



**Министерство образования Республики Беларусь**

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

**Кафедра «Материаловедение в машиностроении»**

**Е. П. Поздняков, Ж. В. Кадолич**

## **ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ  
для студентов специальности 1-36 07 02 «Производство  
изделий на основе трехмерных технологий»  
дневной формы обучения**

**Гомель 2024**

УДК 621.7(075.8)  
ББК 34.5я73  
П29

*Рекомендовано научно-методическим советом  
механико-технологического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого  
(протокол № 5 от 12.12.2023 г.)*

Рецензенты: ведущий инженер-программист – руководитель сектора цифровой трансформации НИОКР отдела вычислительных систем *И. А. Кольцова*;  
проректор по учебной работе ГГТУ им. П. О. Сухого канд. техн. наук,  
доц. *Г. В. Петришин*

**Поздняков, Е. П.**

П29      Дипломное проектирование : учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий» днев. формы обучения / Е. П. Поздняков, Ж. В. Кадолич. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2024. – 36 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Приведены требования по подготовке, оформлению и представлению к защите дипломных проектов.

Для студентов специальности 1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий» дневной формы обучения.

УДК 621.7(075.8)  
ББК 34.5я73

© Учреждение образования «Гомельский  
государственный технический университет  
имени П. О. Сухого», 2024

# 1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Дипломный проект представляет собой самостоятельную работу студента, целью которой являются проектирование изделий в целом и их функционально законченных частей, разработка технологических процессов или проект мероприятий по совершенствованию организации производства изделий посредством аддитивных технологий.

Цель дипломного проектирования – подтверждение студентами квалификационных требований по выбранной специальности.

Задачи дипломного проектирования:

- анализ состояния техники и технико-экономическое обоснование целесообразности разработки новых изделий;
- разработка всех видов конструкторской документации на изделия различного назначения;
- разработка и оптимизация параметров технологических процессов получения изделий конструкционного и технического назначения, товаров народного потребления на основе аддитивных, традиционных и гибридных технологий;
- разработка основного и вспомогательного технологического оборудования, и его элементов;
- инжиниринговый анализ, компьютерное моделирование поведения изделий в процессе эксплуатации и в процессе производства;
- планирование, управление и организационное обеспечение деятельности предприятия для постановки и освоения производства изделий по аддитивным и гибридным технологиям производства;
- проведение научно-исследовательских работ, исследование материалов, изделий и технологий производства, включая субтрактивные и гибридные.

## 2 ПОРЯДОК ПОДГОТОВКИ И ЗАЩИТЫ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

### 2.1 Преддипломная практика

2.1.1 Подготовка тем дипломных проектов и документов для прохождения студентами преддипломной практики

Формулировки **предварительных тем дипломных проектов и закрепление** студентов-дипломников за руководителями дипломных проектов выполняются до даты **приказа университета на предди-**

**пломную практику** (не позднее одной недели до начала преддипломной практики). Примерный перечень тем дипломных проектов представлен в Приложении А.

Руководители преддипломной практики, преимущественно являющиеся и руководителями дипломного проекта, формулируют предварительные темы дипломных проектов на основе анализа современного технико-экономического состояния выбранных ими объектов проектирования. Студенты имеют право предложить тему дипломного проекта, которую может принять или не принять руководитель дипломного проекта по согласованию с заведующим кафедрой. Рекомендуется формировать темы дипломных проектов на основе тем курсовых проектов и работ, выполненных студентом в процессе обучения в университете.

Процедура закрепления студентов за руководителями дипломных проектов выполняется в следующей последовательности:

- в кафедральный **журнал по дипломному проектированию**, находящийся у секретаря кафедры, размещается информация о фамилиях руководителей дипломных проектов, об их предварительных темах дипломных проектов и о количестве закрепленных за ними студентов на дипломное проектирование;

- студенты, ознакомившись с этой информацией, предварительно консультируются с преподавателями о возможности их руководства дипломным проектированием; если желающих студентов к одному и тому же преподавателю больше количества закрепленных за ним студентов, то преподаватель самостоятельно выбирает студентов из числа желающих; если преподаватель остается без необходимого количества студентов, то по решению заведующего кафедрой к нему в руководство распределяются студенты, не записанные к другим преподавателям;

- результат закрепления студентов за руководителями сообщается секретарю кафедры, а секретарь кафедры фиксирует в журнале фамилии студентов, закрепленных за руководителем для формирования приказов на темы дипломных проектов и на преддипломную практику.

Перед началом преддипломной практики ответственный за преддипломную практику централизованно у секретаря кафедры или в отделе практики учебного отдела получает на группу студентов **дневники по практике** и раздает их руководителям преддипломной практики для заполнения. Руководители преддипломной практики за-

полняют дневники, указывая предварительные темы дипломных проектов и программу практики, согласовывают содержание дневников собственной подписью и передают их ответственному по преддипломной практике, который, в свою очередь, согласовывает дневники в деканате и заверяет подпись декана печатью деканата, получает у секретаря кафедры **бланки договоров на оплату руководителям преддипломной практики от предприятий.**

### 2.1.2 Организационное собрание перед преддипломной практикой

Организационное собрание по преддипломной практике проводит ответственный за преддипломную практику. На собрании должны присутствовать студенты и руководители преддипломной практики. Студентам сообщаются основные требования к преддипломной практике и дипломному проектированию, порядок их выполнения. **Инструктаж по технике безопасности** при прохождении практики на предприятии проводит ответственное лицо за выполнение правил охраны труда и пожарной безопасности на практике, утвержденное приказом на преддипломную практику. Проведение инструктажа фиксируется подписями студентов в кафедральном **журнале регистрации инструктажей студентов**, находящемся у секретаря кафедры. Ответственный за преддипломную практику выдает студентам заполненные дневники на практику и бланки договоров на оплату руководителям преддипломной практики от предприятий.

### 2.1.3 Прохождение преддипломной практики и оформление документов

При прохождении преддипломной практики студенты обязаны выполнить программу практики, заполнить все разделы дневника по практике, составить и оформить отчет по преддипломной практике, получить отзыв руководителя практики от предприятия и подписать у него заполненный дневник и отчет по практике, заверив их печатями отдела кадров или учебного центра предприятия, а также получить у руководителя практики от предприятия заполненный им договор на оплату (по желанию руководителя практики от предприятия) и передать его секретарю кафедры или ответственному по практике не позднее двух недель после начала практики для дальнейшего оформления со стороны университета. Руководители преддипломной прак-

тики от университета обязаны контролировать ход выполнения программы практики в части подбора материалов по теме дипломного проекта и оформления **отчета по преддипломной практике**. Отчеты по преддипломной практике должны соответствовать программе преддипломной практики и быть оформлены в соответствии с требованиями, указанными в учебных программах по преддипломной практике.

