

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ПРОЦЕССОВ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ.  
ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением  
по аграрному техническому образованию  
в качестве учебно-методического пособия  
для студентов учреждений высшего образования по специальности  
1-74 06 02 «Техническое обеспечение процессов хранения  
и переработки сельскохозяйственной продукции»*

Минск  
БГАТУ  
2023

УДК 664(07)  
ББК 41/42я7  
Т38

Составители:

кандидат технических наук, доцент *А. Б. Торган*,  
кандидат технических наук, доцент *Л. Т. Ткачева*

Рецензенты:

кафедра «Торговое и рекламное оборудование»  
Белорусского национального технического университета  
(кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой *А. И. Ермаков*);  
кандидат технических наук, доцент, начальник отдела продукции из корнеклубнеплодов  
РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию» *Н. Н. Петюшев*

**Техническое** обеспечение процессов хранения и переработки сельскохозяйственной  
Т38 продукции. Дипломное проектирование : учебно-методическое пособие / сост.: А. Б. Торган,  
Л. Т. Ткачева. – Минск : БГАТУ, 2023. – 176 с.  
ISBN 978-985-25-0201-6.

Изложена методика выполнения дипломного проекта, приведены примеры оформления отдельных листов расчетно-пояснительной записки, ее содержания, расчетов и графической части, справочные данные.

Для студентов учреждений высшего образования очной и заочной форм обучения по специальности 1-74 06 02 «Техническое обеспечение процессов хранения и переработки сельскохозяйственной продукции».

**УДК 664(07)**  
**ББК 41/42я7**

ISBN 978-985-25-0201-6

© БГАТУ, 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	5
1 Общие положения .....	6
2 Цели и задачи дипломного проектирования .....	7
3 Тематика дипломного проектирования .....	8
4 Организация дипломного проектирования .....	10
4.1 Задание и календарный план .....	10
4.2 Консультирование и контроль выполнения дипломного проектирования .....	11
4.3 Работа над дипломным проектом .....	12
4.4 Порядок защиты дипломных проектов .....	12
5 Объем, структура и обозначение дипломного проекта .....	16
5.1 Объем проекта .....	16
5.2 Структура дипломного проекта .....	17
5.3 Обозначение проектной документации .....	22
6 Основная часть дипломного проекта .....	24
6.1 Разделы основной части дипломного проекта .....	24
6.2 Содержание основных разделов расчетно-пояснительной записки .....	25
6.2.1 Обоснование темы дипломного проекта .....	25
6.2.2 Технологический процесс производства продукции .....	25
6.2.3 Аналитический обзор и описание конструкции установки .....	27
6.2.4 Расчетная часть .....	28
6.2.5 Монтаж, эксплуатация и ремонт технологического оборудования .....	38
6.2.6 Охрана труда .....	39
6.2.7 Расчет экономической эффективности внедрения проекта в производство .....	62
6.3 Оформление графической части проекта .....	63
7 Оформление дипломного проекта .....	64
7.1 Оформление листов расчетно-пояснительной записки .....	64
7.2 Правила построения текстового материала .....	67
7.3 Изложение текста расчетно-пояснительной записки .....	68
7.3.1 Общие положения .....	68
7.3.2 Формулы .....	70
7.3.3 Построение таблиц .....	72
7.3.4 Оформление иллюстраций .....	75

7.3.5 Ссылки .....	77
7.3.6 Сноски .....	77
7.4 Оформление графической части проекта .....	78
Список использованной литературы .....	87
Приложения .....	95
Приложение А Форма задания на дипломное проектирование .....	96
Приложение Б Форма отзыва руководителя дипломного проекта .....	98
Приложение В Показатели оценки степени овладения инженерным проектированием .....	99
Приложение Г Форма рецензии на дипломный проект .....	102
Приложение Д Форма этикетки на обложке РПЗ и графической части дипломного проекта .....	104
Приложение Е Форма титульного листа РПЗ дипломного проекта .....	105
Приложение Ж Пример оформления ведомости комплекта проектной документации .....	106
Приложение И Пример оформления реферата к дипломному проекту .....	108
Приложение К Пример оформления листа «Оглавление» РПЗ .....	109
Приложение Л Примеры оформления записей использованных источников .....	111
Приложение М Форма и пример выполнения спецификации .....	121
Приложение Н Пример выполнения раздела «Охрана труда» .....	123
Приложение П Пример выполнения раздела «Расчет экономической эффективности внедрения проекта в производство» .....	157
Приложение Р Пример оформления чертежа «Машинно-аппаратурная схема процесса производства продукции» .....	167
Приложение С Пример оформления чертежа «План размещения оборудования в цехе по производству продукции» .....	168
Приложение Т Пример оформления чертежа «Сборочный чертеж» .....	169
Приложение У Пример оформления чертежа «Патентный поиск» .....	171
Приложение Ф Пример оформления чертежа «Рабочие чертежи оборудования» .....	172
Приложение Х Пример оформления чертежа «Модернизация оборудования» .....	173
Приложение Ц Пример оформления чертежа «Детализировка» .....	174
Приложение Ш Пример оформления чертежа «Технико-экономические показатели проекта» .....	177

## Введение

Одной из основных задач, стоящих перед системой образования в соответствии с Государственным образовательным стандартом ОСВО 1-74 06 02-2019 (I ступень), является подготовка специалистов с высоким уровнем теоретических знаний, практических навыков и профессиональных компетенций по охране труда.

Дипломное проектирование является завершающим этапом подготовки инженеров в БГАТУ по специальности 1-74 06 02 «Техническое обеспечение процессов хранения и переработки сельскохозяйственной продукции». Учебно-методическое пособие по дипломному проектированию разработано на основе Государственного образовательного стандарта подготовки специалиста для специальности «Техническое обеспечение процессов хранения и переработки сельскохозяйственной продукции».

В дипломном проекте студент должен показать способность к квалифицированной деятельности на основе системного подхода, уметь ставить цели и формулировать задачи, связанные с реализацией своих профессиональных компетенций. В пособии приводятся вопросы организации дипломного проектирования, структура и содержание отдельных разделов дипломного проекта, а также порядок оформления расчетно-пояснительной записки (РПЗ) и графической части проекта в соответствии с требованиями нормативной документации.

Данное пособие отвечает основным целям и задачам дипломного проектирования – демонстрация студентом применения накопленных знаний, практических навыков и умения пользоваться современными методами исследований, способность разрабатывать организационные мероприятия, выполнять технические и графические работы по хранению и переработке сельскохозяйственной продукции.

Учебно-методическое пособие оформлено в соответствии с требованиями ЕСКД.

## **1 Общие положения**

Учебно-методическое пособие по дипломному проектированию разработано на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-74 06 02-2019 (I ступень), утвержденного приказом Министерства образования Республики Беларусь № 66 от 28.05.2019 по направлению подготовки дипломированных специалистов для специальности 1-74 06 02 «Техническое обеспечение процессов хранения и переработки сельскохозяйственной продукции».

