результате приобретенные навыки и опыт проектирования деталей и механизмов общего назначения станут базой для выполнения курсовых проектов по специальным дисциплинам и дипломного проекта.

В результате выполнения курсового проекта студент должен

**знать:**

- методы расчета работоспособности изделий;
- виды основных элементов конструкции изделий;
- виды передаточных механизмов;
- стадии проектирования, состав конструкторских документов и правила их оформления;

**уметь:**

- проектировать и конструировать изделия машиностроения и приборостроения;
- проводить предварительные расчеты деталей и механизмов;
- выполнять расчеты, подтверждающие работоспособность изделий;
- разрабатывать и оформлять конструкторскую документацию.

Тематика курсовых проектов определяется и утверждается кафедрой.

Исходным документом для выполнения курсового проекта является «Задание на курсовое проектирование», которое оформляется в соответствии с СТП БНТУ 3.01-2003 [1], подписывается руководителем проекта и утверждается заведующим кафедрой.

Задание на курсовое проектирование выдается руководителем проекта в течение первых двух недель учебного семестра.

Исходные данные к курсовому проекту должны содержать основные требования к объекту проектирования и быть достаточными для обеспечения цели курсового проектирования.

Полностью выполненный курсовой проект защищается перед комиссией, назначаемой заведующим кафедрой в предусмотренные учебным планом сроки. В докладе студента должны найти отраженные следующие вопросы:

- 1) задание на курсовое проектирование;
- 2) выбор и обоснование конструкции разработанного механизма;
- 3) описание принципа действия разработанного механизма;
- 4) расчеты, подтверждающие работоспособность;
- 5) принятые оригинальные решения.

По результатам защиты комиссией выставляется оценка, учитывающая не только разносторонность и глубину технических знаний и умений студентов, но и ритмичность работы студента в течение семестра, а также качество выполнения графической части проекта и пояснительной записки.

## 1 СОСТАВ, СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект включает в себя две части: текстовую (пояснительная записка) и графическую (чертежи).

*Пояснительная записка* представляет собой текстовый конструкторский документ объемом 35–40 с., содержащий весь текстовый материал (описание аналогичных конструкций, описание и принцип действия проектируемого объекта, обоснование принятых технических и технологических решений, технические расчеты), а так же необходимые рисунки, схемы, формулы, таблицы и т.д.

Состав пояснительной записки и порядок расположения в ней разделов, должен соответствовать ГОСТ 2.106-96 [2]:

- титульный лист (пример оформления приведен в приложении 1);
- задание на выполнение курсового проекта;
- содержание;
- введение;
- назначение и область применения проектируемого изделия;
- обзор и анализ существующих конструкций;
- описание конструкции изделия и принцип его работы;
- расчеты, подтверждающие работоспособность конструкции;
- заключение;
- список использованной литературы;
- приложения.

Приложения включают в себя:

– техническое задание на проектируемое изделие, выполненное в соответствии с ГОСТ 19.201-78 [3] (пример оформления ТЗ приведен в приложении 2);

- ведомость технического проекта (приложение 3);
- таблица составных частей (приложение 4);
- другую информацию по проекту (патенты, схемы и т.д.).

*Графическая часть* представляет собой конструкторскую документацию, выполненную в виде чертежей.

Графическая часть курсового проекта включает в себя:

- чертеж общего вида – 1 лист формата А1;
- рабочие чертежи деталей – общим объемом 1 лист формата А1;
- кинематическая схема – 1 лист формата А4.

Курсовой проект должен быть оформлен в полном соответствии с СТП БНТУ 3.01-2003 «Курсовое проектирование. Общие требования и правила оформления», и требованиями ЕСТД И ЕСКД.

## **2 ОФОРМЛЕНИЕ ТЕКСТОВОЙ ЧАСТИ**

### **2.1 Присвоение шифра документам**

Проекту, в соответствии с ГОСТ 2.201-80 [4] присваивается шифр ПСКП.217120.000, где: ПС – факультет (приборостроительный); КП – вид документа, (КП – курсовой проект, КР – курсовая работа, ДП – дипломный проект); 217 – номер группы; 1 – форма обучения (1 – дневное; 3 – заочное); 20– номер зачетной книжки; 000 – позиции для обозначения деталей. Если в состав готового изделия входят несколько сборочных единиц, допускается присваивать шифр ПСКП.217110.000-00, где 00 – номер сборочной единицы.

Для каждого вида документа к основному шифру дописываются буквенные обозначения. Для пояснительной записки – ПСКП.217110.000ПЗ; чертежа общего вида – ПСКП.217110.000ВО; технического задания – ПСКП.217110.000ТЗ; ведомости технического проекта – ПСКП.217110.000ТП.

Чертежу детали присваивается шифр ПСФК.217010.006, где 006 – номер позиции, взятый из таблицы составных частей.

### **2.2 Общие указания**

Нормативным документом, в соответствии с которым происходит оформление пояснительной записки, является ГОСТ 2.105-95 [5].

Пояснительная записка набирается на ПЭВМ с использованием соответствующих прикладных программ, или же допускается ее написание от руки чернилами или шариковой ручкой на одной стороне листа писчей бумаги.

В пояснительной записке используются листы формата А4 (210×297) оформленные в соответствии с ГОСТ 2.106-96 [2], допускается использование листов формата А4 без рамок. Нумерация страниц сквозная от начала до конца, включая все приложения. Номер страницы ставится в верхнем правом углу без черточек, кавы-

чек и прочих элементов оформления. На титульном листе, бланке задания и содержании номер не ставится, но подразумевается, т. е. номер страницы «Введение» соответствует – четыре.

Поля для всего документа выставляются: слева – 30 мм, сверху и снизу – 20 мм, справа – 15 мм.

Для написания текста используется шрифт Times New Roman 14 пт, (допускается шрифт Arial 12 пт). Интервал перед и после названий разделов и подразделов – 12 пт.

Отступ абзаца для названия раздела отсутствует, его выравнивание происходит по центру. Для названий подразделов и основного текста отступ абзаца принимается равным 1,25 мм, междустрочный интервал: Times New Roman – 1; Arial – 1,15, выравнивание по ширине.

Начало раздела пишется прописными буквами жирным шрифтом и нумеруется цифрой без точки. В конце заголовка точка так же не ставится. Подразделы пишутся строчными буквами жирным шрифтом. Номер подраздела состоит из номера раздела и подраздела, разделенных точкой. Пункты и подпункты могут не иметь заголовков, но обозначаются цифрами (соответственно тремя и четырьмя). Подпункты могут иметь перечисления, обозначаемые строчными русскими буквами со скобкой, внутри которых тоже могут быть перечисления, обозначаемые цифрой со скобкой. Пункты перечислений заканчиваются точкой с запятой.