#### 2.1.4 Защита отчетов по преддипломной практике

Перед защитой преддипломной практики распоряжением кафедры назначается **комиссия и председатель комиссии по защите преддипломной практики**. В состав комиссии входят: председатель, члены комиссии, преимущественно являющихся руководителями дипломных проектов, ответственный за преддипломную практику. На комиссионную защиту преддипломной практики студенты предоставляют отчеты по преддипломной практике. На защите, кроме членов комиссии, должны присутствовать руководители преддипломной практики и дипломных проектов. Ответственный за преддипломную практику контролирует экзаменационные ведомости по практике (получает и сдает их в деканат), передает секретарю кафедры договора на оплату руководителям преддипломной практики от предприятий для дальнейшей передачи в учебный отдел. Руководители проектов формулируют **окончательные темы дипломных проектов** с учетом замечаний комиссии и вносят формулировки в кафедральный журнал тем дипломных проектов для формирования **приказа на темы дипломных проектов**.

#### 2.2 Государственный экзамен

В соответствии с «Правилами проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования», утвержденными Постановлением Министерства образования РБ 13.10.2023 г. № 319:

– к государственному экзамену допускаются студенты, не имеющие академических задолженностей, т.е. полностью выполнившие учебные планы, учебные программы, программы практики (в том числе преддипломной);

– расписание государственных экзаменов по представлению декана факультета утверждается ректором университета не позднее чем за месяц до начала экзамена;

– для подготовки студентов к сдаче государственного экзамена кафедра организует чтение обзорных лекций и проводит групповые консультации;

– подготовку расписания обзорных лекций и организацию работы государственной экзаменационной комиссии проводит **секретарь государственной экзаменационной комиссии**;

форма проведения государственного экзамена письменнорустная.

## **2.3. Дипломное проектирование**

### 2.3.1 Подготовка дипломного проекта к защите в Государственной экзаменационной комиссии

В соответствии с «Правилами проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования», утвержденными Постановлением Министерства образования РБ от 13.10.2023 г. № 319:

- к дипломному проектированию допускаются студенты, полностью выполнившие учебные планы, учебные программы, программы практики (в том числе преддипломной), сдавшие государственный экзамен (при его наличии в учебном плане);

- перед началом дипломного проектирования окончательные темы дипломных проектов, записанные в кафедральный журнал, оформляются приказом и утверждаются ректором университета; руководители дипломных проектов составляют и выдают студентам **задание на дипломное проектирование**, где указывают тему, исходные данные к дипломному проекту, содержание расчетно-пояснительной записки и графической части проекта, сроки выполнения, примерный календарный график выполнения дипломного проекта и консультантов по разделам проекта; последовательность подписания задания: руководитель проекта, заведующий кафедрой, студент; копию подписанного задания на дипломный проект руководитель проекта передает секретарю кафедры для хранения на кафедре;

- общее руководство дипломным проектированием, заключающееся в контроле качества и своевременности выполнения студентами задания на дипломное проектирование и в консультировании глав основной части дипломного проекта, связанных с обрабатываемым

материалом, технологией, инструментом, оборудованием **осуществляет руководитель дипломного проекта**, в отдельных случаях руководство дипломным проектом и консультирование по основной части проекта осуществляется разными преподавателями; руководитель проекта подтверждает своей подписью соответствие проекта на пояснительной записке, графической части проекта и в отзыве.

- **консультанты** по главам дипломного проекта «Охрана труда» и «Технико-экономическое обоснование» обеспечивают качественную подготовку соответствующих глав, проверяют их и подтверждают своей подписью на первых листах глав и на титульном листе дипломного проекта и на соответствующих листах графической части проекта;

- **нормоконтролер** контролирует соответствие оформления дипломного проекта требованиям настоящей инструкции; нормоконтролер проверяет соответствие и подписывает дипломный проект после того, как проект подписан в последовательности: студент, консультанты по главам и руководитель проекта;

- дипломный проект студент представляет руководителю дипломного проекта для составления на него отзыва.

- с целью решения вопроса о возможности **допуска** студентов к защите дипломных проектов **не позднее двух недель до защиты** студенты представляют заведующему кафедрой свои законченные дипломные проекты, подписанные студентами, консультантами и руководителями проектов, а также отзывы руководителей на дипломные проекты; для решения вопроса о допуске на кафедре может создаваться **рабочая комиссия**, которая определяет соответствие дипломных проектов заданию и требуемому объему выполнения, заслушивает сообщения по дипломному проекту студентов и их руководителей; членами рабочей комиссии являются руководители дипломных проектов и заведующий кафедрой, председателя комиссии назначает заведующий кафедрой;

- допуском студентов на рецензию и защиту дипломных проектов является подпись заведующего кафедрой на титульных листах пояснительных записок к дипломным проектам;

- **если** заведующий кафедрой и рабочая комиссия установили **несоответствие** дипломных проектов отдельных студентов заданию и требуемому объему выполнения, вопрос о допуске таких студентов к защите дипломных проектов рассматривается на заседании кафедры с участием руководителей дипломных проектов; при отрицательном заключении кафедры выписка из протокола заседания кафедры с за-

ключением о невозможности допуска студентов к защите дипломных проектов представляется декану факультета, который, в свою очередь, передает ее на утверждение ректору, после чего студенты информируются о том, что они не допускаются к защите дипломных проектов; решение вопроса о повторной защите дипломного проекта принимается в установленном порядке;

- дипломные проекты, допущенные кафедрой к защите, направляются заведующим кафедрой на рецензию; сопровождающие документы направление на рецензию и памятку рецензенту студент получает у секретаря ГЭК; секретарь ГЭК получает формы документов рецензии и памятки рецензенту у секретаря кафедры; рецензенты дипломных проектов утверждаются деканом факультета по представлению заведующего кафедрой не позднее одного месяца до защиты дипломных проектов.

**В рецензии** должны быть отмечены:

- актуальность темы дипломного проекта;
- степень соответствия дипломного проекта заданию;
- логичность построения материала;
- полнота и последовательность критического обзора и анализа литературы по теме дипломного проекта;
- полнота описания методики расчета или проведенных исследований, изложения собственных расчетных, теоретических и экспериментальных результатов, отметка достоверности полученных выражений и данных;
- наличие аргументированных выводов по результатам дипломного проекта;
- практическая значимость дипломного проекта, возможность использования полученных результатов;
- недостатки и слабые стороны дипломного проекта;
- замечания по оформлению пояснительной записки к дипломному проекту и стилю изложения материала.

Студенты должны быть ознакомлены с рецензией не менее чем за сутки до защиты. Студенты, получившие рецензию на дипломный проект, представляют его к защите в Государственную экзаменационную комиссию по защите дипломных проектов.

### 2.3.2 Порядок защиты дипломного проекта

Порядок защиты дипломного проекта определяется «Правилами проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования»,

утвержденными Постановлением Министерства образования РБ 13.10.2023 г. № 319.