Дипломный проект является квалификационной работой обучающегося, по уровню выполнения и результатом защиты которого Государственная экзаменационная комиссия (ГЭК) осуществляет объективный экспертный контроль степени сформированности профессиональных компетентностей и делает заключение о возможности присвоения обучающемуся, осваивающему содержание образовательной программы высшего образования I ступени, соответствующей квалификации. Дипломное проектирование имеет целью систематизацию, расширение и закрепление теоретических знаний, углубленное изучение одной из отраслей техники, овладение навыками самостоятельного решения инженерных задач.

Выпускная квалификационная работа – дипломный проект (ДП) по специальности «Техническое обеспечение процессов хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» – призвана выявить способность студента на основе полученных знаний самостоятельно решать конкретные практические задачи в области переработки и хранения сельскохозяйственной продукции.

Отличительной особенностью дипломного проекта является самостоятельный, творческий подход к решению актуальных задач в области переработки и хранения сельскохозяйственной продукции.

Дипломный проект является комплексной выпускной работой студента, состоящей из теоретических и (или) экспериментальных исследований, расчетов, чертежей и предусматривающей разработку конкретных технических решений по переработке и хранению сельскохозяйственной продукции.

При работе над проектом студент должен показать умение пользоваться современными методами исследований, способность выполнять технические и экономические расчеты, графические работы, применять передовые достижения науки и техники, используя современную законодательную и нормативную правовую базу, современные компьютерные технологии сбора, хранения и обработки информации, программные продукты.

Дипломное проектирование является завершающим этапом подготовки инженера, на котором выпускник вуза должен проявить максимальную самостоятельность. Студент-дипломник несет ответственность за правильность всех исходных и расчетных данных, за принятые решения и своевременное выполнение дипломного проекта. Руководитель дипломного проекта и консультанты по отдельным разделам после выдачи задания проверяют лишь принципиальную правильность разрабатываемых вопросов и направляют самостоятельную работу студента.

## **2 Цели и задачи дипломного проектирования**

Дипломное проектирование является заключительным этапом обучения студентов в вузе и имеет своей целью:

- систематизацию, закрепление и расширение теоретических и практических знаний по специальности;
- приобретение навыков использования инноваций, обеспечивающих внедрение здоровьесберегающих технологий в реальный сектор производства;
- разработку реального проектно-конструкторского, производственно-технического, научно-исследовательского, организационно-управленческого, эксплуатационного решения в области переработки и хранения сельскохозяйственной продукции;
- применение знаний при решении конкретных задач по повышению эффективности работы оборудования по переработке и хранению сельскохозяйственной продукции;
- применение новых информационных технологий в научно-практической работе;
- выявление степени подготовленности студентов к самостоятельной работе.

Тематика дипломных проектов должна быть связана с решением следующих основных задач:

- модернизация известных моделей технологического оборудования с использованием как унифицированных, так и оригинальных устройств и механизмов, направленная на повышение эффективности работы оборудования;
- создание новых конструкций технологического оборудования для выполнения известных технологических операций, но отличающегося размерными или технологическими параметрами, а также производительностью от серийно выпускаемых моделей;

- создание новых по принципу действия конструкций машин и аппаратов, основанных на использовании современных достижений науки и техники, передового опыта, изобретений и рацпредложений;
- механизация погрузочно-разгрузочных, складских и транспортных, вспомогательных операций с разработкой конструкции отдельных машин и механизмов;
- разработка комплексов машин и поточных линий для производства и фасовки сыпучих, жидких и мелкоштучных продуктов;
- разработка устройств для загрузки и разгрузки оборудования, а также транспортирующих систем с устройствами для переориентации штучных грузов;
- создание экспериментального оборудования, лабораторных установок или стендов и исследование различных процессов пищевых производств с целью получения исходных данных для расчета и разработки новых видов технологического оборудования;
- исследование и испытание существующих машин и аппаратов с целью получения исходных данных для создания нового образца или модернизации существующих машин;
- проектирование нового пищевого предприятия, участка, цеха или реконструкция действующих на основе организации поточной системы производства с широким применением достижений технического прогресса, новаторов производства и научной организации труда;
- разработка монтажной документации при установке технологического оборудования: фундаменты и опорные элементы, подвод электроэнергии, воды, пара, газа, транспортирующих устройств для сырья, полуфабрикатов, готовых изделий и упаковочных материалов;
- проектирование поточно-механизированных линий, отдельной функциональной группы машин (устройств) малой производительности для комплексной переработки сырья;
- разработка машинно-аппаратурной схемы производства нового вида продукта, способа производства с проработкой монтажных проектов основных видов.

### **3 Тематика дипломного проектирования**

Многоплановость и полифункциональность профессиональной деятельности инженера по специальности «Техническое обеспечение процессов хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» определяют тематическое и структурное многообразие выпускных квалификационных работ.



Дипломный проект является продолжением и логическим завершением исследований, начатых в курсовых проектах или работах и в период производственных практик, нашедших отражение в отчетах по практикам.

Ежегодная подготовка тематики дипломного проектирования ведется на базе следующих источников:

- заказ промышленности (предприятий, управлений и т. д.);
- инициативное предложение преподавателей кафедры, которые предварительно знакомятся с планами НИИ, КБ и, кроме того, привлекают студентов к научно-исследовательской работе, проводимой на своих кафедрах;
- предложения самих студентов заочной формы обучения, связанные с вопросами реконструкции предприятий, на которых они работают.

Студентам предоставляется право выбора темы ДП с обоснованием необходимости ее разработки. Закрепление за студентами темы ДП оформляется по представлению кафедры приказом по вузу.

При выборе темы дипломного проекта следует руководствоваться актуальностью проблемы, материалами производственных практик студента, возможностью получения конкретных статистических и производственных данных с предприятия, наличием специальной научной литературы, практической значимостью для конкретного предприятия.

Темы дипломных проектов обсуждаются на заседании кафедры и утверждаются перед дипломным проектированием приказом ректора. В зависимости от сложности объекта дипломного проектирования тема может предусматривать подробную разработку всего объекта в целом или его основных частей.

Тематика дипломных проектов должна быть актуальной с позиций научно-технических задач и реальных потребностей сельскохозяйственного производства в области хранения и переработки сельскохозяйственной продукции и, кроме того, должна соответствовать современному уровню развития науки и техники.

*Примерная тематика дипломных проектов:*

1. Техническое обеспечение производства полутвердых сыров в ОАО «Туровский молочный комбинат» с модернизацией плунжерного гомогенизатора.
2. Техническое обеспечение производства сахара на ОАО «Жабинковский сахарный завод» с модернизацией центрифуги ФПИ-1321К-01.
3. Техническое обеспечение производства фруктового детского питания на ООО «ЛВЛ Эволюшн» с модернизацией гомогенизатора TetraPak 150.
4. Техническое обеспечение производства гранулированного комбикорма в условиях ОАО «Мостовчанка» с модернизацией дробилки молотковой РТС 80.

