

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

Кафедра «Информационно-измерительная техника и технологии»

## КОНСТРУИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ПРИБОРОВ КОНТРОЛЯ

Учебно-методическое пособие  
по выполнению курсового проекта  
для студентов специальностей

6-05-0716-03 «Информационно-измерительные приборы и системы»  
(профилизации «Информационно-измерительная техника и технологии»,  
«Информационные системы и технологии  
неразрушающего контроля и диагностики»),  
6-05-0716-02 «Спортивная инженерия» (профилизация  
«Проектирование и производство спортивной техники»)

*Рекомендовано учебно-методическим объединением  
высших учебных заведений Республики Беларусь по образованию  
в области приборостроения и техники физической культуры и спорта*

Минск  
БНТУ  
2025

УДК 681.2-025.13+681.518.3-025.13(075.8)

ББК 34.9я7

К65

С о с т а в и т е л ь:

*И. Н. Савёлов*

Р е ц е н з е н т ы:

заведующий кафедрой

кафедра «Проектирование информационно-компьютерных систем»

УО «Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники» (зав. кафедрой, к. т. н., доцент *Хорошко В. В.*);

доцент кафедры «Технологии стекла и керамики»

учреждения образования «Белорусский государственный  
технологический университет», к. т. н., доцент *Попов Р. Ю.*

К65

**Конструирование** элементов информационно-измерительной техники и приборов контроля: учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта для студентов специальностей 6-05-0716-03 «Информационно-измерительные приборы и системы» (профилизации «Информационно-измерительная техника и технологии», «Информационные системы и технологии неразрушающего контроля и диагностики»), 6-05-0716-02 «Спортивная инженерия» профилизация «Проектирование и производство спортивной техники» / сост. И. Н. Савёлов. – Минск : БНТУ, 2025. – 31 с.

ISBN 978-985-583-991-1.

В издании представлены рекомендации по организации процесса курсового проектирования, целям, задачам, методике, структуре и этапам выполнения курсового проекта, правилам оформления пояснительной записки.

УДК 681.2-025.13+681.518.3-025.13(075.8)

ББК 34.9я7

ISBN 978-985-583-991-1

© Белорусский национальный  
технический университет, 2025

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1. Цель и задачи курсового проектирования.....	6
2. Методика выполнения курсового проектирования.....	8
3. Содержание курсового проекта.....	14
4. Оформление пояснительной записки .....	20
Список рекомендуемой литературы .....	25
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	27

## ВВЕДЕНИЕ

Уровень компетентности инженера определяется объемом знаний и навыков, которые он получает в процессе обучения, способностью к самостоятельному творческому мышлению и широтой его научно-технического кругозора.

Основной концепцией современного проектирования сложных высокотехнологических изделий является модельно-ориентированная системная инженерия. Разработка твердотельных моделей («цифровых двойников») проектируемых объектов позволяет оптимизировать выработанные конструктивные решения, минимизировать ошибки, повысить эффективность изделия на протяжении всего жизненного цикла.

Курсовое проектирование является одной из составной частей учебного процесса, формирующего у студентов компетенции, требуемые в настоящее время.

Цель выполнения курсового проекта состоит не только в закреплении теоретического материала по освоенным дисциплинам общеинженерной подготовки, но и в их комплексном применении, возможности проявления своих творческих способностей, интуиции и фантазии, поскольку принятие технических решений в проектах ничем не ограничено.

В ходе курсового проектирования студенты получают опыт самостоятельного решения практических задач, изучают современные технологические процессы изготовления изделий и тенденции их развития, приобретают навыки использования средств вычислительной техники при решении поставленных задач.

Процесс мышления (мысленного создания устройства) является наиболее важным и ответственным этапом конструкторской деятельности, так как в процессе конструирования предложенное техническое решение приобретает материальную форму.

Выбор оптимального варианта является наиболее ответственной частью конструкторской деятельности. Ошибки при расчете элементов конструкции, разработке документации отдельных сборочных единиц и т. п. можно устранить, но если допустить их в процессе воплощения идеи варианта конструкции проектируемого аппарата, то это приведет к созданию неудачного устройства, а также к экономическим потерям.

Таким образом, курсовое проектирование направлено на развитие у студентов навыков творческого конструкторского труда.

В процессе работы над курсовым проектом студент должен научиться:

- методике системного модельного ориентирования конструирования сравнительно несложных сборочных единиц, деталей и узлов радиоэлектронных устройств, применяемых в информационно-измерительной и спортивной технике, приборах контроля;

- выполнению численных и компьютерных расчетов, подтверждающих работоспособность разрабатываемых радиоэлектронных устройств, применяемых в информационно-измерительной технике, приборах контроля и спортивной технике;

- понятию о том, с чего начинать разработку нового устройства и как ее закончить;

- применению на практике своих знаний инженерной графики, материаловедения, норм точности и других специальных дисциплин, оформлению требуемых чертежей в соответствии с правилами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД);

- этапам разработки нового устройства.

Целями данного пособия являются организация работы студента при разработке и оформлении курсового проекта, оптимизация рабочего времени для творческой работы, повышение качества проектов, формирование компетенций, необходимых при разработке сложных технических объектов и конструкторской документации.