До начала защиты дипломного проекта секретарю ГЭК представляются:

– дипломный проект, включающий пояснительную записку и графическую часть на бумажном носителе; по решению кафедры графическая часть может дополнительно представляться в виде электронной презентации;

– 2-й экземпляр реферата;

– отзыв руководителя дипломного проекта;

– рецензия специалиста, рецензировавшего дипломный проект.

В ГЭК могут предоставляться и другие материалы, характеризующие научную и практическую значимость выполненного дипломного проекта, перечень публикаций и изобретений обучающегося, характеристика его участия в научной, организационной, общественной и других видах работ, не предусмотренных учебными планами. Отсутствие таких материалов не является основанием для снижения отметки, выставляемой по результатам защиты дипломного проекта.

Защита дипломного проекта проводится на открытом заседании ГЭК с участием председателя комиссии и не менее половины ее состава. Лица, присутствующие на защите дипломного проекта и не являющиеся членами ГЭК, не могут задавать вопросы студентам и влиять на ход защиты.

На защиту одного дипломного проекта отводится не более 30 минут. Процедура защиты дипломного проекта устанавливается председателем ГЭК и включает доклад студента (не более 10 минут), чтение отзыва руководителя и рецензии, вопросы членов комиссии и ответы студента. При имеющихся замечаниях рецензента студент должен ответить на них. Кроме этого могут быть предусмотрены выступления руководителя дипломного проекта, а также рецензента, если он присутствует на заседании ГЭК.

Защита заканчивается предоставлением студенту заключительного слова, в котором он вправе высказать свое мнение по замечаниям и рекомендациям, сделанным в процессе обсуждения дипломного проекта.

При оценке дипломного проекта учитываются его практическая ценность, содержание доклада и ответы студента на вопросы, отзыв руководителя дипломного проекта и рецензия.

После успешной защиты дипломного проекта студенты сдают в архив кафедры отчет по преддипломной практике, дипломный проект на бумажном носителе, подписывают и сдают секретарю ГЭК обходной лист для возможности отчисления из университета по причине успешного завершения образования. Студенты, своевременно оформившие обходной лист, получают возможность участия в церемонии торжественного вручения дипломов о высшем образовании от руководства факультета и университета.

### **3 ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРЕ И ОФОРМЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ**

#### **3.1 Требования к структуре пояснительной записки**

Пояснительная записка должна иметь следующие структурные элементы:

- Титульный лист (Приложение Б);
- Задание на дипломный проект (Приложение В);
- Реферат, оформленный по требованиям;
- Содержание, включающее наименования разделов, подразделов и пунктов пояснительной записки с указанием номеров страниц;
- Введение, содержащее краткое описание объекта проектирования, области его использования или применения, актуальность, цель и задачи дипломного проектирования;
- Главы основной части; количество и заголовки глав определяются руководителем дипломного проекта в задании на дипломный проект; основная часть может содержать главы технологические, конструкторские, организационно-планировочные, материаловедческие, исследовательские и другие;
- Глава «Охрана труда», содержащая требования охраны труда и окружающей среды, техники безопасности при эксплуатации разработанного или усовершенствованного объекта;
- Глава «Технико-экономическое обоснование», содержащая экономическое обоснование принятого решения, определение экономической эффективности проекта;
- Заключение, содержащее основные выводы по результатам проектирования, представленных в главах проекта;
- Список использованных источников, включающий библиографические описания изученных книг, статей в журналах, нормативных документов, интернет-источников и др.;

– Приложения, содержащие технологические, конструкторские, расчетные, графические и иные документы, спецификации графической части проекта, ведомость дипломного проекта.

Общее количество листов пояснительной записки (включая листы приложения) – не менее 70 листов формата А4.

### 3.2 Требования к оформлению пояснительной записки

Названия, последовательность изложения и объем разделов пояснительной записки уточняются в задании по дипломному проектированию.

Техническая и технологическая информация пояснительной записки должна иллюстрироваться схемами, поясняющими изображениями.

**Пояснительная записка** дипломного проекта должна быть составлена текстом технического стиля и **оформлена в соответствии с настоящей инструкцией.**

Пояснительная записка оформляется печатным способом с использованием компьютерных печатающих устройств вывода (принтеров) на листах писчей нелинованной бумаги формата А4 с одной стороны листа.

Каждый лист пояснительной записки, за исключением листа задания на дипломный проект и листов приложений, не относящихся к ведомости и спецификациям к чертежам графической части, должен иметь рамку со следующими параметрами: отступ слева от края листа 20 мм, отступы справа, сверху и снизу 5 мм.

Листы с рамками должны иметь основную надпись по форме 2 (рисунок 1) или 2а (рисунок 2) в соответствии с ГОСТ 2.104-2006. Для удобства оформления проекта рекомендуется оформлять рамку и основную надпись с использованием колонтитулов компьютерного текстового редактора.

					(2)			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	(1)	Лит.	Лист	Листов
Разраб						1	(3)	(4)
Пров.						(5)		
Рук. пр.								
Н. контр.								
Утв.								

Рисунок 1 – Основная надпись пояснительной записки (форма 2)



листе и листе задания. Первый лист записки – титульный лист. Второй – лист задания на дипломный проект, форма листа задания имеет двустороннюю печать, количество листов – один. Реферат – третий лист записки, должен иметь объем не более одного листа. Содержание – четвертый лист записки. Остальные листы имеют последующую сквозную нумерацию. Последним нумеруемым листом проекта является первый лист приложения. На документах приложений номера листов не указываются. Номер первого листа приложения соответствует количеству листов пояснительной записки, он указывается на титульном листе пояснительной записки и в реферате.

Главы основной части, глава «Охрана труда», глава «Технико-экономическое обоснование» разделяется на разделы, подразделы. Каждая глава должна начинаться с нового листа. **Главы** должны иметь порядковые **номера**, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные **с абзацного отступа**. Номер раздела состоит из номера главы и раздела, разделенных точкой. После номера раздела точка не ставится. Разделы могут быть разбиты на подразделы. После номера подраздела точка не ставится. Деление подразделов на пункты допускается в исключительных случаях по необходимости.

Главы, разделы и подразделы должны иметь заголовки. Заголовки следует писать с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Заголовки глав и остальных структурных элементов записывают **прописными буквами** и выделяют **полужирным**.

Заголовки разделов выделяют **полужирным**. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. В случае, когда заголовок занимает несколько строк, то вторая и последующая строки записываются с абзацного отступа. Расстояние между заголовком и основным текстом – 1 пустая строка. Заголовки глав, разделов и подразделов отделяются между собой пустыми строками.

Структурные элементы пояснительной записки **“РЕФЕРАТ”**, **“СОДЕРЖАНИЕ”**, **“ВВЕДЕНИЕ”**, **“ЗАКЛЮЧЕНИЕ”**, **“СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ”**, **“ПРИЛОЖЕНИЯ”** не имеют номера и **выравниваются по центру без абзацного отступа**.