5. Техническое обеспечение производства сливочного масла в условиях коптыльского филиала ОАО «Слуцкий сыродельный комбинат» с модернизацией маслоизготовителя А1-ОМИ.

6. Техническое обеспечение производства сахара-песка в условиях ОАО «Слуцкий сахарорафинадный комбинат» с модернизацией свеклорезки.

7. Техническое обеспечение производства картофельного крахмала в условиях ОАО «Верховичский крахмальный завод» с модернизацией вибрационной моечной машины ММКВ.

8. Техническое обеспечение производства хлебобулочных изделий в условиях КУП «Минскхлебпром», хлебозавод «Автомат» с модернизацией просеивателя типа «Пионер».

9. Техническое обеспечение производства пшеничного хлеба в условиях Глусского РАЙПО с модернизацией тестомесильной машины А2-ХТ-3Б.

10. Техническое обеспечение производства колбасных изделий в условиях ОАО «Минский мясокомбинат» с модернизацией куттера Laska KR 500-2V.

Выбор темы дипломного проекта и ее утверждение должны быть завершены до начала преддипломной практики. После окончательного выбора темы она утверждается приказом по университету.

## **4. Организация дипломного проектирования**

### **4.1 Задание и календарный план**

Успешное выполнение дипломного проекта во многом зависит от четкого соблюдения установленных сроков и последовательного выполнения отдельных этапов работы.

Руководитель дипломного проекта в соответствии с темой ДП выдает студенту задание на проектирование на бланке установленного образца (по форме приложения А), в котором указывает тему дипломного проекта, исходные данные и перечень материалов, которые должны быть собраны во время преддипломной практики; перечень вопросов, подлежащих разработке в дипломном проекте, и состав графической части. Срок сдачи законченного проекта устанавливается в соответствии с графиком учебного процесса по специальности.

Задание, подписанное руководителем и студентом, утверждается заведующим кафедрой.

Исходными данными к проекту могут быть материалы производственных практик студента, статистическая отчетность предприятий, техническая характеристика разрабатываемого оборудования и т. п.

Получив задание, студент продумывает его и намечает вопросы, которые ему нужно изучить во время практики и собрать исчерпывающие материалы. Все исходные данные для проектирования студент собирает самостоятельно и согласовывает их с руководителем проекта и консультантами. К сбору материалов необходимо отнестись с особой ответственностью, т. к. они являются основой проектирования или исследования и не должны привести к ошибочным результатам. Перед началом проектирования необходимо просмотреть лекционные материалы и литературу по теме проекта, в т. ч. отраслевые журналы. В процессе сбора материал должен подвергаться обработке и систематизации.

Качество дипломного проекта определяется полнотой и качеством собранных материалов, а пробелы в собранном материале выявляются в процессе разработки проекта и требуют дополнительных затрат времени на восполнение недостающих материалов.

## **4.2 Консультирование и контроль выполнения дипломного проектирования**

Руководитель и преподаватели-консультанты устанавливают для студента определенное время консультаций – не реже одного раза в неделю. Раз в неделю студент обязан информировать руководителя о ходе выполнения проекта и систематически отчитываться перед ним о выполнении календарного графика.

Непосредственное руководство работой дипломника возлагается на руководителя, который:

- 1) выдает задание на выполнение выпускной квалификационной работы;
- 2) оказывает студенту помощь в разработке календарного графика на весь период выполнения выпускной квалификационной работы;
- 3) рекомендует студенту необходимую литературу по теме;
- 4) проводит консультации в соответствии с утвержденным графиком;
- 5) систематически контролирует ход работы и информирует кафедру о состоянии дел;
- 6) дает подробный отзыв о законченной выпускной квалификационной работе.

В период дипломного проектирования по усмотрению руководителя проекта могут проводиться (1-2 раза) смотры хода выполнения проектов на кафедре.

В день смотра студент обязан представить на кафедру все выполненные материалы (черновики расчетов, чистовой вариант расчетно-пояснительной записки, чертежи, результаты экспериментов и т. д.).

Ход выполнения дипломного проектирования по каждому студенту и число дней, оставшихся до защиты проекта, отражаются на специальном стенде кафедры.

### **4.3 Работа над дипломным проектом**

Для успешного и качественного выполнения дипломного проекта необходима систематическая работа и четкая дисциплина труда.

Квалификационная работа является самостоятельной творческой работой, поэтому консультант не должен выбирать или подсказывать студенту технические решения, он может ознакомить его с возможными вариантами решений, методами расчета и т. п.

Дипломник является автором проекта, поэтому окончательные решения принимает сам. Однако он должен выполнять указания руководителя о дополнительной проработке определенных вопросов, производстве расчетов в нескольких вариантах по основным заданиям проекта и т. д. За достоверность информации и обоснованность принятых в выпускной квалификационной работе решений ответственность несет дипломник.

Внесение исправлений в расчетно-пояснительную записку ДП по замечаниям руководителя должно осуществляться заменой листов с ошибками или (при незначительных исправлениях) заклеиванием ошибочного текста правильным. Запрещается вносить исправления по замечаниям рецензента.

Проект считается готовым при условии выполнения всех требований, предусмотренных заданием на проектирование и настоящими указаниями. Оформленные расчетно-пояснительная записка и графический материал должны быть предъявлены руководителю проекта за две недели до защиты.

### **4.4 Порядок защиты дипломных проектов**

Законченный дипломный проект, подписанный студентом и консультантами, представляется руководителю, который составляет отзыв.

В отзыве руководителя дипломного проекта должны быть отмечены:

- актуальность темы дипломного проекта;
- объем выполнения задания;

- степень самостоятельности и инициативности студента;
- умение студента пользоваться специальной литературой;
- способности студента к инженерной и исследовательской деятельности;
- возможность использования полученных результатов на практике;
- возможность присвоения выпускнику квалификации инженера соответствующей специальности.

Форма отзыва руководителя представлена в приложении Б.

Дипломный проект, подписанный руководителем, направляется на нормоконтроль, организуемый кафедрой, проходит экспертизу, при необходимости корректируется дипломником и подписывается нормоконтролером.

Дипломный проект предъявляется на нормоконтроль комплектно (графическая часть и расчетно-пояснительная записка), подписанный всеми консультантами.

*Нормоконтролер проверяет:*

- соответствие проекта типовой структуре и техническому заданию;
- наличие всех необходимых разделов дипломного проекта и подписей;
- соответствие обозначения, присвоенного документу (расчетно-пояснительной записке, чертежам), установленной системе обозначений;
- правильность выполнения основной надписи;
- соблюдение требований стандарта на правильность выполнения текстовой части (расчетно-пояснительной записки) дипломного проекта;
- правильность выполнения чертежей в соответствии с требованиями стандарта на правильность выполнения графической части (на форматы, масштабы, изображения, виды, разрезы, сечения, условные изображения конструкторских элементов, условные изображения элементов и т. д.);
- правильность нанесения номеров позиций;
- соблюдение требований к выполнению иллюстраций, таблиц, схем, спецификаций и т. д.