Переносы слов в названиях разделов и подразделов не допускается. Если названия состоят из двух предложений, их разделяют точкой.

Каждый раздел начинается с новой страницы, остальные структурные элементы можно располагать подряд.

Рисунки нумеруются сквозной нумерацией по всему тексту или в пределах одного раздела, как показано на рисунке 1. Он располагается после абзаца в котором первый раз упоминается. Если рисунок не помещается на той же странице, допускается его перенести на следующую.

Таблицы, как и рисунки, нумеруются сквозной нумерацией по всему тексту или в пределах одного раздела. Название пишется непосредственно над таблицей с выравниванием по левому краю. При разрыве таблицы название пишется над первой частью, а над последующими пишется «Продолжение таблицы...», а так же добавляется строка с номерами столбцов (видеть можно на примере таблицы 1).

Для формул предусмотрена сквозная нумерация по всему тексту, в пределах одного раздела, или же нумерация только тех формул, на



которые имеется ссылка. Нумерация осуществляется в круглых скобках у правого края страницы.

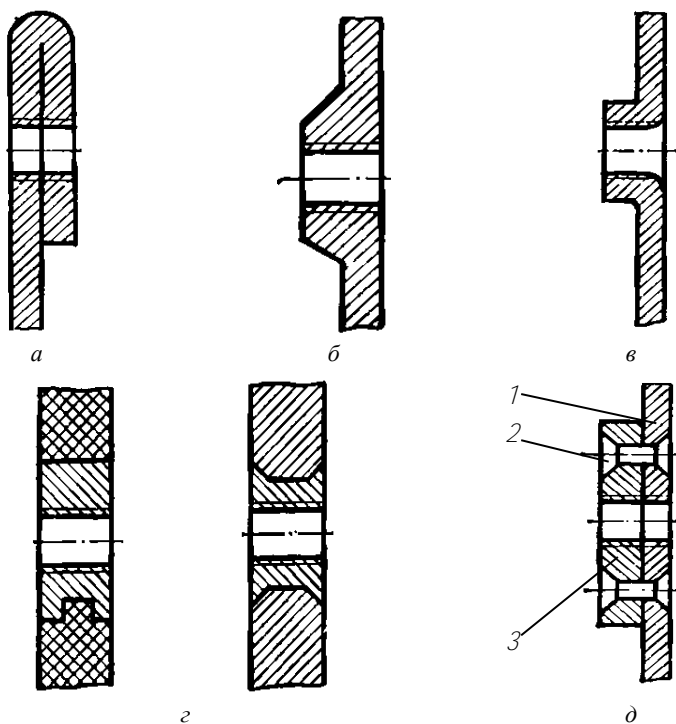


Рисунок 1 – Способы увеличения длины резьбовой поверхности:  
*a* – гибкой; *б* – приливом; *в* – протяжкой; *г* – втулкой; *д* – накладкой;  
 1 – стенка; 2 – заклепка; 3 – накладка

Формулы, рисунки и таблицы отделяются от основного текста сверху и снизу интервалом 12 пт.

Ссылки на литературу следует указывать в квадратных скобках после первого упоминания под номером источника в списке.

Остальные требования по оформлению в соответствии с ГОСТ 2.105-95 [5].

### 2.3 Титульный лист

Выполняется в соответствии с СТП БНТУ 3.01-2003 [1]. Образец оформления титульного листа приведен в приложении 1.

### 2.4 Задание на курсовое проектирование

Оформляется от руки чернилами или шариковой ручкой на бланке установленного образца в соответствии с СТП БНТУ 3.01-2003 [1], подписывается руководителем проекта и утверждается заведующим кафедрой.

### 2.5 Содержание

Размещается на отдельной странице (страницах) со словом СОДЕРЖАНИЕ вверху с выравниванием по центру, при этом номер страницы не ставится. Напротив разделов и подразделов указываются номера страниц. Допускается проставлять номера страниц чернилами или шариковой ручкой после верстки пояснительной записки.

### 2.6 Введение

Этот раздел не нумеруется. В разделе ВВЕДЕНИЕ указывается роль исполнительных механизмов; актуальность выбранной темы проекта; цели и задачи, решаемые в проекте; достигнутые результаты. Объем ВВЕДЕНИЯ – 1–2 страницы.

### 2.7 Основная часть

Состоит из нумеруемых разделов, подразделов, пунктов и подпунктов, обозначаемых цифрами. Разделов всего четыре:

- 1) назначение и область применения проектируемого изделия;
- 2) обзор и анализ существующих конструкций;
- 3) описание конструкции изделия и принцип его работы;
- 4) расчеты, подтверждающие работоспособность конструкции:
  - 4.1) расчет и выбор электродвигателя;
  - 4.2) силовой расчет;

4.3) кинематический и геометрический расчеты;

4.4) расчеты типовых элементов конструкции.

В разделе «Назначение и область применения проектируемого изделия» указывается, для чего предназначен разрабатываемый механизм и в каких условиях оно эксплуатируется. Назначение изделия студент придумывает самостоятельно, исходя из заданных технических характеристик и климатического исполнения.

В разделе «Обзор и анализ существующих конструкций» приводятся примеры готовых решений исполнительных механизмов с описанием их принципов действия. Поиск примеров ведется в литературных источниках, атласах, патентах. В конце раздела делается заключение о предпочтительном варианте, который берется за аналог разрабатываемого механизма.

В разделе «Описание конструкции изделия и принцип его работы» приводится описание разработанного механизма в соответствии с чертежом общего вида и описывается его принцип работы. В конце раздела дается обоснование выбранных конструктивных решений.

В разделе «Расчеты, подтверждающие работоспособность конструкции» приводятся: кинематическая схема разрабатываемого механизма с указанием направлений перемещения и вращения движущихся элементов, а так же действующих на них сил и моментов; расчет электропривода с описанием и обоснованием выбранного типа двигателя; силовой расчет деталей передаточного механизма, кинематический и геометрический расчет всего передаточного механизма; расчет типовых элементов на прочность.

## 2.8 Заключение

В этом разделе приводятся выводы по выполненному курсовому проекту.

## 2.9 Список использованных источников

Источники записываются в порядке ссылок на них в ПЗ или в алфавитном порядке. Пример оформления раздела «Списка использованной литературы» приведен в таблице 1 в соответствии с правилами записи электронных ресурсов – по ГОСТ 7.82-2001 [6].