*Пример нумерации:*

## **4 ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКИХ НАГРУЗОК С ПРИМЕНЕНИЕМ СРЕДСТВ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ** (глава)

### **4.1 Исследование напряженно-деформированного состояния изделия из исходного материала** (раздел)

#### **4.1.1 Механические и физические характеристики исходного материала** (подраздел)

Текст пояснительной записки должен быть кратким и четким, не допускающим различных толкований. Сокращение слов в тексте не допускается, за исключением разрешенных соответствующими государственными стандартами. Текст излагается от третьего лица в изъявительном наклонении, употребляя глаголы неопределенной формы. Например, «Данные расчетов приводятся...», «В разделе рассматривается...», «Расчет выполняется на основании...». Если в тексте используются научно-технические термины, обозначения и определения, то их применение должно соответствовать стандартам, общепринятым в научно-технической литературе.

Формулы, иллюстрации и таблицы в тексте нумеруются арабскими цифрами сквозной нумерацией в пределах главы. В этом случае номер состоит из номера главы и порядкового номера формулы, иллюстрации или таблицы, разделенных точкой.

**Формулы** используются для демонстрации расчетов технических и экономических параметров.

Уравнения и формулы следует выделять в тексте в отдельные строки, причем выше и ниже каждой формулы должна быть оставлена одна свободная строка. В случаях, когда формула не помещается в одну строку, ее следует переносить на новую после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (-), умножения (x), деления (:), при этом знак в начале следующей строки повторяют.

Формула размещается по центру строки. Номер формулы записывается на уровне формулы справа в круглых скобках с выравниванием по правой границе текста. Ссылки в тексте на порядковые номера формул даются также в круглых скобках, например, «...для расчета параметра используется формула (1.16) ...», «...параметр конструкции, рассчитанный по формуле (2.6), соответствует...». После формулы

ставится запятая и через одну пустую строку пишутся пояснения символов и числовых коэффициентов.

Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения символов и числовых коэффициентов не приводятся, если они пояснялись в тексте до записи формулы. Пояснение каждого символа следует размещать с новой строки с абзацного отступа в той последовательности, в которой символы приведены в формуле, с указанием размерности (при необходимости). Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без абзацного отступа и без двоеточия после него.

Греческие и кириллические символы в формулах пишутся прямым текстом, латинские символы пишутся курсивом.

Размер шрифта основных символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, равен 14 пунктов. Нижние или верхние индексы имеют размер шрифта 8 пунктов. Требуемый размер верхних и нижних индексов соответствует настройке редактора формул по умолчанию при установке размера основного символа 14 пунктов.

Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, разделяют запятой или точкой с запятой. Формулы, не имеющие пояснений, должны заканчиваться точкой.

Примеры оформления формулы:

В этом случае условие прочности заклепки имеет вид:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{4F}{\pi d^2 Z I} \leq [\tau]_{\text{ср}}, \quad (4.2)$$

где  $F$  – срезающая сила, Н;

$d$  – диаметр заклепки, мм;

$Z$  – количество заклепок;

$I$  – число плоскостей среза;

$[\tau]_{\text{ср}}$  – допускаемое напряжение среза, Н/мм<sup>2</sup>.

Расчеты производятся в международной системе единиц СИ.

При написании значений величин применяются обозначения единиц измерения буквами или специальными знаками (...°, ...', ...") Буквенные обозначения единиц необходимо выполнять прямым шрифтом. В обозначениях единиц точка не ставится. Обозначения единиц помещаются за числовыми значениями величин в строку с ними (без переноса на следующую строку). Не допускается помещать обозначения единиц в одной строке с формулами.

Между последней цифрой числа и обозначением единицы составляется пробел, например, 100 кВт, 80 %, 20 °С, за исключением обозначения единиц в виде специального знака, размещенного над строкой, например, 20°, 5°40'60".

При указании диапазонов числовых значений величины, выраженных в одних и тех же единицах, обозначение единицы указывают за последним числовым значением диапазона, за исключением знаков: %, °С, ...°. Например: диапазон температуры 560 °С...879 °С; диапазон скорости 12...98 м/с; угол конуса 6°...7°30'; расстояние между гранями 10...11 мм, усилие деформации 145...162 Н.

**Иллюстрации** (рисунки, графики, схемы, диаграммы, фотоснимки и т.д.) должны быть выполнены с помощью компьютерного графического редактора. Во всей пояснительной записке следует соблюдать единообразие исполнения иллюстраций и их оформления, единообразие принятых условных обозначений, всех надписей, размеров и выносных линий.

Иллюстрации следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице, выделяя их в тексте свободными строками. Иллюстрации должны быть расположены так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке. Иллюстрации должны иметь наименование (название) и пояснительные данные (подрисуночный текст). Иллюстрации обозначаются словом «Рисунок», которое вместе с номером и наименованием рисунка помещают без абзачного отступа перед пояснительными данными и располагают по центру страницы так, как представлено на рисунке 3.

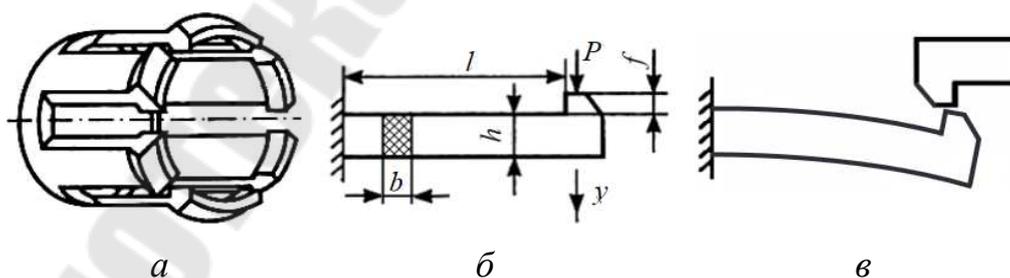


Рисунок 3.21 – Конструкция замкового соединения со спружиненными крючками: *а* – деталь с удлиненными разрезами; *б* – спружиненный крючок до сборки; *в* – спружиненный крючок при сборке

Рисунок 3 – Пример оформления иллюстрации

После наименования иллюстрации точка не ставится, не допускается перенос слов в наименовании иллюстрации. На все иллюстрации должны быть ссылки в тексте пояснительной записки, первая ссылка на иллюстрацию размещается в тексте перед ее изображением. При ссылках на иллюстрации следует писать, например: «... в соответствии с рисунком 2.10 пресс выполняет...», «... привод главного вала 5 (рисунок 2.10) состоит из...».

**Таблицы** применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей.

Таблица состоит из элементов, которые показаны на рисунке 4.

Таблица 1 – Результаты исследования напряженно-деформированного состояния



Рисунок 4 – Форма таблицы

Размещение в тексте и нумерация таблиц в целом аналогичны иллюстрациям и формулам. Однако, есть некоторые различия.