В том случае, если в проекте не выполнено какое-либо из требований, перечисленных выше, дипломный проект возвращается на доработку.

Прошедшие нормоконтроль ДП и отзыв руководителя предоставляются заведующему кафедрой, который решает вопрос о возможности допуска дипломника к защите дипломного проекта.

На кафедре организуется предварительная защита дипломного проекта в рабочей комиссии (комиссиях), созданной (созданных) по распоряжению заведующего кафедрой из преподавателей кафедры. Если рабочая комиссия считает невозможным допустить студента-дипломника к защите в ГЭК, этот вопрос

рассматривается на заседании кафедры в присутствии руководителя дипломного проекта. Выписка из протокола заседания кафедры с решением о недопуске к защите дипломного проекта представляется декану факультета.

Допуск студента к защите подтверждается подписью заведующего кафедрой на титульном листе расчетно-пояснительной записки к дипломному проекту.

При положительном решении рабочей комиссии дипломный проект направляется на рецензирование через деканат факультета.

Рецензенты дипломных проектов утверждаются деканом факультета по представлению заведующего кафедрой за месяц до защиты из числа профессорско-преподавательского состава других кафедр, специалистов производства и научных учреждений, педагогического состава других вузов.

В рецензии должны быть отмечены:

- актуальность темы дипломного проекта;
- степень соответствия дипломного проекта заданию;
- логичность построения расчетно-пояснительной записки;
- полнота и последовательность критического обзора и анализа литературы по теме дипломного проекта;
- полнота описания методики расчета, изложения материала, оценка достоверности полученных результатов;
- наличие аргументированных выводов по результатам дипломного проекта;
- практическая значимость дипломного проекта, возможность использования полученных результатов;
- недостатки и слабые стороны проекта;
- замечания по оформлению материалов дипломного проекта (расчетно-пояснительной записки и чертежей) и по стилю изложения материала;
- оценка дипломного проекта (при десятибалльной шкале оценивания рекомендуется руководствоваться положениями, приведенными в приложении В).

Форма рецензии на дипломный проект представлена в приложении Г.

Студент должен быть ознакомлен с рецензией не менее чем за сутки до защиты дипломного проекта в ГЭК.

После получения положительной рецензии студент-дипломник допускается к защите в ГЭК.

Студент, не выполнивший в срок дипломный проект без уважительных причин, подтвержденных документами, отчисляется из университета за неуспеваемость.

На защиту одного ДП отводится не более 30 мин. Процедура защиты включает доклад студента с использованием информационных технологий, чтение

отзыва руководителя и рецензии, вопросы членов комиссии и ответы дипломника, ответы на замечание рецензента.

При подготовке к защите студент-дипломник должен подготовить ответы на замечания рецензента и составить доклад-сообщение по основным результатам выполненной работы.

В докладе, рассчитанном на 10–15 мин, следует изложить назначение и обоснование темы проекта, ее актуальность и новизну, дать общую характеристику объекта проектирования, раскрыть современное состояние решаемой проблемы и принятые технические решения, обратив особое внимание на их новизну. В докладе должны быть представлены принципы действия и особенности разработанных конструкций оборудования и установок, их систем управления, мероприятия по охране труда и защите окружающей среды, основные технико-экономические показатели.

Графический материал следует использовать в качестве иллюстраций основных положений дипломного проекта.

В заключение сообщения необходимо изложить основные выводы по результатам проведенной работы.

Для иллюстрации доклада студент-дипломник может подготовить презентацию в Microsoft Power Point, в которой дается краткая характеристика работы, раскрываются основные принятые технические решения по проекту, проиллюстрированные графическим материалом, демонстрируются предлагаемые технические решения, приводятся основные выводы по результатам работы.

После окончания доклада присутствующие на защите могут задавать вопросы по теме и содержанию дипломного проекта. Студент-дипломник должен дать четкие исчерпывающие ответы на заданные вопросы. Студент-дипломник должен уметь отстаивать свои решения, ссылаясь на соответствующую нормативную, справочную и научно-техническую литературу.

Члены ГЭК на закрытом заседании принимают решение по оценке дипломного проекта и присвоению студенту-дипломнику соответствующей квалификации инженера, руководствуясь следующими критериями:

- объем знаний (основные нормативные документы, нормы проектирования, технология проектирования, фундаментальные и специальные знания) и их качество (понимание, осознанность, глубина и т. д.), умение применить при разработке проекта;

- использование научной терминологии;

- полнота решения, глубина обоснования и эффективность принятых решений, системность, логическая взаимосвязь всех частей проекта друг с другом

и с более общей задачей (проблемой), завершенность проекта, объем выполненных работ;

- практическая ценность проекта;
- технический уровень проекта, умение применять новейшие достижения науки и техники;
- оригинальность проекта, уровень культуры его выполнения;
- деловые качества: активность, самостоятельность, инициативность, целеустремленность, трудолюбие, умение защищать свою точку зрения, отстаивать решения.

Студент, получивший неудовлетворительную оценку при защите дипломного проекта (при использовании десятибалльной шкалы оценивания – соответственно баллы 1, 2 и 3), может быть в тот же год допущен по решению ГЭК к повторной защите того же дипломного проекта с устранением недостатков, отмеченных в протоколе ГЭК, или на следующий год – другого дипломного проекта, разработанного им по теме и заданию на проектирование, выданным выпускающей кафедрой.

Студент-дипломник, не допущенный к повторной защите или не защитивший повторно дипломный проект, исключается из университета без присвоения квалификации инженера.

## **5. Объем, структура и обозначение дипломного проекта**

### **5.1 Объем проекта**

В состав проектной документации по разрабатываемым дипломным проектам входят:

- расчетно-пояснительная записка, которая включает исходные данные для проектирования, расчеты, пояснения, описания, таблицы, иллюстрации, список использованных источников;
- графические материалы (чертежи, таблицы, диаграммы и т. п.), наглядно представляющие выполненную работу и полученные результаты.

Проектную документацию выполняют на русском или белорусском языке. Не допускается выполнение одной части записки на одном, а второй части – на другом из названных языков.

Текстовые материалы, разрабатываемые в проектах, подразделяются на листы, содержащие в основном сплошной текст (описания технических решений, расчеты, пояснения, указания, инструкции и т. п.), и листы, содержащие текст, разбитый на графы (ведомости, таблицы, перечни, спецификации и т. п.).



Способы выполнения текстовых материалов могут быть следующие:

а) машинописный (основной) с применением выходных печатающих устройств ЭВМ – рекомендуется, набирая текст в текстовом редакторе Word, использовать шрифт Times New Roman размером 14 pt (пунктов) с полуторным интервалом, выравнивание – по ширине, абзацный отступ – 1,25 см;

б) рукописный – выполняется четким почерком с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм и расстоянием между строками – 7–10 мм; при рукописном способе используются чернила или паста только одного цвета (черный, синий или фиолетовый).