Таблица 1 – Пример оформления раздела «Список использованной литературы»

Характеристика источника	Пример оформления
Один, два или три автора	Котаў, А.І. Гісторыя Беларусі і сусветная цывілізацыя / А.І. Котаў. – 2-е выд. – Мінск: Энцыклапедыкс, 2003. – 168 с.
	Шотт, А.В. Курс лекций по частной хирургии / А.В. Шотт, В.А. Шотт. – Минск: Асар, 2004. – 525 с.
	Чикатуева, Л.А. Маркетинг: учеб. пособие / Л.А. Чикатуева, Н.В. Третьякова; под ред. В.П. Федько. – Ростов н/Д: Феникс, 2004. – 413 с.
	Дайнеко, А.Е. Экономика Беларуси в системе всемирной торговой организации / А.Е. Дайнеко, Г.В. Забавский, М.В. Василевская; под ред. А.Е. Дайнеко. – Минск: Ин-т аграр. экономики, 2004. – 323 с.
Четыре и более авторов	<p>Культурология: учеб. пособие для вузов / С.В. Лапина [и др.]; под общ. ред. С.В. Лапиной. – 2-е изд. – Минск: ТетраСистемс, 2004. – 495 с.</p> <p>Комментарий к Трудовому кодексу Республики Беларусь / И.С. Андреев [и др.]; под общ. ред. Г.А. Василевича. – Минск: Амалфея, 2000. – 1071 с.</p> <p>Основы геологии Беларуси / А.С. Махнач [и др.]; НАН Беларуси, Ин-т геол. наук; под общ. ред. А.С. Махнача. – Минск, 2004. – 391 с.</p> <p>Военный энциклопедический словарь / М-во обороны Рос. Федерации, Ин-т воен. истории; редкол.: А.П. Горкин [и др.]. – М.: Большая рос. энцикл.: РИПОЛ классик, 2002. – 1663 с.</p>
Многотомное издание	<p>Гісторыя Беларусі: у 6 т. / рэдкал.: М. Касцюк (гал. рэд.) [і інш.]. – Мінск: Экаперспектыва, 2000–2005. – 6 т.</p> <p>Гісторыя Беларусі: у 6 т. / рэдкал.: М. Касцюк (гал. рэд.) [і інш.]. – Мінск: Экаперспектыва, 2000–2005. – Т. 3: Беларусь у часы Рэчы Паспалітай (XVII–XVIII ст.) / Ю. Бохан [і інш.]. – 2004. – 343 с.; Т. 4: Беларусь у складзе Расійскай імперыі (канец XVIII–пачатак XX ст.) / М. Біч [і інш.]. – 2005. – 518 с.</p> <p>Багдановіч, М. Поўны збор твораў: у 3 т. / М. Багдановіч. – 2-е выд. – Мінск: Беларус. навука, 2001. – 3 т.</p>
Отдельный том в многотомном издании	Гісторыя Беларусі: у 6 т. / рэдкал.: М. Касцюк (гал. рэд.) [і інш.]. – Мінск: Экаперспектыва, 2000–2005. – Т. 3: Беларусь у часы Рэчы Паспалітай (XVII–XVIII ст.) / Ю. Бохан [і інш.]. – 2004. – 343 с.

Продолжение таблицы 1

Характеристика источника	Пример оформления
Отдельный том в многотомном издании	Багдановіч, М. Поўны збор твораў: у 3 т. / М. Багдановіч. – 2-е выд. – Мінск: Беларус. навука, 2001. – Т. 1: Вершы, паэмы, пераклады, наследаванні, чарнавыя накіды. – 751 с.
	Конституция Российской Федерации: принята всенар. голосованием 12 дек. 1993 г.: офиц. текст. – М.: Юрист, 2005. – 56 с.
Учебно-методические материалы	Горбатов, Н.А. Общая теория государства и права в вопросах и ответах: учеб. пособие / Н.А. Горбатов; М-во внутр. дел Респ. Беларусь, Акад. МВД. – Минск, 2005. – 183 с. Использование креативных методов в коррекционно-развивающей работе психологов системы образования: учеб.-метод. пособие: в 3 ч. / Акад. последиплом. образования; авт.-сост. Н.А. Сакович. – Минск, 2004. – Ч. 2: Сказкотерапевтические технологии. – 84 с.
Каталог	Каталог жесткокрылых (Coleoptera, Insecta) Беларуси / О.Р. Александрович [и др.]; Фонд фундам. исслед. Респ. Беларусь. – Минск, 1996. – 103 с. Памятные и инвестиционные монеты России из драгоценных металлов, 1921–2003: каталог-справочник / ред.-сост. Л.М. Пряжникова. – М.: ИнтерКрим-пресс, 2004. – 462 с.
Авторское свидетельство	Инерциальный волнограф: а. с. 1696865 СССР, МКИ5 G 01 C 13/00 / Ю.В. Дубинский, Н.Ю. Мордашова, А.В. Ференц; Казан. авиац. ин-т. – № 4497433; заявл. 24.10.88; опубл. 07.12.91 // Открытия. Изобрет. – 1991. – № 45. – С. 28.
Патент	Способ получения сульфокатионита: пат. 6210 Респ. Беларусь, МПК7 C 08 J 5/20, C 08 G 2/30 / Л.М. Ляхнович, С.В. Покровская, И.В. Волкова, С.М. Ткачев; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № а 0000011; заявл. 04.01.00; опубл. 30.06.04 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2004. – № 2. – С. 174.
Стандарт	Безопасность оборудования. Термины и определения: ГОСТ ЕН 1070–2003. – Введ. 01.09.04. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2004. – 21 с.

## Окончание таблицы 1

Характеристика источника	Пример оформления
Нормативно-технические документы	Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Порядок декларирования соответствия продукции. Основные положения = Нацыянальная сістэма пацвярджэння адпаведнасці Рэспублікі Беларусь. Парадак дэкларавання адпаведнасці прадукцыі. Асноўныя палажэнні: ТКП 5.1.03–2004. – Введ. 01.10.04. – Минск: Беларус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2004. – 9 с.
	Государственная система стандартизации Республики Беларусь. Порядок проведения экспертизы стандартов: РД РБ 03180.53–2000. – Введ. 01.09.00. – Минск: Госстандарт: Беларус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2000. – 6 с.
Электронные ресурсы	<p>Театр [Электронный ресурс]: энциклопедия: по материалам изд-ва «Большая российская энциклопедия»: в 3 т. – Электрон. дан. (486 Мб). – М.: Кордис &amp; Медиа, 2003. – Электрон. опт. диски (CD-ROM): зв., цв. – Т. 1: Балет. – 1 диск; Т. 2: Опера. – 1 диск; Т. 3: Драма. – 1 диск.</p> <p>Регистр СНГ – 2005: промышленность, полиграфия, торговля, ремонт, транспорт, строительство, сельское хозяйство [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. и прогр. (14 Мб). – Минск: Комлев И.Н., 2005. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).</p>
Ресурсы удаленного доступа	<p>Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2005. – Режим доступа: <a href="http://www.pravo.by">http://www.pravo.by</a>. – Дата доступа: 25.01.2006.</p> <p>Proceeding of mini-symposium on biological nomenclature in the 21st century [Electronic resource] / Ed. J.L. Reveal. – College Park M.D., 1996. – Mode of access: <a href="http://www.inform.ind.edu/PBIO/brum.html">http://www.inform.ind.edu/PBIO/brum.html</a>. – Date of access: 14.09.2005.</p>
Составная часть CD-ROMа	Введенский, Л.И. Судьбы философии в России / Л.И. Введенский // История философии [Электронный ресурс]: собрание трудов крупнейших философов по истории философии. – Электрон. дан. и прогр. (196 Мб). – М., 2002. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM): зв., цв.