Курсовое проектирование также ставит своей целью подготовить студента к дипломному проектированию.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Курсовой проект должен решать комплексную инженерно-техническую задачу, включающую анализ основных элементов и узлов проектируемого устройства, разработку конструкции, обоснование принятых технических решений.

Целью курсового проектирования является завершение общей подготовки студента по конструированию электромеханических узлов на основе теоретических навыков, полученных в результате изучения им теории, методов расчета и конструирования деталей и узлов механизмов с учетом требований по прочности, жесткости, равнопрочности, взаимозаменяемости и др.

Основными задачами курсового проектирования являются:

1. Систематизация, расширение и закрепление теоретических навыков путем их практического использования. Формирование умения проводить необходимые геометрические и прочностные расчеты, оптимизацию параметров по массе и габаритам; правильно назначать посадки в соединениях, допуски в чертежах деталей, в том числе формы и взаимного расположения поверхностей; назначать шероховатость поверхностей обработки, виды защитных покрытий и термической обработки, осуществлять выбор материалов для деталей конструируемых устройств.

2. Освоение практических навыков самостоятельной разработки конструкций электромеханических узлов путем использования соответствующих нормативных документов и прототипов.

3. Получение навыков по оформлению текстовой и графической документации согласно требованиям ЕСКД.

4. Разработка твердотельной модели изделия. Обязательное применение при выполнении курсового проекта системы автоматизированного проектирования (САПР) SolidWorks.

5. Подготовка к самостоятельному решению сложных инженерных задач при выполнении дипломного проекта и последующей работы на промышленных предприятиях.

В процессе конструирования необходимо рассчитать, определить или выбрать форму детали, ее материал и режим упрочняющей технологии, способ получения заготовки, наметить конструкторские базы, указать шероховатость поверхностей и точность размеров, формы и взаимное расположение поверхностей и условия обеспе-

чения сборки изделия. Необходимо также унифицировать форму деталей или их частей с целью уменьшения номенклатуры сопрягаемых деталей и унификации технологической оснастки.

При конструировании детали всегда надо стремиться к упрощению, так как это ведет к удешевлению оснастки, повышению производительности труда, улучшению качества изделия, снижению его себестоимости и повышению точности.

## 2. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Задачу проектирования инженер решает эвристическими методами при помощи различных систем автоматизированного проектирования. В процессе разработки твердотельной модели конструируемого изделия упрощается реализация принципа комбинаторики и появляется возможность эффективного проведения оптимизации технического решения из множества приемлемых вариантов.

В процессе конструкторского проектирования, как и в любом другом творческом процессе, можно выделить три вида последовательности проводимых операций:

1. Логическая – это математически однозначно определенная операция, которую можно корректно описать до уровня элементарной операции, то есть составить алгоритм обработки информации и описанную последовательность выполнить с помощью средств вычислительной техники. К таким алгоритмизируемым последовательностям операций при конструкторском проектировании относятся расчеты, выполняемые по определенной методике, детализовка, составление спецификаций и т. д.

2. Эвристическая – основана на способности инженера выбирать решения и принимать их в тех ситуациях, когда тот или иной процесс нельзя полностью, четко и замкнуто описать логически, а можно только с помощью множества нечетких рекомендаций. В этом случае человека нельзя заменить техническими вспомогательными средствами.

3. Интуитивная – содержит комплекс неразделимых операций, для выполнения которых нельзя использовать ни логику, ни эвристические правила. Здесь решающими становятся такие качества инженера, как стиль мышления, ассоциации, фантазия, воображение, а также внешняя обстановка (окружающая среда общения, социальная обстановка и т. д.).

Система эвристических методов, содержащая множество правил, рекомендаций и программ, позволяет принять приемлемое решение в процессе проектирования. Процесс принятия решения состоит из следующих основных шести этапов:

- выявление проблемы;
- постановка задачи;

- поиск решения;
- принятие решения;
- выполнение решения;
- анализ полученного результата.

Применительно к проектированию электронно-механических узлов и приборов в целом перечисленные этапы означают:

1. Выявление проблемы – определение потребности в разработке нового или в модернизации старого устройства. Предполагается, что необходимость в новом устройстве доказана, поэтому в курсовом проектировании этот этап опускается.

2. Постановка задачи – формирование требований к изделию. На этом этапе разрабатывается расширенное техническое задание, которое представляет собой документ, устанавливающий основное назначение и показатели качества изделия, технико-экономические и специальные требования, предъявляемые к изделию.

3. Поиск решения – разработка вариантов конструкций, удовлетворяющих требованиям, которые сформулированы в техническом задании.

4. Принятие решения – выбор предпочтительного варианта из выбранных по критерию качества. Оговаривается при постановке задачи.

5. Выполнение решения – разработка конструкторской документации на выбранный вариант конструкции РЭА, изготовление опытного образца.

6. Оценка полученного результата – сравнение показателей и параметров разработанной РЭА с техническим заданием.

Результатом выполнения 2-го этапа процесса принятия решения является оформленное техническое задание.

Наиболее ответственными этапами в процессе проектирования является поиск и принятие решения. При этом следует придерживаться следующих основных принципов принятия решений:

1. **Первый принцип** – действовать нужно так точно, как необходимо, так просто, как допустимо. Он соответствует требованию о достаточной надежности и гарантии технического решения в рамках данных экономических возможностей.