Таблица размещается с выравниванием по центру текста. Предпочтительно выбирать ширину таблицы на уровне ширины текста. Между основным текстом и таблицей одна пустая строка. Заголовок состоит из слова «Таблица», порядкового номера и названия таблицы, например, «Таблица 3.19 – Техничко-экономические показатели». Слово «Таблица» должно располагаться на уровне левой границы таблицы. Название таблицы ограничивается правой границей текста. Если заголовок переходит на последующие строки, то они также начинаются на уровне левой границы таблицы. Между заголовком и таблицей нет пустой строки.

При переносе части таблицы на другие страницы название помещают только над ее первой частью. При этом на последующих час-

тах таблицы ее головку заменяют соответствующими номерами граф в виде арабских цифр. В этом случае также нумеруют арабскими цифрами графы первой части таблицы.

Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной ее части. Таблицы слева, справа и снизу, как правило, ограничивают линиями. Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается, а также разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями. При необходимости нумерации показателей их порядковые номера следует указывать в первой графе таблицы непосредственно перед их наименованием без точки после номера. Перед числовыми значениями величин и обозначениями типов, марок и т.п. порядковые номера не проставляют.

В таблице должны быть указаны обозначения единиц измерения всех приводимых физических величин.

На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера, например, «... результаты расчетов параметров процесса приведены в таблице 1.14», «... анализ результатов расчетов параметров процесса (таблица 1.14) показывает, что ...».

**Список использованных источников**, анализированных при выполнении проекта, приводят в соответствующем разделе пояснительной записки в последовательности появления на них ссылок в тексте. Сведения об источниках, включенных в список, необходимо давать в соответствии с ГОСТ 7.1-2024 «Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления».

Ссылки на использованные источники в тексте пояснительной записки следует приводить в квадратных скобках, указывая порядковый номер источника в списке использованных источников, например, «...согласно [1] данная математическая модель считается линейной».

Приведенные в пояснительной записке формулы, коэффициенты, нормативные величины преимущественно сопровождаются ссылками на использованный источник. Для исключения ссылок на каждую формулу, коэффициент, нормативную величину предпочтительно использовать ссылку на использованный источник с методикой расчета или анализа.

Сведения об источниках в списке использованных источников следует нумеровать арабскими цифрами с точкой и печатать с абзацного отступа. Некоторые примеры описания источников в списке использованных источников представлены в таблице 1. Описание методических указаний осуществляется по тем же правилам.

Таблица 1 – Примеры описания источников в списке использованных источников

Характеристика источника	Образец описания источника
1	2
Книга с одним автором	Дробышевский, Н.П. Ревизия и аудит: учеб.-метод. пособие / Н.П. Дробышевский. - Минск: Амолфея, 2013. - 415 с.
Книга с количеством авторов до трех включительно	Кузелин, М.О. Современные семейства ПЛИС фирмы XШ: справ. пособие / М.О. Кузелин, Д.А. Кнышев, В.Ю. Зотов. - М.: Горячая линия-Телеком, 2004. - 440 с.
Книга с количеством авторов, большим трех	Технические средства диагностирования: справочник / В.В. Ключев [и др.] . - М.: Машиностроение, 1989. - 672 с.
Книга на иностранном языке	Gawronsky, Z. Technological top layer in the gears and cam mechanism / Z. Gawronsky. – Lodz University of Technology, 2006. – 168 p.
Многотомное издание	Проектирование самотестируемых СБИС: монография. В 2 т. / редкол.: В.Н. Ярмолик [и др.]. - Минск: БГУИР, 2001.
Один из томов многотомного издания	Микропроцессоры и микропроцессорные комплекты интегральных микросхем: справочник. В 2 т. / под ред. В.А. Шахнова. - М.: Радио и связь, 1988. - Т.1. - 368 с.
Статья в периодическом издании	Берски, Д. Набор ЭСЛ-микросхем для быстродействующего Ш8С-процессора / Д. Берски // Электроника. - 1989. - № 12. - с. 21-25.
Статья в сборнике	Аксенов, О.Ю. Методика формирования обучающих выборок для распознающей системы / О.Ю. Аксенов // VI Всероссийская науч.-техн. конференция «Нейроинформатика-2004»: сб. науч. тр. в 2 ч. / отв. ред. О.А. Мишулина. - М.: МИФИ, 2004. - с. 215-222.

Окончание таблицы 1

Электронный ресурс удаленного доступа	Лашнев, М.М. Оптимизация технологических факторов вакуумной нитроцементации комплексно-легированной стали / М.М. Лашнев, М.Ю. Семенов, А.Е. Смирнов // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-tehnologicheskikh-faktorov-vakuumnoy-nitrotsementatsii-kompleksno-legirovannoy-stali">http://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-tehnologicheskikh-faktorov-vakuumnoy-nitrotsementatsii-kompleksno-legirovannoy-stali</a> . – Дата обращения: 15.12.2016.
Государственный стандарт	Промышленные каталоги. Общие требования: ГОСТ 7.22-2003. - Взамен ГОСТ 7.22-80; введ. РБ 01.07.04. - Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2004. - 3 с.

*Приложения* содержат материалы, дополняющие текст документа. Приложениями могут быть, технологические процессы, технологические карты, технические акты, графический материал, расчеты, таблицы, графики и другие документы, на которые имеются ссылки в основном тексте пояснительной записки.

Приложения отделяются от текста записки листом с рамкой и основной надписью формы 2а, в середине листа написано слово «**ПРИЛОЖЕНИЯ**». Так оформляется первый лист приложений. Каждое приложение следует начинать с нового листа. Преимущественно приложения не нумеруются, дополнительные надписи на документы не нумеруемого приложения не наносятся. Документы приложения должны иметь названия, являющиеся идентификаторами этих материалов в пояснительной записке. Приложения, не относящиеся к ведомости дипломного проекта и спецификациям, могут нумероваться при необходимости дополнительной идентификации. Если используются нумеруемые приложения, то на первых листах нумеруемых приложений в верхнем колонтитуле с выравниванием по правой границе текста размещается надпись “Приложение А”, “Приложение Б” и т.д. Подрисуночная подпись в приложении обозначается Приложение В №, а далее через дефис название рисунка с прописной буквы. № - номер рисунка по порядку и обозначается арабскими цифрами. Напри-

мер, в приложении А рисунок 3 обозначается «Рисунок А3 – Результаты напряженно-деформированного состояния корпуса из предлагаемого сплава».

В реферате указывается количество документов, находящихся в приложении. В главах проекта ссылки на документы приложения приводятся в соответствии с названием документа с указанием слова “Приложение А”, например: «Внедрение в производство разработанной установки подтверждено актом внедрения (Приложение А)», «Для изготовления детали разработан технологический процесс (Приложения)», «Используемая на предприятии технологическая карта представлена в Приложениях», “Разработанная методика (Приложение А) принята к использованию на...”.

**Технологическая документация** в проекте должна быть разработана и оформлена на основе действующих стандартов ЕСТД. Текст выполняется тем же способом, что и пояснительная записка. Формы и правила оформления документов общего назначения - по ГОСТ 3.1105-2011 «ЕСТД. Формы и правила оформления документов общего назначения». Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы - по ГОСТ 3.1119-83 «Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы».