## 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

### 3.1 Общие правила

Выполнение курсового проекта в рекомендуемой последовательности обеспечивает правильность процесса проектирования и постепенное накопление навыков конструкторской работы.

Необходимо помнить, что:

- все расчеты выполняются в единицах СИ.
- точность расчетов зависит от определяемой величины и, как правило, не превышает одного-двух знаков после запятой; точность выполнения некоторых расчетов задается преподавателем отдельно.
- в таблицах искомая величина предлагается из диапазона нижнего и верхнего значения. Если нет специальных указаний, то следует выбрать среднее значение из предложенного диапазона;
- графические работы выполняются в соответствии с требованиями на составление и оформление чертежей по ЕСКД.

### 3.2 Составление кинематической схемы механизма. Силовой расчет

*На этой стадии проектирования прорисовывается кинематическая схема исполнительно механизма, анализируются все силы и моменты действующие в нем, а также производится расчет и выбор электродвигателя, силовой расчет передачи и валов.*

Прежде чем приступить к разработке конструкции исполнительного механизма, необходимо ознакомиться с аналогичными типовыми конструкциями, представленными в учебной и справочной литературе, а также альбомах конструкций механизмов приборных устройств.

Определив механизм, как близко подходящий под описание проектируемого и удовлетворяющий исходным данным, необходимо составить его кинематическую схему. Условные графические обозначения элементов в кинематической схеме осуществляются в соответствии с ГОСТ 2.770-84 [7].

Механизмы, разрабатываемые в рамках курсового проекта можно разделить на две группы: с ручным приводом и с приводом от

электродвигателя. В первом случае усилие, на органе управления и его диаметр принимается в соответствии с ГОСТ 21752-76 [8].

Если же используется электродвигатель, то необходимо рассчитать его электрическую мощность. При выборе электродвигателя необходимо учитывать потери на трение всего механизма, а так же коэффициент запаса мощности.

Электродвигатель является одним из основных элементов исполнительного устройства. От типа двигателя, его мощности, частоты вращения и прочего зависят конструктивные и эксплуатационные характеристики привода.

В приборных приводах обычно применяют электрические двигатели, мощность которых изменяется в широком диапазоне; от долей до нескольких сотен ватт. Среди них иногда выделяют отдельную группу двигателей, мощность которых не превосходит нескольких ватт, а габариты – нескольких сантиметров. Их называют микроэлектродвигателями.

Промышленность выпускает большое число различных типов электродвигателей малой мощности. По роду питающего тока их делят на двигатели постоянного тока, переменного тока и универсальные, способные работать от сети как постоянного, так и переменного тока. Учитывая существенные преимущества двигателей постоянного тока в сравнении с двигателями переменного тока, желательно иногда рассматривать целесообразность применения первых при их питании от сети переменного тока с помощью выпрямителей.

Основными характеристиками, по которым назначается электродвигатель, являются: мощность, угловая скорость, номинальный или пусковой моменты двигателя.

Выбор электродвигателя осуществляется по соответствующей справочной литературе. Основные электрические параметры двигателя, габаритные размеры и эскиз необходимо привести в пояснительной записке.

После того как выбран электродвигатель, а так же определены силы и моменты, действующие на элементы исполнительного механизма, производится силовой расчет передаточных механизмов и валов. В рамках курсового проекта рекомендуется подвергать расчету выходное звено механизма, т.к. оно является наиболее нагруженным. Для зубчатых передач всех типов расчетным параметром является модуль; для передачи винт-гайка – диаметр винта в ми-



нимальном сечении, шаг резьбы и длина свинчивания гайки; для валов минимальный диаметр (в частности диаметр цапфы), выдерживающий эквивалентные нагрузки.

### 3.3 Кинематический и геометрический расчеты механизма

На этой стадии проектирования определяется передаточное отношение механизма, рассчитываются геометрические параметры всех элементов передачи.

Задачей кинематического расчета является определение передаточного отношения механизма и его структуры (вида передач и количества ступеней).

Необходимо отметить, для ручного привода передаточное отношение определяется отношением угла поворота выходного звена к углу поворота входного звена. Так при точной настройке механизма оператор поворачивает рукоятку не плавно, а своеобразными рывками примерно по  $0,5^\circ$ . При этом выходное звено также движется дискретно, причем передаточное отношение должно быть таким, чтобы одна такая дискрета не превышала половину заданной погрешности. Итоговое передаточное отношение выбирается как большее из двух полученных и может быть округлено в большую сторону.

В случаях механизированного привода передаточное отношение рассчитывается в зависимости от назначения и характера работы механизма.

Полученное передаточное отношение распределяют между ступенями зубчатой (или другой) передачи, исходя из рекомендуемых чисел:

цилиндрическая прямозубая	$u \leq 6$
цилиндрическая косозубая	$u \leq 6$
коническая прямозубая	$u \leq 5$
червячная	$20 \leq u \leq 100$
фрикционная	$u \leq 6$
гибкой связью	$u \leq 5$
планетарная	$u \leq 100$
волновая	$u \leq 250$

При использовании одинаковых передач в отдельных ступенях рекомендуется для снижения габаритов назначать одинаковые пе-

редаточные отношения, для повышения точности – для выходной ступени назначать большее передаточное отношение.

При назначении чисел зубьев принимается, что минимально возможное число  $z \geq 17$ .

Если для обеспечения требуемого передаточного отношения не удастся подобрать целые числа зубьев, добиваются максимального приближения к расчетному значению и вычисляют погрешность, которая будет учитываться в расчете на точность.

При использовании механизма «винт–гайка» шаг резьбы рекомендуется выбирать 0,5–1 мм. Меньшие значения нетехнологичны (затруднено шлифование резьбы), большие приводят к неоправданному увеличению габаритов и допустимы только при относительно больших нагрузках на винте (гайке). В этом случае шаг резьбы уточняется на этапе силового расчета и в структуру механизма вносятся изменения (уменьшается передаточное отношение предыдущих ступеней).

### **3.4 Расчет типовых элементов конструкции**

На этом этапе производится расчет всех оставшихся элементов проектируемого механизма, которые влияют на его работоспособность.

К типовым элементам относятся различные виды соединений (штифтовые, шпоночные, шлицевые, прессы и т. д.), подшипники качения и скольжения, упругие элементы, выходные концы валов (при вращательном выходном движении механизма рассчитываются на кручение).