Ориентировочный объем расчетно-пояснительной записки – не менее 100 страниц рукописного текста или 70–80 страниц машинописного текста на листах формата А4 (без приложений).

РПЗ должна быть сброшюрованной. При дипломном проектировании ее выполняют в виде книги в твердой обложке.

Объем графической части дипломного проекта должен составлять не менее 9 листов формата А1 при надлежащей заполняемости чертежей (не менее 75 %). Пронумерованных чертежей может оказаться больше указанной величины. Содержание чертежей определяется заданием на проектирование.

Чертежи ДП рекомендуется выполнять на листах формата А1. При необходимости допускается применение формата, отличного от А1, однако следует стремиться к минимальной номенклатуре форматов. Отдельные материалы проекта могут быть выполнены на листах иных форматов – А2, А3 или А4. На одном листе чертежной бумаги формата А1 допускается выполнять несколько чертежей меньших форматов (без разрезания листа) для удобства работы, проверки, рецензирования и защиты. На каждом чертеже приводится основная надпись.

## **5.2 Структура дипломного проекта**

Состав и содержание РПЗ ДП зависят от специфики и особенностей темы дипломного проекта. При структурном построении записки исходят из следующих основных критериев:

- полное раскрытие темы дипломного проекта;
- логическая последовательность изложения вопросов темы;
- аргументация принимаемых решений;
- конкретность изложения результатов разработок.

Независимо от избранной темы рекомендуется придерживаться приведенной структуры расчетно-пояснительной записки:

- обложка;
- титульный лист;
- задание на проектирование;
- ведомость комплекта проектной документации;
- реферат;
- оглавление;
- введение;
- основная часть (текст с иллюстративным материалом, таблицами, рисунками и т. п.);
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения;
- спецификации.

Конкретное содержание текстовой и графической части определяются заданием.

*Обложка* переплета РПЗ дипломного проекта, как правило, применяется фабричного изготовления. На обложке выполняют этикетку с указанием темы проекта, ее автора и т. д. Пример формы этикетки приведен в приложении Д.

*Титульный лист* является первой страницей РПЗ. Выполняется на бланке, установленной формы. На титульном листе рамки не выполняются, штамп основной надписи не приводят. Пример формы титульного листа для ДП приведен в приложении Е.

*Задание на проектирование* является главным руководством, на основании которого разрабатывается проект. Задание выполняется на бланке установленного образца, который выдается руководителем дипломного или курсового проекта. Задание на ДП утверждается заведующим кафедрой. При получении задания свою подпись на нем ставит студент.

Форма задания на дипломное проектирование приведена в приложении А.

*Ведомость* комплекта проектной документации является сводным перечнем всех материалов, разработанных при проектировании. Форма заполнения ведомости комплекта проектной документации ДП приведена в приложении Ж.

*Реферат* – краткая характеристика выполненного проекта, предназначенная для предварительного ознакомления с проектом и отражающая основное содержание работы с точки зрения ее достоинств и достижения цели, поставленной в теме проекта.

Текст реферата пишется на стандартном листе, оформленном рамкой. Основную надпись на данном листе не помещают. Номер страницы не проставляют.

Заголовок «Реферат» пишется с прописной буквы и располагается на отдельной строке симметрично тексту.

Объем реферата – не более одной страницы. Вначале указывают объем проектной документации: перечисляют общий объем текстовых материалов с выделением в т. ч. иллюстраций (эскизов, рисунков, таблиц и т. п.); указывают объем графической части проекта. Указывают количество использованных источников. Далее приводят ключевые слова. Перечень ключевых слов должен включать от 5 до 15 слов или словосочетаний из текста записки, которые в наибольшей степени характеризуют содержание. Ключевые слова приводятся в именительном падеже и записываются строчными буквами в строку через запятые после слов «Ключевые слова». Затем дают краткое содержание проекта, отражающее цель работы, методы разработки, принятые решения, приводят итоговые результаты и основные показатели, указывают возможности внедрения основных результатов проекта.

Пример оформления реферата к дипломному проекту приведен в приложении И.

*Оглавление* предназначено для облегчения поиска необходимых материалов при чтении записки, а также для общего ознакомления с работой и представления об объемах всех разделов. Оглавление начинает текстовую часть записки. Его размещают сразу после листа реферата с новой страницы и при необходимости продолжают на последующих листах. Слово «Оглавление» пишут с прописной буквы и полужирным шрифтом посередине страницы. В оглавлении приводят порядковые номера и наименования разделов, подразделов и пунктов, имеющих наименование, а также приложения с их обозначениями и наименованиями. Указывается номер листа (страницы), на котором размещено начало материала (раздела, подраздела и т. п.). Не рекомендуется проводить подробное деление материала. На первой странице оглавления приводят основную надпись по форме, соответствующей основной надписи первого листа текстового материала в соответствии с рисунком 7.3.

Пример оформления оглавления приведен в приложении К.

Во *введении* описывается состояние и перспективы развития конкретной отрасли пищевой промышленности в условиях рыночной экономики с указанием значения проектируемого оборудования. Здесь автор проекта должен оценить современное состояние инженерных разработок, а также отразить актуальность

темы и новизну предлагаемых технических решений. Объем раздела – 1–2 страницы текста.

*Заключение* – краткое обобщение всего представленного в проекте материала. В нем подчеркиваются основные вопросы, которыми занимался проектант. Приводятся выводы по выполненным технологическим и техническим разработкам с уточнением главных особенностей разработанного объекта и собственной оценки творческого вклада автора. Особое внимание следует обращать на оригинальные разработки. Необходимо достаточно полно и четко отразить количественные и качественные характеристики предлагаемых технологических и технических решений. Кратко описывают, за счет каких решений достигнуто увеличение производительности, снижение энергоемкости, улучшение качества продукции и т. п. Также необходимо отметить и другие преимущества, связанные с реализацией предлагаемых разработок (повышение общей культуры и экологии производства, решение социальных задач и т. п.).

В конце заключения приводят годовой экономический эффект, обусловленный внедрением проекта, срок окупаемости капиталовложений и перспективы использования материалов дипломного проекта в промышленности, производстве, учебном процессе и т. п.

Объем заключения – 1–2 страницы. Заголовок «Заключение» порядкового номера не имеет.

*Список использованных источников.* Составление списка использованных источников является завершением курсового или дипломного проекта, основой для которого служат записи всех просмотренных и изученных книг, статей из сборников и журналов и других материалов.

Библиографическое описание источников для списка составляют непосредственно по произведению печати или выписывают из каталогов полностью, без пропусков каких-либо элементов, сокращения заглавий и т. д.

Все библиографические записи в списке литературы составляют по определенным правилам в соответствии с ГОСТ 7.1–2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание».