2. **Второй принцип** – повторное использование апробированных на практике решений. Алгоритм работы инженера, решающего конструкторско-технологическую задачу, заключается в следующем: сначала выясняется, какие из уже имеющихся решений можно взять

без изменений. Если таких решений нет, то он пытается использовать и приспособить наиболее близкие прототипы. Если и таковых нет, то инженер заново разрабатывает изделие или его подсистемы, узлы и элементы.

При выполнении курсового проекта перед студентом обычно стоит задача подобрать пригодные для сравнения варианты технического решения поставленной задачи, выбрать и доработать какое-либо одно техническое решение.

В процессе конструирования, как правило, необходимо учитывать множество взаимосвязанных, а иногда противоречивых технических требований, предъявляемых к конструкции отдельных узлов и устройств в целом. Такими требованиями являются назначение и область применения разрабатываемого устройства, заданные технические характеристики, условия эксплуатации, конструкционные параметры и т. д.

Выполнение курсового проекта заканчивается разработкой конструкторской документации.

Этапы работы над выполнением курсового проекта:

I. Обзор и анализ литературных источников.

II. Составление технического задания (ТЗ).

III. Эскизное проектирование.

IV. Детальная конструктивная разработка.

V. Оформление требуемых графических материалов.

VI. Оформление пояснительной записки.

**Этап I.** Получив от руководителя задание на выполнение курсового проекта, студент начинает работу с ознакомления с существующими материалами по теме, такими как литературные источники: учебники, учебные пособия, книги, в которых имеются сведения по теме курсового проекта, статьи в журналах, каталоги, проспекты, документы о существующих изделиях, аналогичные проектируемому, их чертежи (сборочные и детальные), описание, инструкции по использованию и др. При ознакомлении с чертежами следует обратить внимание на их оформление: простановку размеров и их допустимых отклонений, материалы, из которых сделаны детали, применяемые декоративные и защитные покрытия. При ознакомлении со сборочными чертежами следует обратить внимание на то, как отдельные сборочные единицы соединены друг с другом и как это показано на чертежах. Необходимо ознакомиться со спецификациями к сбороч-

ным чертежам и их содержанием, также обратить внимание и на оформление основной надписи.

Обзор материала в основном должен быть завершен к началу срока проектирования.

**Этап II.** Критически осмыслив все проработанные материалы, студент выявляет достоинства и недостатки используемых в практике конструкций. Затем формулирует свою задачу по обеспечению необходимых технико-экономических показателей в проектируемом изделии, что и отражает в техническом задании (ТЗ) на курсовое проектирование.

ТЗ должно быть составлено в начале работы и утверждено руководителем.

В процессе выполнения работы студент по своему усмотрению **не может** вносить какие-либо коррективы в ТЗ без согласия руководителя. Пункты ТЗ должны быть записаны четко и ясно (в форме директивы). Они не могут содержать пояснений о методе решения в проекте.

**Этап III.** Эскизное проектирование – это начало процесса разработки конструкции, когда студент проявляет свои творческие способности и знания. При выполнении моделирования разработчик должен принять во внимание одновременно все соображения, определяющие качественный уровень проектируемого изделия. Выполнение функций разрабатываемой конструкции должно быть обеспечено наилучшим образом при наименьшем количестве деталей, которые по возможности должны быть простыми по форме и в технологическом отношении; изделие в целом должно быть экономичным, надежным и удобным в эксплуатации. На этом этапе осуществляется общая компоновка изделия: взаимное расположение узлов, в том числе заимствованных и покупных изделий, определяются места стыковки и способы сопряжения и крепления деталей, разрабатывается кинематическая схема проектируемого устройства.

Приступить к обдумыванию и мысленному представлению конструкций, делая черновые наброски, можно и до составления и утверждения ТЗ. Однако после необходимо строго выполнять его требования.

Первые эскизные наброски (также при детальной разработке) можно выполнять, не соблюдая правил черчения: взаимного расположения проекций, масштаба и др. Обязательным является приме-

нение систем автоматизированного проектирования, так как работу необходимо оформить в соответствии с требованиями ЕСКД.

Проработка разрабатываемой конструкции в целом, ее составных частей, а также конструктивных элементов предполагает реализацию двух взаимосвязанных процедур.

Первая процедура связана с мысленным разделением конструкции на составные элементы по функционально-техническому назначению, вторая – с компоновкой их взаимного расположения с учетом обеспечения их эффективного функционирования, а также требований надежности, технологичности, безопасности, безвредности, эргономичности и эстетичности.

Разрабатываемые устройства разделяют на сборочные единицы и детали, из которых также могут формироваться определенные связанные группы: рабочие органы, исполнительные и передаточные механизмы, привод и т. д. Важным является четкое понимание назначения каждой составной части конструкции и ее функции.

Компоновка связана с обратным процессом формирования общей структуры конструкции из составных частей и зависит от ее уровня и сложности. С учетом обеспечения функционального назначения конструкции предусматривается проработка элементов, от которых зависят следующие показатели: габаритные размеры и материалоемкость; потребление электроэнергии, производительность и др. В частности, при компоновке конструкций учитывают производительность, размеры узлов и деталей, входящих в ее состав, технологичность сборки и т. п.