Расчет штифтовых, шпоночных и шлицевых соединений производится на срез и смятие элемента, воспринимающего нагрузку.

Расчет подшипников качения основывается на определении динамической грузоподъемности при заданной долговечности механизма, а подшипников скольжения – в сравнении контактных напряжений в зоне сопряжения опоры и вала с предельно допустимыми.

Вид упругого элемента определяется в зависимости от вида воспринимаемых нагрузок, после чего производится расчет его геометрических параметров. Если упругий элемент является первичным

измерительным преобразователем, то обязательно определяются его упругие характеристики.

Результаты расчетов на работоспособность конструкции являются основанием для выполнения эскиза проектируемого механизма, а далее чертежа общего вида. На этапе выполнения эскизного проекта допускается корректирующие (уточняющие) геометрические и силовые расчеты, как типовых элементов, так и самого передаточного механизма.

## **4 ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ**

### **4.1 Общие указания**

При оформлении графической части необходимо пользоваться сборником ГОСТ «ЕСКД. Общие правила выполнения чертежей».

Все конструкторские чертежи и технологические схемы выполняются на ватмане, кальке, миллиметровой бумаге в карандаше, тушью с помощью чертежных приборов или, по согласованию с руководителем проекта, с использованием машинной графики.

### **4.2 Чертеж общего вида**

В соответствии с ГОСТ 2.102-73 [9] чертеж общего вида – это документ, определяющий конструкцию изделия и взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия. Чертеж общего вида включает следующие элементы:

- виды, разрезы и сечения изделия, надписи или текстовую часть, необходимые для понимания его конструктивного устройства, взаимодействие его составных частей и принципы работы;

- наименования (если возможно, то и обозначения) составных частей изделия, для которых объясняется принцип работы, приводятся технические характеристики, материала, количество, и тех составных частей изделия, с помощью которых описывается принцип его работы, поясняется изображение общего вида и состав изделия;

- необходимые габаритные, присоединительные, установочные и конструктивные размеры, посадки сопрягаемых деталей, размерные цепочки, если требуется, схему изделия и технические характери-

стики, составляют перечень деталей чертежа общего вида с указанием материала, термообработки, ГОСТов и нормалей.

В основной надписи чертежа общего вида указывают обозначение с шифром ВО, в графе с названием механизма дополнительно пишут «Чертеж общего вида» без кавычек и скобок.

Выносные элементы изображения обозначают римскими цифрами, а виды, разрезы, сечения, поверхности, размеры и другие элементы чертежа – прописными буквами русского алфавита.

Наименования и обозначения составных частей изделия на чертежах общего вида указывают одним из следующих способов:

- на полках линий-выносок;
- в таблице, размещаемой на том же листе, что и изображение изделия;
- в таблице, выполненной на отдельных листах формата А4 в качестве последующих листов чертежа общего вида (т. е. листы имеют то же обозначение с шифром ВО) (приложение 4).

При наличии таблицы номера позиций составных частей изделия указывают на полках линий-выносок в соответствии с этой таблицей.

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Доп. указ.

Рисунок 2 – Пример выполнения заголовка таблицы составных частей изделия чертежа общего вида

Запись составных частей в таблицу рекомендуется производить в следующем порядке:

- заимствованные изделия;
- покупные изделия;
- вновь разрабатываемые изделия.

Каждое покупное изделие должно иметь маркировку (уникальное обозначение) и номер стандарта, ТУ или другого документа (под покупными понимаются не изделия, заказываемые на стороне по собственным чертежам, а продукция других предприятий, которую можно купить в готовом виде, т.е. болты, гайки, двигатели, выключатели и т. п.).

Оформление чертежа общего вида выполняется после эскизной проработки конструкции.

Пример оформления чертежа общего вида приведен в приложении 5.

### 4.3 Рабочий чертеж детали

Чертеж должен иметь всю необходимую информацию для изготовления детали, то есть необходимое количество видов (разрезов, сечений, выносных элементов), размеры с допусками и отклонениями формы и расположения поверхностей, шероховатость поверхностей, технические требования.

Не забывайте указывать массу в кг, при этом единицы измерения не указываются (до 100 грамм можно в граммах с указанием единицы измерения, например 75,6 г).

Технические требования располагают в следующем порядке (это касается также чертежей общего вида, текст требований выделен жирным курсивом):

1) требования к материалу, заготовке, термообработке и свойствам материала готовой детали, указание материалов заменителей (например: *HRC 45...50*. – твердость после термообработки);

2) размеры, предельные отклонения размеров, формы, расположения, массы и т. п. (например: *Общие допуски ГОСТ 30893.2 – МК*. – неуказанные допуски размеров по классу точности «М – средний» и неуказанные предельные отклонения формы и расположения поверхностей по классу «К – средний»);

3) требования к качеству поверхностей, указания об их отделке, покрытии (например: *Хим. окс. прм.* – химическое оксидирование поверхности с пропиткой маслом);

4) зазоры, расположение отдельных элементов конструкции (например: *Зазор между краями дет. поз. 23 и 46 не более 0,2 мм.*);

5) требования к настройке и регулированию изделия (например: *После регулировки хода головки винтов поз. 22, 23 залить клеем ВК-9 ГОСТ...*);

6) другие требования к качеству изделий: бесшумность, виброустойчивость и т. п. (например: *Обеспечить плавность работы обкаткой на рабочих режимах в течение 2 часов.*);

7) условия и методы испытаний (например: *Испытать на герметичность при давлении 10 атм.*);

8) указания о маркировании и клеймении (например: *Клеймить именником предприятия.*);

9) правила транспортирования и хранения (например: *Транспортировать в соответствии с СТБ...*);

10) особые условия эксплуатации (например: *Эксплуатировать в вертикальном положении.*);

11) ссылки на другие документы, содержащие технические требования, распространяющиеся на данное изделие (например: *Остальные технические требования по СТБ1014-2007.* – дополнительные требования к деталям).

Пример рабочего чертежа детали приведен в приложении 6.

## 5 ЗАЩИТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Защита курсового проекта проводится перед комиссией, назначаемой заведующим кафедрой в предусмотренные учебным планом сроки. В состав комиссии входят руководитель курсового проекта и один-два преподавателя кафедры. Допускается открытая защита в присутствии всей учебной группы, где обучается автор курсового проекта. Время на доклад, отводимое студенту, не должно превышать 5–8 мин.

При защите курсового проекта студент в своем докладе должен раскрыть основные вопросы:

- назначение, область применения, объекта проектирования;
- описание принципа действия разработанного механизма;
- методика расчета и иные методы проектирования;
- полученные результаты.