**Ссылки на все чертежи** должны присутствовать в тексте пояснительной записки. Ссылка в пояснительной записке на чертеж представляет собой шифр этого чертежа. Пояснительная записка описывает и интерпретирует материал графической части проекта. Поэтому в тексте пояснительной записки проекта связь с графической частью проекта выражается в указании ссылок на чертежи по тексту записки, например: «Результаты исследования напряженно-деформированного состояния корпуса подшипника приведены в Приложении А, чертеж ДП 0047.01.01.000)», «Анализ итоговых технико-экономических показателей проекта представлены в Приложении Е, чертеж ДП 3251.06.00.000 ТБ. Ссылка на каждый чертеж графической части проекта применяются в тексте пояснительной записке один раз при первом упоминании содержания чертежа.

#### **4 ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВЛЕНИЮ РЕФЕРАТА, ВВЕДЕНИЯ, ЗАКЛЮЧЕНИЯ**

**Реферат** (Приложение Г) начинается с указания объема пояснительной записки, количества иллюстраций и таблиц, количества ис-

пользованных источников и приложений. Сведения об общем количестве иллюстраций дополняются данными об их характере (схемы, графики, фотографии и т. д.).

Затем располагается перечень ключевых слов. Ключевыми словами являются слова или словосочетания из текста пояснительной записки, которые несут существенную смысловую нагрузку с точки зрения информационного поиска. Перечень включает от 5 до 15 ключевых слов (словосочетаний), написанных прописными буквами в строку, через запятые в именительном падеже.

Текст реферата должен отражать: объект и предмет проектирования, цель проектирования, основные результаты, область применения результатов. Текст реферата должен содержать краткую суть имеющегося материала в пояснительной записке и не выходить за рамки пояснительной записки. Объем текста реферата не более 1 страницы. Пример оформления реферата приведен в Приложениях Г, Д.

Рекомендуемое содержание структурного элемента записки **“ВВЕДЕНИЕ”**:

- Область производства и краткая характеристика предприятия, для которого разрабатывается проект.

- Назначение изделия (детали, материала) проекта.

- Формулировка основной проблемы, которая следует из темы проекта.

- Краткая характеристика актуальности и степени изученности проблемы.

- Формулировка основных путей решения проблемы.

- Определение объекта и предмета проектирования. Объект проектирования - укрупненный основной элемент проекта. Предмет проектирования - часть объекта проектирования, соответствует техническому решению, определяющему экономическую эффективность проекта. Примеры: объект – корпус подшипника, предмет - конструкция корпуса подшипника

- Цель проектирования, направленная на решение основной проблемы в рамках задания на дипломное проектирование;

- Задачи проектирования - краткое и обобщенное описание работ, приведенных в главах задания на дипломное проектирование, направленное на достижение цели проектирования.

Объем структурного элемента записки «Введение» 2...3 листа.

В структурном элементе записки **«ЗАКЛЮЧЕНИЕ»** приводятся выводы по результатам проектирования, приведенным в главах ос-

новой части проекта, в главах «Охрана труда» и «Техно-экономическое обоснование». Результат проектирования - укрупненный перечень проделанных работ (расчитано..., получено..., разработано..., определено..., установлено..., выявлено...). Вывод дополняет результат анализом возможности осуществления проектных решений, сравнением проектного результата с исходным уровнем, рекомендациями по дальнейшему использованию полученных результатов.

Объем структурного элемента записки «Заключение» составляет не менее 2 листов.

## **5 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

Графическая часть дипломного проекта должна соответствовать заданию и оформляться на основе требований ЕСКД печатным способом с использованием компьютерных печатающих устройств вывода (принтеров) преимущественно на листах основного формата чертежей А1. Допустимо при необходимости использование основных форматов чертежей А0, А2, А3, А4 и дополнительных форматов чертежей. Чертежи на листах размеров менее основного формата А1 требуются размещать без разрезания на листах формата А1. Количество листов графической части дипломного проекта в расчете на формат А1 - 6-10 листов.

Текстовые надписи, размещенные на документах графической части, должны быть выполнены в соответствии с ГОСТ 2.304-81 «ЕСКД. Шрифты чертежные» шрифтом *ГОТ Type A* с наклоном 15° высотой не менее 5 мм.

В графическую часть проекта входят спецификации, чертежи, схемы, таблицы и другие конструкторские документы, шифр и определение которых в соответствии с ГОСТ 2.102-2013 приведены в таблице 2.

Каждый конструкторский документ графической части должен быть снабжен основной надписью, выполненной в соответствии с ГОСТ 2.104-2006 и расположенной в правом нижнем углу формата. При выполнении конструкторского документа на нескольких листах - на первом листе выполняется основная надпись размерами 55x185 мм, а на последующих - размерами 15x185 мм. При этом на всех листах одного документа указывают одно и то же обозначение. Наименование изделия, записанное в соответствующей графе основной надписи, должно соответствовать принятой терминологии, быть кратким и

записываться в именительном падеже единственного числа. В наименовании, состоящем из нескольких слов, на первом месте помещают имя существительное, например, «Корпус подшипника».

Таблица 2 – Виды конструкторских документов

Вид документа	Код документа	Определение
1	2	3
Чертеж детали	–	Документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля
Электронная модель детали	–	Документ, содержащий электронную параметрическую модель детали и требования к ее изготовлению и контролю
Сборочный чертеж	СБ	Документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля
Электронная модель сборочной единицы	ЭСБ	Документ, содержащий электронную геометрическую модель сборочной единицы, соответствующие электронные геометрические модели составных частей, свойства, характеристики и другие данные, необходимые для сборки (изготовления) и контроля
Чертеж общего вида	ВО	Документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия
Теоретический чертеж	ТЧ	Документ, определяющий геометрическую форму (контур) изделия и координаты расположения составных частей
Габаритный чертеж	ГЧ	Документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами
Упаковочный чертеж	УЧ	Документ, содержащий данные, необходимые для выполнения упаковывания изделия

## Окончание таблицы 2

Схема	по ГОСТ 2.701 - 2008	Документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений основные части изделия и связи между ними
Спецификация	-	Документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта
Пояснительная записка	ПЗ	Документ, содержащий описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических и технико-экономических решений
Таблица	ТБ	Документ, содержащий в зависимости от его назначения соответствующие данные, сведенные в таблицу
<b>Примечание:</b> за основные конструкторские документы принимают: для деталей – чертеж детали и/или электронную модель детали; для сборочных единиц, комплексов и комплектов – спецификацию и/или электронную структуру изделия по ГОСТ 2.053.		

Масштабы изображений на чертежах выбираются в соответствии с ГОСТ 2.302-68 (таблица 3).