Компоновку устройства начинают с решения главных вопросов конструирования рабочих органов и выбора рациональной кинематической структуры. От этих факторов зависят размеры и форма устройства, принцип его функционирования и взаимодействие с сопряженными конструкциями, например в сложных радиоэлектронных системах или электронно-механических спортивных тренажерах.

Анализируя имеющиеся данные (конструкцию устройства, технические требования и технологические параметры производства деталей, условия эксплуатации, требуемую степень защиты конструкции и т. д.), намечают несколько вариантов технического решения, которое определяется и обосновывается с учетом простоты конструкции, удобства обслуживания и ремонта, металлоемкости и стоимости.

При модернизации какого-либо устройства конструктор, в зависимости от конкретных условий эксплуатации, учитывает влияние принятого технического решения на все компоненты изделия. Новый узел или элемент должен свободно интегрироваться в модернизируемое устройство. При этом конструктивные изменения, вносимые установкой, должны быть минимальными и простыми. При изменении габаритных размеров необходимо учитывать размеры соседних деталей или узлов. Ритм работы нового узла должен кинематически соответствовать ритму взаимодействующих устройств.

В процессе эскизного проектирования надо обязательно выбрать материалы конструкции с учетом условий эксплуатации проектируемого устройства, выполнить основные расчеты элементов конструкции во избежание расхождения расчетных данных с уже намеченной компоновкой конструкции.

**Этап IV.** Детальная конструктивная разработка наряду с эскизным проектированием – наиболее ответственный этап, где автор проявляет свои способности использовать знания, полученные в процессе обучения, для творческого решения поставленной перед ним задачи.

На этом этапе студент приступает к детальной разработке элементов конструкции (сборочных единиц и деталей) и разрабатывает твердотельную модель спроектированного устройства. Завершив разработку сборочных единиц, следует выполнить требуемые чертежи конструкции.

В процессе выполнения курсового проекта для студентов организуются консультации, на которых руководитель проекта обсуждает со студентами возможные варианты конструкции, рекомендует литературу по частным вопросам, согласовывает результаты расчетов, контролирует выполнение графика работ.

Ответственность за принятые в проекте решения, качество исполнения графической части и пояснительной записки несет студент-разработчик.

### 3. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Основными документами, которые предъявляются как результат курсового проектирования, являются сборочный чертеж конструкции и рабочие чертежи деталей, выполненные в соответствии с требованиями ЕСКД.

Курсовой проект состоит из четырех листов графического материала формата А1 и пояснительной записки.

Графические материалы включают в себя:

1. Твердотельную модель и сборочный чертеж разрабатываемой конструкции, дающие полное представление о конструкции проектируемой сборочной единицы, компоновке изделия и взаимодействии разрабатываемой конструкции с существующими узлами РЭА. Осуществляется простановка геометрических размеров, необходимых примечаний и технических требований, выполненных в соответствии с ГОСТ 2.109.

2. Рабочие чертежи четырех-пяти деталей, которые выбираются по указанию руководителя и отвечают следующим критериям:

а) детали разработаны самими студентами или подвергнуты ими существенному изменению. Не рекомендуется выполнение студентам чертежей заимствованных деталей;

б) выбранные детали в сборочной единице должны стыковаться друг с другом, так как этого требует правильный выбор допусков на стыкуемые размеры и проведение расчета размерных цепей;

в) детали должны быть разнохарактерными по способу получения и формирования: корпусные, полученные литьем или штамповкой, детали с механической обработкой на токарном станке, фрезерованием, детали из пластмасс и т. п.

Деталь на чертежах требуется изобразить в соответствии с требованиями ЕСКД со всеми необходимыми разрезами и сечениями, размерами и допусками на их предельные отклонения. Также необходимо указать материал детали, требуемую величину шероховатости поверхности, предельные отклонения формы и расположения отдельных поверхностей, термическую обработку, необходимые защитные и декоративные покрытия и т. п.

Пояснительная записка должна дать полное представление о всех вопросах, которые были решены при выполнении курсового проекта. Изложение пояснительной записки должно быть выполне-

но грамотно, ясным техническим языком и кратко. Следует избегать сложных и длинных предложений. В тексте записки не должно быть общих фраз и рекомендаций, распространяющихся на аппаратуру в целом. При этом допускается использование повествовательной формы изложения текста документа, например: «применяют», «указывают» и т. п. В тексте должны применяться только научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

В тексте записки не допускается:

- применять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы, произвольные словообразования, сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии и соответствующими государственными стандартами;

- сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц физических величин в головках и боковиках таблиц и в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы и рисунки;

- применять знак « $\emptyset$ » для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»). При указании размера или предельных отклонений диаметра на чертежах, помещенных в тексте документа перед размерным числом следует писать знак « $\emptyset$ »;

- применять без числовых значений математические знаки, например  $>$  (больше),  $<$  (меньше),  $=$  (равно),  $\geq$  (больше или равно),  $\leq$  (меньше или равно),  $\neq$  (не равно), а также знаки № (номер), % (процент);

- применять индексы стандартов, технических условий и других документов без регистрационного номера.