По результатам проектирования и защиты студенту выставляется оценка с учетом:

- объема и качества выполнения проекта, оригинальности и самостоятельности решений;
- знаний студента по объекту проектирования и вопросам, связанным с объектом проектирования, включающим вопросы конструирования, расчета его деталей;
- знания теоретических положений, в том числе физико-математических и общетехнических, связанных с объектом проектирования;
- умения излагать результаты работы, обосновывать принятые решения и отвечать на заданные при защите вопросы;
- ритмичность работы студента в течение семестра.

## 6 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Ниже, в списке использованных источников, перечислена нормативно-техническая документация, полезная для оформления материалов проекта. Для его выполнения потребуется различная литература, например, в соответствии со списком, приведенным ниже.

### *Учебники*

Авилова, Н.В. Детали, механизмы и конструирование измерительных приборов: учебное пособие / Н.В. Авилова, Ю.Н. Иванов, В.М. Морозов, А.В.Авилов. – ДГТУ, 2008. – 147 с.

Чернилевский, Д.В. Детали машин: учебное пособие для вузов / Д.В. Чернилевский. – М.: Машиностроение, 2001.

Милосердин, Ю.В. Расчет и конструирование механизмов приборов и установок / Ю.В. Милосердин, Б.Д. Семенов, Ю.А. Кречко. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1985.

Элементы приборных устройств (Основной курс): учебное пособие для студентов вузов: в 2 ч. / под ред. О.Ф. Тищенко. – М.: Высшая школа, 1982.

Иванов, М.Н. Детали машин / М.Н. Иванов, В.А. Финогенов. – М.: Машиностроение, 2007.

Решетов, Д.Н. Детали машин: учебник для студентов машиностроительных спецвузов / Д.Н. Решетов. – М.: Машиностроение, 1989.

Чурабо, Д.Д. Детали и узлы приборов. Конструирование и расчет / Д.Д. Чурабо. – М.: Машиностроение, 1975.

### *Пособия по курсовому проектированию*

Детали приборов. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие для студентов приборостроительных специальностей вузов / Э.С. Блюменталь [и др.]. – Минск: БНТУ, 2008.

Курсовое проектирование деталей машин: учебное пособие / А.Е. Шейнблит. – 2-е изд., перераб. и доп. – Калининград: Янтар. сказ, 2002.

Курсовое проектирование деталей машин: учебное пособие для учащихся машиностроительных специальностей / С.А. Чернавский [и др.]. – М.: Машиностроение, 1994.

Детали машин. Курсовое проектирование / П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов. – М.: Высш. шк., 1984.

Элементы приборных устройств. Курсовое проектирование: в 2 ч. / под ред. О.Ф. Тищенко. – М.: Высшая школа, 1978.

*Справочники и атласы*

Справочник конструктора-приборостроителя. Проектирование. Основные нормы / В.Л. Соломахо [и др.]. – Минск: Высш. шк., 1988.

Справочник конструктора-приборостроителя. Детали и механизмы приборов / В.Л. Соломахо [и др.]. – Минск: Высш. шк., 1990.

Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. / В.И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 1980.

Справочник. Электрические машины: в 2 т. / И.П. Копылов [и др.]. – М.: Энергоатомиздат, 1986.

Атлас конструкций механизмов, узлов и деталей машин: в 2 ч. / К.П. Жуков, Ю.Е. Гуревич. – М.: Станкин, 2000.

Атлас конструкций элементов приборных устройств / под ред. О.Ф. Тищенко. – М.: Машиностроение, 1982. – 116 с.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СТП. Единая система стандартизации. Белорусский национальный технический университет. Курсовое проектирование. Общие требования и правила оформления: СТП БНТУ 3.01-2003. – Минск: БНТУ, 2003. – 15 с.
2. ЕСКД. Текстовые документы: ГОСТ 2.106-96. – Взамен ГОСТ 2.106-68, 2.108-68, 2.112-70. – Введ. 01.07.1997. – Минск: Белстандарт, 1997. – 44 с.
3. ЕСПД. Техническое задание, требования к содержанию и оформлению: ГОСТ 19.201-78. – Введ. 01.01.1974. – М: Изд-во стандартов, 1974. – 5 с.
4. ЕСКД. Обозначение изделий и конструкторских документов: ГОСТ 2.201-80. – Введ. 21.03.1980. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 14 с.
5. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам: ГОСТ 2.105-95. – Взамен ГОСТ 2.105-79, 2.906-71. – Введ. 01.07.1996. – Минск: Белстандарт, 1996. – 30 с.
6. Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов. Общие требования и правила составления: ГОСТ 7.82-2001. – Введ. 01.07.2002. – Минск: Белстандарт, 1997. – 14 с.
7. ЕСКД. Обозначения условные графические в электрических схемах. Элементы кинематики: ГОСТ 2.770-84. – Введ. 01.01.1971. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 10 с.
8. Система «Человек-машина». Маховики управления и штурвалы: ГОСТ 21752-76. – Введ. 02.09.1979. – М.: Изд-во стандартов, 1979. – 10 с.
9. ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов: ГОСТ 2.102-73. – Введ. 01.01.1974. – М.: Изд-во стандартов, 1974. – 9 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

Белорусский национальный технический университет

Приборостроительный факультет

Кафедра «Конструирование и производство приборов»

гр. 113217

## ПРИБОР ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ

*Курсовой проект*

Пояснительная записка  
ПСКП.217120.000ПЗ

Разработал \_\_\_\_\_ И.И. Иванов

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 г.

Проверил \_\_\_\_\_ П.П. Петров

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 г.

2011

## Приложение 2

Белорусский национальный технический университет

Приборостроительный факультет

Кафедра «Конструирование и производство приборов»

гр. 113217

### **ПРИБОР ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ**

*Курсовой проект*

Техническое задание  
ПСКП.217120.000ТЗ

Разработал \_\_\_\_\_ И. И. Иванов  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 г.  
Проверил \_\_\_\_\_ П.П. Петров  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 г.

2011

## **1. НАИМЕНОВАНИЕ, ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И НАЗНАЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ**

1.1. Наименование изделия: «Прибор измерительный»

1.2. Обозначение разработки ПСКП.217120.000

1.3. Область применения: прокатные цеха металлургических заводов.

1.4. Назначение изделия: измерение длины длинномерных материалов.

## **2. ОСНОВАНИЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ**

Основанием для разработки является задание на курсовое проектирование, утвержденной кафедрой «КиПП» от 15.09.2011.

## **3. ИСПОЛНИТЕЛИ**

Студент Иванов И.И., гр. 113217.

## **4. ИСТОЧНИКИ РАЗРАБОТКИ**

Источниками разработки являются: техническое задание, материалы информационных и патентных исследований; научно-технические разработки в области создания средств измерений и контроля, аналогичные конструкции в литературных источниках.

## **5. СРОКИ ВЫПОЛНЕНИЯ**

Начало работы над проектом 15.09.2011, окончание 25.12.2011.