Последовательность обязательных элементов описания:

- заголовок описания. Если литературный источник имеет одного автора, то в качестве заголовка приводится его фамилия и после запятой – инициалы. Если литературный источник имеет двух или трех авторов, то в качестве заголовка приводится фамилия и после запятой инициалы первого автора. Если литературный источник имеет более трех авторов, то последовательность описания начинают со второго элемента – заглавия;

- заглавие – название источника;

- общее обозначение материала, к которому принадлежит объект описания, – текст, электронный ресурс, рукопись, видеозапись, звукозапись, изоматериал, карты, кинофильм, мультимедиа и т. д. Данный элемент помещают в квадратные скобки [ ] и отделяют от последующих элементов символом «:» с пробелами, например, «[Электронный ресурс] : ». Общее обозначение материала, описания которого преобладают в конкретном информационном массиве (например, списке использованных источников), может быть опущено;

- сведения, относящиеся к заглавию, – учебник, учебное пособие, сборник трудов и т. д. (записывают со строчной буквы);

- сведения об авторах и редакторе (запись выполняют после символа «/», инициалы авторов помещают перед фамилией);

- выходные данные – место издания, издательство, год издания;

- количественная характеристика – объем книги (количество страниц).

Изучая литературу по теме, удобно производить описание источников на каталожных карточках, в виде рабочей картотеки, и лишь после того, как работа завершена, карточки можно сгруппировать в определенном порядке для составления библиографического списка.

Список использованных источников формируется либо в порядке появления ссылок в тексте расчетно-пояснительной записки, либо в алфавитном порядке фамилий первых авторов и (или) заглавий.

Как правило, используется алфавитный способ группировки материала в списках, когда источники группируют в алфавитном порядке записей. В начале списка размещаются по алфавиту книги, а затем – статьи из журналов и сборников. Иностранные источники размещают по алфавиту после перечня всех источников на языке выполняемой работы.

Библиографический указатель использованной при выполнении литературы дается на отдельной странице (страницах) под заголовком «Список использованных источников». Заголовок порядкового номера не имеет.

В список включают только те источники, на которые в тексте РПЗ имеется ссылка. Каждый источник, включенный в список, нумеруют арабскими цифрами с точкой и записывают с новой строки.

Примеры записи использованных источников приведены в приложении Л.

*Приложения.* Материал, дополняющий текст документа, допускается помещать в приложениях. Приложениями могут быть, например, графический материал, таблицы большого формата, расчеты, описания аппаратуры и приборов, описания алгоритмов и программ задач, решаемых на ЭВМ, и т. д.

Приложения оформляют как продолжение записки на последующих ее листах.

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

В тексте записки на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте записки.

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

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

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ъ. 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, как правило, выполняют на листах формата А4. Допускается оформлять приложения на листах формата А3, А4×3, А4×4, А2 и А1 по ГОСТ 2.301.

Текст каждого приложения при необходимости может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

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

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

*Спецификации.* Спецификация – документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта (приложение М).

### **5.3 Обозначение проектной документации**

Всей проектной документации, имеющей основную надпись, присваиваются обозначения.

Структура обозначения проекта:

$X_1X_2.X_3X_4.X_5X_6X_7.X_8X_9 - X_{10}X_{11}X_{12}$  АБ,

где  $X_1X_2$  – индекс проекта 01 (01 – дипломный проект, 02 – курсовой проект, 03 – курсовая работа);

$X_3X_4$  – индекс кафедры; кафедра технологий и технического обеспечения процессов переработки сельскохозяйственной продукции имеет индекс 63;

$X_5X_6X_7$  – номер темы по приказу;

$X_8X_9$  – шифры сборочных единиц;

$X_{10}X_{11}X_{12}$  – шифры деталей;

АБ – шифр документа.

*Примечание* – шифр документа:

ГЧ – габаритный чертеж;

СБ – сборочный чертеж;

ВО – чертеж общего вида;

РПЗ – расчетно-пояснительная записка;

ПД – ведомость проектной документации;

Р – ремонтный чертеж;

РСБ – ремонтный сборочный чертеж;

КП – компоновочный план здания;

ПО – планировка объекта (цеха, участка и т. д.);

СП – схема процесса;

СЭ – схема электрическая;

СГ – схема гидравлическая;

СК – схема кинематическая;

СП – схема пневматическая;

ТБ – таблица;

ГП – генеральный план;

Д – прочие документы, не имеющие установленного шифра.

*Примеры обозначения документов:*

1) 01.63.015.00.000 РПЗ – расчетно-пояснительная записка дипломного проекта (01), выполненного на кафедре технологий и технического обеспечения процессов переработки сельскохозяйственной продукции (63) с номером темы по приказу 015;

2) 01.63.015.00.000 ВО – чертеж общего вида изделия;

3) 01.63.015.00.000 СБ – сборочный чертеж изделия, если чертеж общего вида не разрабатывается;

- 4) 01.63.015.01.000 СБ – сборочный чертеж первой сборочной единицы изделия;
- 5) 01.63.015.00.012 – чертеж 12-й детали изделия;
- 6) 01.63.015.02.004 – чертеж 4-й детали 2-й сборочной единицы изделия;
- 7) 01.63.015.00.000 ПД – ведомость проектной документации (ведомость проекта).

## **6 Основная часть дипломного проекта**

### **6.1 Разделы основной части дипломного проекта**

Основная часть расчетно-пояснительной записки должна соответствовать утвержденному заданию и календарному плану работы дипломника.

Текст *основной части* расчетно-пояснительной записки при необходимости разделяют на разделы, подразделы, номенклатура и последовательность изложения которых зависят от типа и особенностей темы проекта.

В этой части расчетно-пояснительной записки должны быть рассмотрены следующие вопросы:

- 1 Обоснование темы дипломного проекта.
- 2 Технологический процесс производства продукции.
  - 2.1 Характеристика продукции, сырья и полуфабрикатов.
  - 2.2 Особенности производства и потребления готового продукта.
  - 2.3 Стадии технологического процесса.
  - 2.4 Характеристика комплексов оборудования.
  - 2.5 Устройство и принцип действия линии.
- 3 Аналитический обзор и описание конструкции установки.
  - 3.1 Обзор конструкций.
  - 3.2 Патентный обзор.
  - 3.3 Описание конструкции и принцип действия.
  - 3.4 Сущность и описание модернизации.
- 4 Расчетная часть.
  - 4.1 Технологический расчет.
  - 4.2 Энергетический расчет.
  - 4.3 Кинематический расчет.
  - 4.4 Конструктивный расчет.



- 5 Монтаж, эксплуатация и ремонт технологического оборудования.
- 5.1 Правила монтажа технологического оборудования.
- 5.2 Эксплуатация оборудования.
- 6 Охрана труда.
- 6.1 Анализ состояния охраны труда на предприятии.
- 6.2 Разработка мер безопасности при эксплуатации мясорубки.
- 6.3 Обеспечение пожарной безопасности на предприятии.
- 7 Расчет экономической эффективности внедрения проекта в производство.
- 7.1 Затраты на модернизацию.
- 7.2 Расчет экономической эффективности.