Перечень допускаемых сокращений слов установлен в ГОСТ 7.12–93.

Пояснительная записка состоит из следующих разделов:

- титульный лист (прил. А);
- реферат (прил. Б);
- содержание;
- введение;
- назначение и область применения конструкции;
- техническая характеристика конструкции;
- описание и обоснование выбранной конструкции;

- расчеты, подтверждающие надежность и работоспособность конструкции (расчеты элементов конструкции);
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения;
- титульный лист технического задания (прил. В);
- техническое задание на курсовую работу (прил. Г).

Содержание включает введение, наименование всех разделов, подразделов, пунктов (если они имеют наименование), заключение, список использованных источников и наименование приложений с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти элементы пояснительной записки.

Раздел «Реферат» должен содержать сведения об объеме пояснительной записки, количестве иллюстраций, таблиц, приложений, количестве использованных источников; перечень ключевых слов; текст реферата (прил. Б).

Перечень ключевых слов должен включать от 5 до 15 слов или словосочетаний из текста записки, которые в наибольшей мере характеризуют его содержание и обеспечивают возможность информационного поиска. Ключевые слова приводятся в именительном падеже и печатаются прописными буквами в строку через запятые.

Текст реферата должен отражать:

- объект разработки;
- цель работы;
- метод или методологию проведения работы;
- результаты работы;
- основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики;
- область применения.

Структура реферата приведена в прил. Б.

В текстовой части «Введения» обосновывается актуальность темы курсового проекта, значимость и место разрабатываемой сборочной единицы или устройства в конструкциях РЭА, приводятся их основные технические показатели.

В разделе «Назначение и область применения конструкции» дается краткая характеристика области и условий применения разрабатываемого изделия, основные данные, обеспечивающие стабильность функционирования изделия в условиях эксплуатации.

В разделе «Техническая характеристика конструкции» приводятся основные технические характеристики изделия, требования по климатическому исполнению и степени защиты (IP) конструкции, сведения о соответствии или отклонениях от требований, установленных техническим заданием.

В разделе «Описание и обоснование выбранной конструкции» рассматриваются возможные варианты компоновки и конструктивных решений, обосновывается выбранный вариант с точки зрения конструктивной целесообразности, технологичности, удобства обслуживания и эксплуатации, надежности и экономических показателей. приводится подробное описание функционирования устройства со ссылками на позиции, указанные на сборочном чертеже конструкции. Приводится обоснование выбранных материалов и защитных покрытий деталей конструкции, а также описание принятых технических решений, необходимых для выполнения требований технического задания.

Раздел «Расчеты, подтверждающие надежность и работоспособность конструкции (расчеты элементов конструкции)» должен содержать подробное изложение расчетов, произведенных в зависимости от назначения разрабатываемой конструкции. Расчеты элементов конструкции должны сопровождаться необходимыми пояснениями, схемами, ссылками на литературный источник, откуда заимствуется методика расчета. Если по ходу выполнения проекта пришлось выполнить расчет ряда вариантов, то все они должны быть приведены в пояснительной записке с указанием того варианта, который был выбран для использования.

Раздел «Заключение» должен содержать краткое, но достаточное для оценки объема работы описание результатов выполненного курсового проекта; оценку полноты реализации решений поставленных задач и принятых технических решений. Целесообразно выделить главные особенности спроектированного объекта, обратить внимание на оригинальные конструктивные решения, предложенные автором, указать степень их новизны, привести основные технические параметры отдельных узлов и деталей, полученных в результате проведенных расчетов, использование при выполнении курсового проекта систем автоматизированного проектирования и соответствие разработанной конструкции требованиям ТЗ.

В разделе «Список использованных источников» указываются те источники (книги, статьи, методические и учебные пособия и т. п.), которые были использованы при выполнении курсового проекта.

В раздел «Приложения» рекомендуется включать материалы, связанные с выполненным проектом, которые по каким-либо причинам не могут быть включены в основную часть. Обязательными элементами приложения являются техническое задание и спецификация сборочного чертежа разрабатываемой конструкции.

Техническое задание выполняется в виде отдельного документа. Задание на курсовое проектирование служит основой составления технического задания на разработку конструкции и в соответствии с ТКП 626-2018 должно включать в себя следующие разделы:

1. Наименование и область применения продукции.
2. Основание для разработки.
3. Исполнитель.
4. Цель и назначение разработки.
5. Технические требования.
  - 5.1. Состав продукции.
  - 5.2. Конструктивные требования.
  - 5.3. Требования стойкости к внешним воздействиям.
  - 5.4. Требования к надежности.
  - 5.5. Требования к технологичности.
  - 5.6. Требования эргономики.
  - 5.7. Условия эксплуатации.
6. Этапы разработки.

7. Порядок контроля и приемки, материалы, предъявляемые по окончании отдельных этапов и работы в целом.

Каждый студент выполняет курсовой проект по индивидуальному заданию, поэтому основным методом работы над курсовым проектом является самостоятельная работа с консультацией руководителя проекта.