## **6. ЦЕЛЬ РАЗРАБОТКИ**

Повышение точности контроля длины проволоки в процессе намота на катушки.

## **7. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИЗДЕЛИЮ**

7.1. Состав изделия и требования к конструктивному устройству.

7.1.1. Модуль измерительный.

7.1.2. Требования к конструкции устройства.

7.1.2.1. В концепцию конструкции устройства должен быть положен блочно-модульный принцип. Каждый модуль (блок) должен представлять собой конструктивно и функционально законченный узел.

7.1.2.2. В качестве электрических преобразователей должны использоваться: для контроля натяжения - потенциометрический с линейной характеристикой; для контроля длины - оптоэлектрический с частотным выходом.

7.1.2.3. Устройство должно обеспечивать достоверность контроля в условиях вибрации в диапазоне частот 1...1000 Гц с ускорениями до 10g.

7.2. Технические характеристики:

Модуль измерительный:

Тип преобразователя натяжения трехточечный электромеханический резистивный упругий с подвижным роликом

Диапазон измерения, Н 0...40

Диапазон изменения выходного сигнала, кОм 1...10

Витковая погрешность, Ом 10

Тип преобразователя длины - оптоэлектрический частотный

Чувствительность, импульс/м 10

Амплитуда импульсов, В 4...15

7.3 Показатели надежности.

Коэффициент технического использования устройства, отнесенный к недельному периоду эксплуатации должен быть не менее 0,5.

7.4. Требования по технологичности.

Конструкция устройства должна предусматривать возможность регулировки механических и электрических параметров.

7.5. Требования по безопасности.

Устройство должно удовлетворять требованиям по безопасности ГОСТ 12.2.003-91.

7.6. Эстетические и эргономические требования.

7.6.1. Устройство должно удовлетворять общим требованиям эстетики по ГОСТ 24750-88.

7.6.2. Конструкция устройства должна обеспечивать удобство в процессе эксплуатации, регулировки и технического обслуживания.

7.7. Требования к патентной чистоте.

Патентная чистота изделия должна быть обеспечена в отношении стран СНГ.

7.8. Требования к метрологическому обеспечению.

Устройство должно пройти метрологическую аттестацию в соответствии с требованиями СТБ 8.004-93.

7.9. Требования к исходным материалам.

Исходные материалы должны соответствовать требованиям документов на поставку материалов.

#### 7.10. Требования эксплуатации.

Устройство предназначено для двухсменной работы на предприятиях.

#### 7.11 Требования к транспортабельности и хранению:

Модуль измерительный должен сохранять работоспособность после транспортировки в упаковке изготовителя, в которой он должен транспортироваться.

## **8. ЭТАПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

8.1. Разработка исполнительного механизма.

8.2. Эскизная прорисовка конструкции исполнительного механизма.

8.3. Разработка технического проекта.

8.4. Оформление пояснительной записки.

Приложение 3

№ строки	Формат	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание		
1								
2								
3				<u>Документация общая</u>				
4								
5				Вновь разработанная				
6								
7	A1		ПСКП.217120.000ВО	Чертеж общего вида	1			
8	A4		ПСКП.217120.036	Ось	1			
9	A4		ПСКП.217120.000ПЗ	Пояснительная записка	1	Стр. 36		
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
					ПСКП.217120.000 ТП			
Изм	Лист	№ Документа	Подпись	Дата				
Разаб.	Иванов				Прибор измерительный	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Петров					Т		1
Н.контр					Ведомость технического проекта	гр. 113217		
Утв.								





# Приложение 5

**ПТ-4. ГОСТ 19249-73**  
**ГОСТ 1931-79**

**ПТ-1,05. ГОСТ 19249-73**  
**ГОСТ 1931-79**

**ПСКР.217120.000/00**

№ документа	Исполнение	№ документа	Исполнение
217120.000/00	01	217120.000/00	01
217120.000/00	02	217120.000/00	01
217120.000/00	03	217120.000/00	01
217120.000/00	04	217120.000/00	01
217120.000/00	05	217120.000/00	01
217120.000/00	06	217120.000/00	01
217120.000/00	07	217120.000/00	01
217120.000/00	08	217120.000/00	01
217120.000/00	09	217120.000/00	01
217120.000/00	10	217120.000/00	01
217120.000/00	11	217120.000/00	01
217120.000/00	12	217120.000/00	01
217120.000/00	13	217120.000/00	01
217120.000/00	14	217120.000/00	01
217120.000/00	15	217120.000/00	01
217120.000/00	16	217120.000/00	01
217120.000/00	17	217120.000/00	01
217120.000/00	18	217120.000/00	01
217120.000/00	19	217120.000/00	01
217120.000/00	20	217120.000/00	01
217120.000/00	21	217120.000/00	01
217120.000/00	22	217120.000/00	01
217120.000/00	23	217120.000/00	01
217120.000/00	24	217120.000/00	01
217120.000/00	25	217120.000/00	01
217120.000/00	26	217120.000/00	01
217120.000/00	27	217120.000/00	01
217120.000/00	28	217120.000/00	01
217120.000/00	29	217120.000/00	01
217120.000/00	30	217120.000/00	01
217120.000/00	31	217120.000/00	01
217120.000/00	32	217120.000/00	01
217120.000/00	33	217120.000/00	01
217120.000/00	34	217120.000/00	01
217120.000/00	35	217120.000/00	01
217120.000/00	36	217120.000/00	01
217120.000/00	37	217120.000/00	01
217120.000/00	38	217120.000/00	01
217120.000/00	39	217120.000/00	01
217120.000/00	40	217120.000/00	01
217120.000/00	41	217120.000/00	01
217120.000/00	42	217120.000/00	01
217120.000/00	43	217120.000/00	01
217120.000/00	44	217120.000/00	01
217120.000/00	45	217120.000/00	01
217120.000/00	46	217120.000/00	01
217120.000/00	47	217120.000/00	01
217120.000/00	48	217120.000/00	01
217120.000/00	49	217120.000/00	01
217120.000/00	50	217120.000/00	01
217120.000/00	51	217120.000/00	01
217120.000/00	52	217120.000/00	01
217120.000/00	53	217120.000/00	01
217120.000/00	54	217120.000/00	01
217120.000/00	55	217120.000/00	01
217120.000/00	56	217120.000/00	01
217120.000/00	57	217120.000/00	01
217120.000/00	58	217120.000/00	01
217120.000/00	59	217120.000/00	01
217120.000/00	60	217120.000/00	01
217120.000/00	61	217120.000/00	01
217120.000/00	62	217120.000/00	01
217120.000/00	63	217120.000/00	01
217120.000/00	64	217120.000/00	01
217120.000/00	65	217120.000/00	01
217120.000/00	66	217120.000/00	01
217120.000/00	67	217120.000/00	01
217120.000/00	68	217120.000/00	01
217120.000/00	69	217120.000/00	01
217120.000/00	70	217120.000/00	01
217120.000/00	71	217120.000/00	01
217120.000/00	72	217120.000/00	01
217120.000/00	73	217120.000/00	01
217120.000/00	74	217120.000/00	01
217120.000/00	75	217120.000/00	01
217120.000/00	76	217120.000/00	01
217120.000/00	77	217120.000/00	01
217120.000/00	78	217120.000/00	01
217120.000/00	79	217120.000/00	01
217120.000/00	80	217120.000/00	01