Таблица 3 – Масштабы изображений на чертежах

Масштабы уменьшения	1:2; 1:1,25; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000
Масштабы увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

## 6 ТРЕБОВАНИЯ К ШИФРУ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

*Шифр обозначения пояснительной записки:*

ДП ХХХХ.КК.00.000 ПЗ

где ДП – шифр дипломных (Д) проектов (П);

ХХХХ - порядковый номер дипломных проектов кафедры «Материаловедение в машиностроении», например, 0047. Порядковый номер дипломных проектов определяет кафедра;

КК – порядковый номер главы пояснительной записки; номера глав имеют возрастающие значения от 01 и далее; например, 01 -

“Технологическая часть”, 02 - “Конструкторская часть”, 03 - “Охрана труда”, 04 - “Технико-экономическое обоснование”; для не нумеруемых разделов “Реферат”, “Содержание”, “Введение”, “Заключение”, “Список использованных источников”, “Приложения” порядковый номер - 00;

ПЗ – код пояснительной записки.

*Примеры шифров обозначения пояснительной записки:*

ДП 0047.01.00.000 ПЗ – глава № 1 пояснительной записки дипломного проекта № 0047;

ДП 0047.00.00.000 ПЗ - не нумеруемый раздел пояснительной записки дипломного проекта № 0047.

*Шифр обозначения чертежей:*

ДП ХХХ.УУZZVVV КД

где ДП- шифр дипломных (Д) проектов (П);

ХХХХ - порядковый номер дипломного проекта кафедры «Материаловедение в машиностроении», например, 0047;

УУ - порядковый номер чертежа (чертежа общего вида, таблицы, теоретического чертежа, сборочного чертежа или другого вида чертежа), например: **01, 02, 03, 04**.

ZZ - порядковый номер входящего сборочного чертежа или входящего чертежа общего вида, например: **01, 02, 03, 04**; для других видов чертежей (кодов документа) - **00**;

VVV - порядковый номер детали сборочного чертежа, например, **001, 002, 003** и т.д.;

КД - код документа, например, для сборочного чертежа - **СБ**, для таблицы - **ТБ**, для теоретического чертежа - **ТЧ**, для чертежа общего вида – **ВО** (согласно таблицы 2 настоящей инструкции).

*Примеры шифров обозначения чертежей:*

ДП 0047.01.00.000 ВО - чертеж общего вида № 1 для порядкового номера дипломного проекта № 0047;

ДП 0047.03.00.000 ВО - чертеж общего вида № 3 для порядкового номера дипломного проекта № 0047;

ДП 0047.02.00.000 СБ - сборочный чертеж № 2 для порядкового номера дипломного проекта № 0047 (отсутствует чертеж общего вида, включающий изображение этого сборочного чертежа);

ДП 0047.02.14.000 СБ - сборочный чертеж № 14 от сборочного чертежа №2 для порядкового номера дипломного проекта № 0047;

*ДП 0047.01.12.000 СБ* - сборочный чертеж № 12 от чертежа общего вида №1 для порядкового номера дипломного проекта № 0047;

*ДП 0047.03.02.000 ВО* - чертеж общего вида № 2 от чертежа общего вида № 3 для порядкового номера дипломного проекта №0047;

*ДП 0047.02.14.003* - деталь №3 сборочного чертежа № 14 от сборочного чертежа № 2 для порядкового номера дипломного проекта № 0047;

*ДП 0047.03.00.000 СБ* - сборочный чертеж № 3 для порядкового номера дипломного проекта № 0047;

*ДП 0047.03.00.005* - деталь № 5 сборочного чертежа № 3 для порядкового номера дипломного проекта № 0047;

*ДП 0047.02.00.000 ТЧ* - теоретический чертеж № 2 для порядкового номера дипломного проекта № 0047;

*ДП 0047.02.00.000 ТБ* – чертеж таблицы № 2 для порядкового номера дипломного проекта № 0047;

*ДП 0047.03.00.000 ТБ* – чертеж таблицы № 3 для порядкового номера дипломного проекта № 0047;

*ДП 0047.01.00.000 КЗ* - чертеж схемы кинематической принципиальной №1 для порядкового номера дипломного проекта № 0047;

*ДП 0047.02.00.000 С1* - чертеж схемы комбинированной структурной №2 для порядкового номера дипломного проекта № 0047;

*ДП 0047.02.00.000 С7* - чертеж схемы комбинированной расположения №2 для порядкового номера дипломного проекта № 0047;

*ДП 0047.01.02.000 ЭСБ* - электронная модель сборочной единицы 1 -го уровня от чертежа общего вида № 1 для дипломного проекта № 0047.

**ПРИЛОЖЕНИЯ**

\

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

1. Обеспечение требуемых параметров ... (указать параметры и объект) с топологической оптимизацией конструкции ... (указать конструкцию) с помощью принципов 3D-прототипирования
2. Использование возможностей 3D-технологий при создании изделий медицинской техники ... (конкретизировать изделие)
3. Оценка технологичности и топологическая оптимизация конструкции ... (указать конструкцию) посредством применения технологий 3D- прототипирования
4. Создание 3D-модели ... (указать объект) с целью оптимизации конструкции ... (указать конструкцию) по условию прочности при помощи трехмерных технологий
5. Создание 3D-модели, оптимизация конструкции и изготовление прототипа ... (указать объект)
6. Особенности применения полимерных материалов повышенной ... (указать группу свойств ), перерабатываемых по ... (указать аддитивную технологию), для производства элементов ... (указать сферу применения)
7. Модернизация ... (указать объект) с учетом конструктивных особенностей при помощи CAE-систем
8. Усовершенствование конструкции ... (указать конструкцию) с помощью 3D-технологий
9. Модернизация топологии ... (указать объект) путем прототипирования и 3D-технологий
10. Обоснование возможности применения аддитивных технологий для повышения качества ... (указать объект) при изготовлении ... (указать аддитивную технологию)
11. Разработка конструкции ... (указать объект) на основе цифровой модели ... (указать анатомическую часть) человека
12. Топологическая оптимизация конструкции ... (указать объект) с учетом прочностных характеристик посредством CAE-систем
13. Выбор полимерных материалов для деталей ... (указать, какой) техники с возможностью производства по ... (указать аддитивную технологию)
14. Усовершенствование конструкции и разработка алгоритма изготовления ... (указать объект) посредством применения технологии трехмерного прототипирования

15. Использование возможностей трехмерных технологий для ... (указать объект) полимерами и композитами
16. Применение принципов литья и экструзии при изготовлении изделий машиностроительного назначения из полимеров по ... (указать аддитивную технологию)
17. Изготовление детали ... (указать деталь) с использованием технологии ... (указать аддитивную технологию)
18. Исследование ... (описание параметров) композиционных материалов для создания конструкции ... (указать объект) с использованием ... (указать аддитивную технологию)
19. Выбор параметров 3Д-печати для повышения производительности процесса изготовления ... (указать объект) методом ... (указать наименование аддитивного метода)
20. Использование технологий сканирования прототипов ... (указать область применения) для решения инженерных задач
21. Материалы ... (указать наименование материала) для аддитивных технологий в производстве ... (указать область применения)
22. Исследование влияния параметров 3Д-печати на размерную точность изделий ... (указать область их применения)
23. Выбор параметров 3Д-печати для повышения производительности процесса изготовления изделия(-й) ... (конкретизировать) методом ... (указать аддитивный метод)
24. Особенности компьютерного дизайна эндопротеза ... (конкретизировать название).