## **6.2 Содержание основных разделов расчетно-пояснительной записки**

### **6.2.1 Обоснование темы дипломного проекта**

Рекомендуется следующий порядок обоснования проекта. На основании проведенного анализа литературных источников и патентных данных по рассматриваемому технологическому процессу и оборудованию, а также изучения работы оборудования в период производственных и преддипломной практик выявляются недостатки в работе существующего оборудования (технологического процесса). После такого анализа излагается суть технических и технологических предложений, разрабатываемых в проекте. С этой целью перечисляются все возможные мероприятия по устранению выявленных недостатков.

Дается технико-экономический анализ основных показателей этих мероприятий и выявляется наиболее предпочтительный вариант.

Объем раздела – 1–3 страницы текста.

### **6.2.2 Технологический процесс производства продукции**

Предлагается следующее содержание этого раздела РПЗ.

#### ***1 Характеристика продукции, сырья и полуфабрикатов***

Дается характеристика внешнего вида выбранного пищевого продукта, раскрывается общий состав, питательная и энергетическая ценность, потребительские и вкусовые достоинства, разновидности и наименования готовой про-

дукции производства. Определяются виды сырья с подробным перечнем основного и дополнительного сырья. Обязательно рассчитывается или принимается количество компонентов сырья на единицу выпускаемой продукции. Приводятся требования к качеству сырья. Описывается технологический процесс подготовки к хранению и непосредственного хранения всех видов сырья с выделением необходимых способов, режимов и требований к складам. Методы снижения потерь сырья при хранении. Правила перевозок.

## ***2 Особенности производства и потребления готового продукта***

Описываются необходимые операции подготовки всех видов сырья и вспомогательных материалов для осуществления их непосредственной применимости в технологическом процессе производства после их хранения, транспортировки и др. (очистка, измельчение, размораживание и т. п.). Дается характеристика способов и правил фасовки и упаковки произведенного продукта, применяемое оборудование, маркировка, сведения о продукте на упаковке продукта, краткая характеристика фасовочных и упаковочных материалов. Если в процессе обработки продукции возникают отходы, то необходимо выделить эти этапы техпроцесса, охарактеризовать и наметить пути возможного их использования на данном производстве либо в других отраслях, а при невозможности использования предложить методы утилизации.

## ***3 Стадии технологического процесса***

Этот подраздел целесообразно разбить на несколько пунктов, т. к. он занимает в технологическом разделе наибольший объем и разбивка дает представление о логической последовательности технологических операции производства пищевого продукта. Используя изученную литературу, дать подробное описание каждого этапа движения сырья и вспомогательных материалов по технологической цепочке производства. Обязательно уделить внимание происходящим внешним, количественным и качественным изменениям в продукте при его обработке. Отразить, в каких точках техпроцесса производства проводится контроль качества продукта, по каким критериям и параметрам, какие делаются заключения и методы устранения несоответствия стандартам. Приводятся режимы обработки (температура, влажность и т. д.), время обработки, контроль режимов обработки.

#### ***4 Характеристика комплексов оборудования***

Необходимо дать перечень и краткое описание применяемого оборудования для каждой операции технологического процесса.

#### ***5 Устройство и принцип действия линии***

Дается краткое описание технологической схемы производства данного продукта, которая составлена на основе технологических операций и выбора оборудования. Учитывается последовательность движения продукта по технологической цепочке обработки.

#### **6.2.3 Аналитический обзор и описание конструкции установки**

В данный раздел рекомендуется включить следующие рассматриваемые вопросы.

##### ***1 Обзор конструкций***

Дается классификация оборудования по технологическому, конструктивному или другому признаку, выявляя общие черты для оборудования и других линий, машин и аппаратов. Приводятся устройства и принцип действия типового оборудования. Дается сравнительная характеристика.

##### ***2 Патентный обзор***

Приводятся результаты патентного обзора по рассматриваемому технологическому оборудованию с анализом выявленных достоинств и недостатков конструкций. Даются пояснения, на каком принципе основано выполнение технологического процесса обработки продукта на данной линии, машине или аппарате.

##### ***3 Описание конструкции и принцип действия***

Описывается общее устройство машины или аппарата. Дается общее описание конструкции машины или аппарата, приводится состав объекта разработки

с технологической взаимосвязью между элементами конструкции. Далее описывают работу разрабатываемого объекта с указанием последовательности движения рабочих органов и обрабатываемого продукта. При описании работы необходимо учитывать последовательность технологического процесса обработки материала в машине или аппарате. В тексте приводят номера позиций узлов и агрегатов с указанием шифров соответствующих чертежей. Дается описание отдельных сборочных единиц (узлов, агрегатов и т. п.), входящих в общее устройство машины или аппарата. Также приводится описание работы этих сборочных единиц. При необходимости описания устройства и работы отдельных узлов сопровождаются эскизами и рисунками. Обычно приводят в виде таблицы полную техническую характеристику проектируемого или модернизируемого объекта: производительность, установленную мощность, габаритные размеры, массу, КПД и другие важные технические параметры.

#### ***4 Сущность и описание модернизации***

Наиболее подробно описываются чертежи машины, узла или агрегата, являющиеся объектами разработки или модернизации, указываются выявленные недостатки конструкции машины или аппарата. Дается описание принятых технических решений по устранению недостатков конструкции машины или аппарата. Приводятся ожидаемые результаты от проведения и внедрения модернизации.

#### **6.2.4 Расчетная часть**

В этом разделе определяются основные характеристики проектируемого оборудования (производительность, габаритные размеры, энергозатраты и т. д.), а также размеры основных элементов конструкции (по прочности, долговечности и т. д.). Поэтому вначале необходимо четко сформулировать цель расчета – определение конструктивных характеристик машин и аппаратов, обеспечивающих достижение требуемых результатов (конструктивный расчет) или определение результатов, которые могут быть достигнуты при рассматриваемом техническом решении (поверочный расчет). Для этого кратко обосновывают тип расчета, помня о том, что поверочный расчет выполняется при изменении технологических режимов работы машины или аппарата, когда все конструктивные параметры оборудования известны, а также в тех случаях, когда необходимо

определить параметры технологических режимов, обязательных для достижения заданной производительности.

Расчетная часть должна состоять из четырех взаимосвязанных подразделов: технологического, энергетического, кинематического и прочностного расчетов. В каждом конкретном случае студент совместно с руководителем решает вопрос о проведении дополнительных расчетов в зависимости от применяемого оборудования. Например, могут дополнительно проводиться теплотехнические расчеты, расчет трубопроводов и др.

Общее количество страниц расчетной части дипломного проекта должно составлять не менее 20 страниц расчетно-пояснительной записки.

### ***1 Технологические расчеты***

Технологический расчет может быть выполнен в форме материального баланса по исходному и конечному продукту с учетом всех участвующих в процессе компонентов и неизвестных потерь. Расчет производят в массовых или объемных единицах в час готовой или исходной продукции. Необходимо учесть возможность сокращения длительности процесса, дозировки и распределения материалов при загрузке, а также стремиться к сокращению потерь исходных и конечных продуктов.