**1.** Клей ВВН ТУ38.105.1061-82  
**2.** Клей ВК-9 ОСТ 1.80215-84.  
**3.** Для предотвращения отрывания вала 9 от ролика, соединяющего вертлюжок УГ-34 ГОСТ 24285-80.  
**4.** Подшипник поз.14 сделать диаметром-202ГОСТ11110-75  
**5.** Количество прокладок поз.37.  
**6.** Колеса поз.23, поз.35 должны вращаться без рабды и элероний.  
**7.** Регулировка момента кручения вала 10 соответственна.  
**8.** Регулировка момента кручения вала 30 на вертлюжке осуществляется вращением вала поз.46.  
**9.** Прием ролика поз.14 осуществляется вращением вала поз.46.  
**10.** Вращением вала поз.46.

**ПТ-4. ГОСТ 19249-73**  
**ГОСТ 1931-79**

**ПТ-1,05. ГОСТ 19249-73**  
**ГОСТ 1931-79**

**ПСКР.217120.000/00**

№ документа	Исполнение	№ документа	Исполнение
217120.000/00	01	217120.000/00	01
217120.000/00	02	217120.000/00	01
217120.000/00	03	217120.000/00	01
217120.000/00	04	217120.000/00	01
217120.000/00	05	217120.000/00	01
217120.000/00	06	217120.000/00	01
217120.000/00	07	217120.000/00	01
217120.000/00	08	217120.000/00	01
217120.000/00	09	217120.000/00	01
217120.000/00	10	217120.000/00	01
217120.000/00	11	217120.000/00	01
217120.000/00	12	217120.000/00	01
217120.000/00	13	217120.000/00	01
217120.000/00	14	217120.000/00	01
217120.000/00	15	217120.000/00	01
217120.000/00	16	217120.000/00	01
217120.000/00	17	217120.000/00	01
217120.000/00	18	217120.000/00	01
217120.000/00	19	217120.000/00	01
217120.000/00	20	217120.000/00	01
217120.000/00	21	217120.000/00	01
217120.000/00	22	217120.000/00	01
217120.000/00	23	217120.000/00	01
217120.000/00	24	217120.000/00	01
217120.000/00	25	217120.000/00	01
217120.000/00	26	217120.000/00	01
217120.000/00	27	217120.000/00	01
217120.000/00	28	217120.000/00	01
217120.000/00	29	217120.000/00	01
217120.000/00	30	217120.000/00	01
217120.000/00	31	217120.000/00	01
217120.000/00	32	217120.000/00	01
217120.000/00	33	217120.000/00	01
217120.000/00	34	217120.000/00	01
217120.000/00	35	217120.000/00	01
217120.000/00	36	217120.000/00	01
217120.000/00	37	217120.000/00	01
217120.000/00	38	217120.000/00	01
217120.000/00	39	217120.000/00	01
217120.000/00	40	217120.000/00	01
217120.000/00	41	217120.000/00	01
217120.000/00	42	217120.000/00	01
217120.000/00	43	217120.000/00	01
217120.000/00	44	217120.000/00	01
217120.000/00	45	217120.000/00	01
217120.000/00	46	217120.000/00	01
217120.000/00	47	217120.000/00	01
217120.000/00	48	217120.000/00	01
217120.000/00	49	217120.000/00	01
217120.000/00	50	217120.000/00	01
217120.000/00	51	217120.000/00	01
217120.000/00	52	217120.000/00	01
217120.000/00	53	217120.000/00	01
217120.000/00	54	217120.000/00	01
217120.000/00	55	217120.000/00	01
217120.000/00	56	217120.000/00	01
217120.000/00	57	217120.000/00	01
217120.000/00	58	217120.000/00	01
217120.000/00	59	217120.000/00	01
217120.000/00	60	217120.000/00	01
217120.000/00	61	217120.000/00	01
217120.000/00	62	217120.000/00	01
217120.000/00	63	217120.000/00	01
217120.000/00	64	217120.000/00	01
217120.000/00	65	217120.000/00	01
217120.000/00	66	217120.000/00	01
217120.000/00	67	217120.000/00	01
217120.000/00	68	217120.000/00	01
217120.000/00	69	217120.000/00	01
217120.000/00	70	217120.000/00	01
217120.000/00	71	217120.000/00	01
217120.000/00	72	217120.000/00	01
217120.000/00	73	217120.000/00	01
217120.000/00	74	217120.000/00	01
217120.000/00	75	217120.000/00	01
217120.000/00	76	217120.000/00	01
217120.000/00	77	217120.000/00	01
217120.000/00	78	217120.000/00	01
217120.000/00	79	217120.000/00	01
217120.000/00	80	217120.000/00	01

# Приложение 6

Перв. примен.	ПСКР.217120.036			$\sqrt{Ra3,2}$ ( $\checkmark$ )
Справ. N				A (2:1)
Погр. и дата	Инв. N	Инв. N	Инв. N	
Взам. инв. N	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. HRC 32..34.</li> <li>2. Общие допуски ГОСТ 30893.2-мк.</li> <li>3. Хим. окс. прм.</li> </ol>			
Погр. и дата	ПСКП.217120.036			
Инв. N	Изм.	Лист	N докум.	Погр.
Инв. N	Разраб.	Иванов	Петров	Дата
Инв. N	Пров.	Петров		
Инв. N	Т. контр.			
Инв. N	Н. контр.			
Инв. N	Утв.			
	Ось			4:1
	Сталь 20 ГОСТ 4543-71			Лист 1
	гр. 113217			

Учебное издание

## ДЕТАЛИ И МЕХАНИЗМЫ ПРИБОРОВ

Методические указания  
к выполнению курсового проекта для студентов специальностей  
1-38 01 01 «Механические  
и электромеханические приборы и аппараты»,  
1-38 02 02 «Биотехнические и медицинские аппараты и системы»,  
1-52 02 01 «Технология и оборудование ювелирного производства»

С о с т а в и т е л и :  
НОВИКОВ Александр Анатольевич  
КОРЗУН Павел Олегович

Технический редактор Д.А. Исаев  
Оформление и компьютерная верстка А.А. Новикова

---

Подписано в печать 09.08.2011.

Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 2,03. Уч.-изд. л. 1,59. Тираж 100. Заказ 542.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.

Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.