Выполнение курсового проекта рассчитано на 15–16 недель по следующему графику:

- 1–3-я неделя: получение задания, разработка и утверждение технического задания на проектирование;
- 4–6-я недели: анализ ТЗ и разработка технических требований к конструкции, выбор материалов деталей;

- 7–9-я недели: выбор и обоснование конструктивных решений;
- 10–11-я недели: проведение требуемых расчетов и разработка графической документации;
- 12–14-я недели: оформление текстовой и графической документации. Проверка работы;
- 15-я неделя: устранение замечаний;
- 16-я неделя: защита проекта.

В установленный срок полностью оформленный курсовой проект предоставляется руководителю на проверку. При наличии замечаний по содержанию или оформлению проект возвращается на доработку, при их отсутствии – допускается к защите.

Защита курсовых проектов проходит строго по расписанию, срок указывается в задании на проект.

Законченный курсовой проект, подписанный руководителем, защищается перед комиссией, состоящей не менее чем из двух преподавателей. При защите студент в течение 5–7 минут докладывает о поставленной перед ним технической задаче и путях ее реализации в проекте, приводит анализ этого решения и обосновывает полученные результаты, ссылаясь на выполненные чертежи и пояснительную записку. При этом отмечаются оригинальные конструкторские решения и пути дальнейшего совершенствования конструкции проектируемого устройства.

План доклада при защите курсового проекта строится в следующей последовательности:

1. Тема и актуальность проекта.
2. Исходные данные (анализ схемы конструкции и технического задания).
3. Техническое решение (компоновка, размещение, несущие конструкции, материалы деталей, защитные покрытия, соединители).
4. Защита конструкции от влияния дестабилизирующих факторов.
5. Результаты проверочных конструкторских расчетов.
6. Применение САПР при выполнении проекта.
7. Заключение о выполнении требований технического задания и перспективах применения разработанной конструкции.

Представление материалов на защите курсового проекта осуществляется с использованием мультимедийных средств демонстрации.

## 4. ОФОРМЛЕНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Основным документом курсового проекта является пояснительная записка (ПЗ), в которой приводится информация о выполнении принятых технических решений и расчетах элементов конструкции, проведенных автором. Изложение текста и оформление ПЗ курсового проекта должны соответствовать требованиям ГОСТ 2.105 и ГОСТ 7.32.

Наименования структурных элементов записки: «РЕФЕРАТ», «СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ», «ПРИЛОЖЕНИЯ» записываются прописными буквами посередине строки симметрично тексту без точки в конце.

Пояснительная записка должна отвечать следующим общим требованиям:

- логической последовательности изложения материалов;
- убедительности аргументации; краткости и точности формулировок, исключающих возможности субъективного и неоднозначного толкования;
- конкретности изложения результатов работы (недопустимо включение в пояснительную записку сведений и формулировок, заимствованных из литературных источников).

Пояснительная записка выполняется печатным способом на одной стороне листа белой бумаги формата А4.

Гарнитура шрифта – Times New Roman. Цвет шрифта черный, размер букв, цифр и других знаков – 14 pt, интервал полуторный. Текст пояснительной записки следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм, левое – 30 мм.

Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах, формулах, теоремах, применяя шрифты различного начертания.

Опечатки, описки и графические неточности, обнаруженные в процессе подготовки пояснительной записки, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста (графики) машинописным способом или черными чернилами, пастой или тушью – рукописным способом.

Страницы следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту пояснительной записки. Номер страницы проставляют в центре нижней части листа без точки.

При оформлении содержания пояснительной записки слово «Содержание» записывают в виде заголовка (симметрично тексту) с прописными буквами. Наименования разделов, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы.

Полное наименование изделия на титульном листе, в основной надписи и при первом упоминании в тексте записки должно быть одинаковым и иметь обратный порядок слов (например: «Выключатель конечный», «Клавиша управления»).

В последующем тексте порядок слов в наименовании должен быть прямой, то есть на первом месте должно быть определение (имя прилагательное), а затем – название изделия (имя существительное), при этом допускается употреблять сокращенное наименование изделия.

Наименования, приводимые в тексте документа и на иллюстрациях, должны быть одинаковыми.

Титульный лист включают в общую нумерацию страниц пояснительной записки. Номер страницы на титульном листе не проставляют. Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, включают в общую нумерацию страниц пояснительной записки. Иллюстрации и таблицы на листе формата А3 учитывают как одну страницу.

Титульные листы пояснительной записки и технического задания выполняются в соответствии с формой, приведенной в прил. А и В.

Основную часть ПЗ следует делить на разделы, подразделы и пункты, подпункты. При делении текста ПЗ на пункты и подпункты необходимо, чтобы каждый пункт содержал законченную информацию.

Разделы, подразделы, пункты и подпункты следует нумеровать арабскими цифрами и записывать с абзацного отступа. Абзацный отступ должен составлять 15–17 мм. Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всего текста (за исключением приложений). Разделы, подразделы должны иметь заголовки, которые должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов. Пункты, как правило, заголовков не имеют.

Заголовки разделов, подразделов и пунктов следует печатать с абзачного отступа с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

**Пример:** 1, 2, 3 и т. д.

Номер подраздела или пункта включает номер раздела и порядковый номер подраздела или пункта, разделенные точкой.

**Пример:** 1.1, 1.2, 1.3 и т. д.

Номер подпункта содержит номер раздела, подраздела, пункта и порядковый номер подпункта, разделенные точкой.