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени П.О. Сухого**

**Кафедра «Материаловедение в машиностроении»**

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТУ**

Тема: \_\_\_\_\_

Разработал студент группы ТТ-41 \_\_\_\_\_ И.О.Ф  
(подпись)

Консультант по разделу  
«Охрана труда» \_\_\_\_\_ И.О.Ф  
(подпись)

Консультант по разделу «Технико-  
экономическое обоснование» \_\_\_\_\_ И.О.Ф  
(подпись)

Руководитель проекта \_\_\_\_\_ И.О.Ф  
(подпись)

Нормоконтролер \_\_\_\_\_ И.О.Ф  
(подпись)

Дипломный проект допущен к защите в  
Государственной экзаменационной комиссии

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ И.О.Ф  
(подпись)

Объем проекта: Графическая часть \_\_\_ листов формата А1  
Пояснительная записка \_\_\_ листов формата А4

Гомель 20

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени П.О. СУХОГО»

Факультет Механико-технологический  
Кафедра Материаловедение в машиностроении

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (инициалы, фамилия)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### ЗАДАНИЕ НА ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Студенту \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ . гр. \_\_\_\_\_

1. Тема дипломного проекта

---

---

---

Утверждена приказом руководителя учреждения высшего образования от  
\_\_\_\_\_ 20\_\_ № \_\_\_\_\_

2. Исходные данные к дипломному проекту:

---

---

---

3. Перечень подлежащих разработке вопросов или краткое содержание  
расчетно-пояснительной записки:

---

---

---

---

4. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных  
чертежей и графиков):

---

---

---

---

5. Консультанты по проекту (с указанием относящихся к ним разделам проекта):

---

---

6. Календарный график работы над проектом на весь период проектирования (с указанием сроков выполнения и трудоёмкости отдельных этапов):

---

---

7. Дата выдачи задания: « » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Руководитель проекта \_\_\_\_\_  
(подпись) (инициалы, фамилия)

Задание принял к исполнению: « » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Студент \_\_\_\_\_  
(подпись) (инициалы, фамилия)

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

### РЕФЕРАТ

Пояснительная записка: 98 страниц, 47 рисунков, 14 таблиц, 22 источника, 8 приложений, включая 8 листов формата А1.

**РОЖОК СЛУХОВОГО АППАРАТА, 3D-СКАНИРОВАНИЕ, 3D-МОДЕЛЬ, 3D-ТЕХНОЛОГИИ, 3D-ПЕЧАТЬ, СЕБЕСТОИМОСТЬ, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ.**

Объект проектирования: рожок слухового аппарата

Предмет: оптимизация конструкции объекта проектирования с помощью средств компьютерного моделирования.

Цель проектирования: применение 3D-технологии для производства детали «Рожок слухового аппарата» по индивидуальным биометрическим данным.

Основные результаты:

По результатам 3D-сканирования ушной раковины человека создана 3D-модель ушной раковины с учетом индивидуальных особенностей конкретного пациента. Полученные результаты использованы для создания 3D-модели рожка персонифицированного слухового аппарата.

Обоснован выбор SLA-технологии для 3D-печати и фотополимерной смолы в качестве материала.

Оптимизированы параметры 3D-печати полученных моделей с учетом минимального времени печати и расхода пластика.

Выполнена виртуальная печать модели рожков слухового аппарата на SLA-принтере, по итогам которой время печати составило 49 минут при массе изделия 3,6 г.

Выполнен расчет себестоимость рожка слухового аппарата путем 3D-печати, которая составляет 591,74 BYN.

Дипломный проект не вызывает появление дополнительных опасных и вредных производственных факторов в соответствии с требованиями охраны труда.

Область применения результатов: медицина, трехмерные технологии.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

### РЕФЕРАТ

Пояснительная записка: 86 листов, 30 рисунков, 23 таблиц, 20 источников, 9 приложений, вкл. графическую часть – 7 листов формата А1.

**3D-МОДЕЛЬ, ОПТИМИЗАЦИЯ, КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫЙ КОМБАЙН, ЛЕНТА ТРАНСПОРТЕРА, КОРПУС, 3D-ПЕЧАТЬ, РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ, ПРИБЫЛЬ, ОХРАНА ТРУДА, ЭКОЛОГИЯ**

Объект проектирования: корпус ролика ленты транспортера полуприцепного картофелеуборочного комбайна ПКК-2-05.

Предмет: топологическая оптимизация 3D-модели корпуса ролика ленты транспортера полуприцепного картофелеуборочного комбайна ПКК-2-05.

Цель проектирования: изготовление прототипа корпуса ролика ленты транспортера полуприцепного картофелеуборочного комбайна ПКК-2-05 посредством трехмерной печати.

Основные результаты:

Рассмотрены особенности функционирования и производства полуприцепного картофелеуборочного комбайна и корпуса ролика ленты транспортера.

Посредством применения 3D-прототипирования усовершенствована конструкция корпуса ролика ленты транспортера полуприцепного картофелеуборочного комбайна ПКК-2-05, в результате чего масса объекта проектирования была снижена на 20%.

Выполнен расчет количества технологического оборудования для 3D-печати корпуса ролика ленты транспортера полуприцепного картофелеуборочного комбайна ПКК-2-05 (для FDM- и SLS-технологии необходимо 9 принтеров). Расчетные данные по потребности в материалах составили: для FDM-печати необходимо 34 руб, для SLS – 68 руб, численность работающих – по 4 чел, величина инвестиций – 99902,6 руб для FDM-печати и 307287,3 руб для SLS-печати. Также произведено калькулирование себестоимости продукции (при использовании FDM-печати – 122,6 руб, при SLS – 628,98 руб).

Рассмотрена организация охраны труда на ОАО «Гомсельмаш», вкл. технологию производства корпуса ролика ленты транспортера, вопросы пожарной безопасности, а также охрану окружающей среды и водного бассейна. Проведен расчет молниезащиты здания на примере насосного цеха ОАО «Гомсельмаш» и расчет установки для тушения пожара углекислотой в складском помещении ОАО «Гомсельмаш».

Область применения результатов: с/х машиностроение, аддитивное производство.

**Поздняков Евгений Петрович  
Кадолич Жанна Владимировна**

## **ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

**Учебно-методическое пособие  
для студентов специальности 1-36 07 02 «Производство  
изделий на основе трехмерных технологий»  
дневной формы обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку  
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного  
учебно-методического документа 19.12.24.

Пер. № 2Е.  
<http://www.gstu.by>