**Пример:** 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3 и т. д.

После номера раздела, подраздела, пункта и подпункта в тексте точку не ставят.

Если раздел или подраздел имеет только один пункт или пункт имеет один подпункт, то нумеровать его не следует.

Иллюстрации (чертежи, графики, схемы) следует располагать в ПЗ непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице.

На все иллюстрации должны быть даны ссылки в тексте пояснительной записки.

Чертежи, графики, диаграммы, схемы, иллюстрации, помещаемые в пояснительной записке, должны соответствовать требованиям государственных стандартов Единой системы конструкторской документации.

Иллюстрации, за исключением иллюстрации приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1». Слово «рисунок» и его наименование располагают посередине строки.

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.

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

При ссылках на иллюстрации следует писать: «... в соответствии с рисунком 2» (сквозная нумерация) и «... в соответствии с рисунком 1.2» (нумерация в пределах раздела).

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Его следует помещать над таблицей слева, без абзачного отступа в одну строку, с ее номером через тире. При переносе части таблицы название помещают только над первой частью таблицы, нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят.

Таблицу следует располагать непосредственно на странице с текстом после абзаца, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

На все таблицы должны быть ссылки в тексте. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другой лист (страницу). При переносе части таблицы на другой лист (страницу) слово «Таблица» и ее номер указывают один раз справа над первой частью таблицы, над другими частями пишут слово «Продолжение» и указывают номер таблицы, например: «Продолжение таблицы 1». При переносе таблицы на другой лист (страницу) заголовок помещают только над ее первой частью.

Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если уравнение не умещается в одну строку, то оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (–), умножения ( $\times$ ), деления ( $:$ ) или других математических знаков, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке, символизирующем операцию умножения, применяют знак « $\times$ ».

Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле.

Формулы следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах всей пояснительной записки арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке. Ниже приведен пример.

$$A = a : b, \tag{1}$$

$$B = c : e. \tag{2}$$

Одну формулу обозначают – «1».

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках.

Пример: ... в формуле (1).

Выводы формул, имеющих в литературе, в записке не приводят, а дают только их окончательное выражение.

Обязательным является выполнение расчетов с использованием размерностей физических величин системы СИ.

Ссылки в тексте ПЗ на использованные источники следует приводить в квадратных скобках. Сведения об источниках (раздел ПЗ «Список использованных источников») следует располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте ПЗ и нумеровать арабскими цифрами без точки и печатать с абзацного отступа. Список использованных источников должен содержать сведения об источниках, использованных при составлении ПЗ. Сведения об источниках приводятся в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003 и должны содержать необходимые и достаточные для идентификации и поиска цитируемого документа сведения.

При наличии приложений в тексте на них должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте ПЗ.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» и его обозначения.

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

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, И, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность. Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O.

Если в документе одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : в 3 т. / В. И. Анурьев. – М. : Машиностроение, 2001. – 3 т.
2. Фещенко В. Н. Справочник конструктора: учебно-практическое пособие : в 2 кн. / В. Н. Фещенко. – М. : Инфра-Инженерия, 2016. – 2 кн.
3. Савёлов, И. Н. Конструирование элементов и узлов электронной техники : учебно-методическое пособие для студентов специальностей 1-38 02 01 «Информационно-измерительная техника», 1-38 02 03 «Техническое обеспечение безопасности» / И. Н. Савёлов, И. Б. Третьяк; Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Информационно-измерительная техника и технологии». – Минск : БНТУ, 2019. – 64 с.
4. Савёлов, И. Н. Проектирование спортивной техники : учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 1-60 02 02 «Проектирование и производство спортивной техники» / И. Н. Савёлов. – Минск : БНТУ, 2022. – 56 с.
5. Детали машин: учебно-методическое пособие для студентов машиностроительных специальностей: в 3 ч. / А. Т. Скойбеда [и др.]. – Минск : БНТУ, 2019. – 3 ч.
6. Берлинер, Э. М. САПР конструктора машиностроителя : учебник для студентов высших учебных заведений / Э. М. Берлинер, О. В. Таратынов. – М. : ИНФРА-М, 2018. – 287 с.
7. Выбор и применение материалов: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по техническим специальностям : в 5 т. / под ред. Н. А. Свидуновича. – Минск : Беларуская навука, 2017–2020. – 5 т.
8. Твердотельное моделирование сборочных единиц в САД-системах : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Конструирование и технология электронных средств» / В. П. Большаков [и др.]. – СПб. : Питер, 2018. – 368 с.
9. Орлов, П. И. Основы конструирования: справочно-методическое пособие: в 2 т. / П. И. Орлов. – М. : Машиностроение, 1988. – 2 т.
10. Болтон, У. Конструкционные материалы: металлы, сплавы, полимеры, керамика, композиты: карманный справочник / У. Болтон. – М. : Додэка-XXI, 2004. – 320 с.

11. Таймингс, Р. Машиностроение. Разъемные и неразъемные соединения, режущий инструмент: карманный справочник / Р. Таймингс. – М. : Додэка-XXI, 2008. – 336 с.

12. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА: справочное пособие / Э. Т. Романычева [и др.]; под ред. Э. Т. Романычевой. – М. : Радио и связь, 1989. – 448 с.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА  
ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Белорусский национальный технический университет  
Кафедра «Информационно-измерительная техника и технологии»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
к курсовому проекту  
по дисциплине «Конструирование \_\_\_\_\_»

Тема: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Исполнитель: \_\_\_\_\_ (Фамилия, инициалы)  
(подпись)

студент \_\_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ группы

Руководитель: \_\_\_\_\_ (Фамилия, инициалы)  
(подпись)

Минск 20\_\_

## СТРУКТУРА РЕФЕРАТА

### РЕФЕРАТ

Пояснительная записка: с., рис., табл., источников, прил.  
ДАТЧИК ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫЙ, МОДЕРНИЗАЦИЯ, ЗА-  
ЩИТНЫЙ КОРПУС, УПЛОТНИТЕЛЬ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КОН-  
ТАКТЫ, ПЛОСКАЯ ПРУЖИНА

Объектом разработки является ...

Цель работы – ...

В процессе выполнения работы ... (*приводятся результаты рас-  
четов элементов конструкции с указанием основных параметров*).

Разработаны ... (*приводятся результаты выполнения графиче-  
ской части курсового проекта*).

Областью возможного практического применения является ... (*ука-  
зать функциональное применение разработанного изделия*)

Требования технического задания выполнены полностью.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА  
ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

Белорусский национальный технический университет  
Кафедра «Информационно-измерительная техника и технологии»

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ  
к курсовому проекту  
по дисциплине «Конструирование \_\_\_\_\_»

Тема: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Исполнитель: \_\_\_\_\_ (Фамилия, инициалы)  
(подпись)

студент \_\_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ группы

Руководитель: \_\_\_\_\_ (Фамилия, инициалы)  
(подпись)

Минск 20\_\_

## СТРУКТУРА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

### 1. Наименование и область применения продукции.

*Наименование и условное обозначение изделия; общая характеристика объекта, в котором используется изделие.*

### 2. Основание для разработки.

*Наименование документа, на основании которого выполняется разработка, дата его утверждения.*

### 3. Разработчик

*Фамилия, имя, отчество студента, номер группы.*

### 4. Цель и назначение разработки.

*Указать основную цель выполнения работы (повышение технического уровня, функциональности, потребительские свойства и др.), решаемые задачи, обеспечивающие достижение основной цели и т. д.*

### 5. Технические требования.

#### 5.1. Состав продукции.

*Указать наименование, количество и назначение составных частей изделия, входящих в его состав и имеющих самостоятельные документы на поставку.*

#### 5.2. Конструктивные требования.

*Указать габаритные, установочные размеры изделия и его частей, их массу; способы защиты от атмосферных воздействий; требования к защите и исключению помех; требования к размещению органов управления, индикации и настройки; виды защитных покрытий и т. д.*

#### 5.3. Требования стойкости к внешним воздействиям.

*Указать требования стойкости к внешним воздействиям для определенных условий эксплуатации.*

#### 5.4. Требования к надежности.

*Указать требования к длительности эксплуатации, срок жизненного цикла; требования к ремонтпригодности, техническому обслуживанию.*

#### 5.5. Требования к технологичности.

*Указать требования по обеспечению изготовления и сборки изделия высокопроизводительными способами; доступности и экономической целесообразности применяемых материалов.*

#### 5.6. Требования эргономики.

*Указать требования, обеспечивающие удобство эксплуатации и снижающие воздействия на оператора.*

5.7. Условия эксплуатации, требования к техническому обслуживанию и ремонту (при необходимости).

*Указать условия, при которых должна обеспечиваться работоспособность изделия: допустимое воздействие климатических условий (температуры, влажности, атмосферного давления, агрессивных сред и т. д.), допустимое воздействие механических нагрузок (вибрации, ударных и пр.), требования к обеспечению степени защиты от вредного воздействия окружающей среды и т. п.*

#### 6. Этапы разработки.

*Указать сроки завершения разработки технического задания, разделов пояснительной записки, проведения расчетов элементов конструкции, разработки конструкторской документации.*

7. Порядок контроля и приемки, материалы, предъявляемые по окончании отдельных этапов и работы в целом.

*Перечень конструкторской документации, количество графического материала, сроки завершения разработки и представления курсового проекта к защите.*

Учебное издание

# **КОНСТРУИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ПРИБОРОВ КОНТРОЛЯ**

Учебно-методическое пособие  
по выполнению курсового проекта  
для студентов специальностей  
6-05-0716-03 «Информационно-измерительные приборы и системы»  
(профилизации «Информационно-измерительная техника и технологии»,  
«Информационные системы и технологии  
неразрушающего контроля и диагностики»),  
6-05-0716-02 «Спортивная инженерия» (профилизация  
«Проектирование и производство спортивной техники»)

С о с т а в и т е л ь:  
**САВЁЛОВ** Игорь Николаевич

Редактор *А. С. Быховцова*  
Компьютерная верстка *А. В. Степанкиной*

Подписано в печать 14.01.2025. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Ризография.  
Усл. печ. л. 1,98. Уч.-изд. л. 1,21. Тираж 100. Заказ 947.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя  
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.