Исходными данными для технологического расчета могут быть: заданная производительность проектируемой машины или аппарата, длительность стадии технологического процесса, характеристика исходного или конечного продукта.

Основной характеристикой работы линии, машины или аппарата является их производительность.

Производительность технологического оборудования можно определить по кинетике процесса, т. е. по скорости хода процесса или по работе механизмов подачи продукции в машине.

Производительность оборудования, определяемая по кинетике процесса, является истинной производительностью. Производительность, определяемая по скорости перемещения продукции, является пропускной способностью оборудования.

Производительность оборудования, определяемую по кинетике процесса, можно выразить уравнением

$$G = I \cdot F, \quad (6.1)$$

где  $I$  – скорость хода процесса,  $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ ,  $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ ,  $\text{Дж}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ ;

$F$  – поверхность тепло- или массообмена, контакта, осаждения, истечения и др.,  $\text{м}^2$ .

Для теплового оборудования

$$G = F \cdot \frac{dQ}{dt} = F \cdot k \cdot \Delta t \quad (6.2)$$

или

$$G = F \cdot \frac{dM}{dt} = \frac{F \cdot k \cdot \Delta t}{q}, \quad (6.3)$$

где  $F$  – поверхность теплообмена,  $\text{м}^2$ ;

$dQ$  – количество тепла, передаваемого через разделяющую стенку или поверхность контакта площадью в  $1 \text{ м}^2$ ,  $\text{Дж}/\text{м}^2$ ;

$\tau$  – продолжительность процесса теплообмена, ч;

$k$  – коэффициент теплопередачи,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ ;

$\Delta t$  – разность температур между теплообменивающими средами,  $\text{°C}$ ;

$q$  – удельный расход тепла,  $(\text{Вт} \cdot \text{ч})/\text{кг}$ ;

$dM$  – количество, или масса, продукции, кг, перерабатываемой за время  $dt$  при площади теплообмена в  $1 \text{ м}^2$ ,  $\text{кг}/\text{м}^2$ .

Для процессов фильтрации, прессования, отстаивания и др.

$$G = F \cdot \frac{dM}{dt}. \quad (6.4)$$

Производительность оборудования, или его пропускную способность, можно определить следующим образом.

*Для непрерывно действующего оборудования:*

1. При обработке штучной продукции, равномерно перемещаемой через машину:

$$G = \frac{60 V \cdot z}{l \cdot n} \quad \text{или} \quad G = \frac{60 V \cdot z \cdot g}{l \cdot n}, \quad (6.5)$$

где  $V$  – скорость движения продукции через машину,  $\text{м}/\text{мин}$ ;

$z$  – число единиц продукции в группе, перемещаемой через машину;

$l$  – расстояние между грузами или группами грузов, м;  
 $n$  – кратность пропуска обрабатываемой продукции через машину;  
 $g$  – масса единицы продукции, кг.

2. При обработке штучной продукции, поступающей неравномерно:

$$G = \frac{60 \psi \cdot V \cdot z}{l \cdot n} \text{ или } G = \frac{60 \psi \cdot V \cdot z \cdot g}{l \cdot n}, \quad (6.6)$$

где  $\psi$  – коэффициент, учитывающий неравномерность поступления продукции в машину.

3. При обработке продукции, перемещаемой сплошным равномерным слоем:

$$G = \frac{60 f \cdot V}{n} \text{ или } G = \frac{60 f \cdot V \cdot \rho}{n}, \quad (6.7)$$

где  $f$  – площадь поперечного сечения слоя потока, м<sup>2</sup>;

$\rho$  – масса единицы объема (плотность) обрабатываемой продукции, кг/м<sup>3</sup>.

4. При обработке продукции, поступающей неравномерным сплошным слоем:

$$G = \frac{60 \psi \cdot f \cdot V}{n} \text{ или } G = \frac{60 \psi \cdot f \cdot V \cdot \rho}{n}, \quad (6.8)$$

где  $\psi$  – коэффициент, учитывающий неравномерность поступления продукции на обработку.

*Для машин периодического действия:*

1. При обработке штучной продукции

$$G = \frac{60 n}{t} = \frac{60 n}{t_p + t_s + t_b} = \frac{60 n}{t_p (1 + \alpha)}, \quad (6.9)$$

где  $n$  – количество одновременно загружаемых единиц обрабатываемой продукции;

$t$  – продолжительность цикла обработки единовременной загрузки продукции, мин;

$t_p$  – длительность процесса обработки, мин;  
 $t_3$  – продолжительность загрузки одной порции продукции в машину, мин;  
 $t_b$  – длительность выгрузки одной порции продукции из машины, мин;  
 $\alpha$  – доля вспомогательных операций от длительности собственной обработки  $t_p$ .

## 2. При обработке однородной продукции

$$G = \frac{60m}{t} = \frac{60\psi \cdot \rho \cdot V}{t_p + t_3 + t_b} = \frac{60\psi \cdot \rho \cdot V}{t_p(1 + \alpha)}, \quad (6.10)$$

где  $m$  – масса единовременно загружаемой продукции, кг;

$\psi$  – коэффициент загрузки емкости рабочего резервуара машины;

$\rho$  – насыпная масса (плотность) продукции, поступающей на обработку, кг/м<sup>3</sup>;

$V$  – геометрическая емкость рабочего резервуара машины, м<sup>3</sup>.

Теоретическую производительность  $G_T$  оборудования определяют как производительность рабочего органа машин и аппаратов без учета длительности подсобных операций и загрузки.

При определении производительности конкретных машин и аппаратов, применяемых в пищевой промышленности, можно пользоваться формулами, приведенными в специальной и справочной литературе.

В подразделе технологических расчетов могут определяться и другие технологические параметры машин и аппаратов. В частности, для емкостного оборудования рассчитывается полезная и рабочая емкость машины или аппарата. При механическом воздействии на продукт при обработке определяется (или принимается) число оборотов рабочего органа, линейная скорость транспортирующих устройств и другие важные для данного типа оборудования параметры.

В каждом конкретном случае необходимость и содержание дополнительных расчетов определяются руководителем дипломного проекта совместно со студентом.

## 2 Энергетические расчеты

В этом подразделе определяются основные силовые параметры проектируемого объекта:

- *силы производственного сопротивления*, на преодоление которых затрачивается работа, необходимая для выполнения технологического процесса (определяются для каждого конкретного случая в зависимости от действующих нагрузок на рабочие органы машины);



- силы трения  $F_{\text{тр}}$ , Н, на преодоление которых затрачивается дополнительная работа:

$$F_{\text{тр}} = P_{\text{н}} \cdot f, \quad (6.11)$$

где  $P_{\text{н}}$  – сила нормального давления, Н;

$f$  – коэффициент трения скольжения;

- динамические силы – силы инерции  $F_{\text{и}}$ , Н, возникающие при движении элементов конструкции с ускорениями:

$$F_{\text{и}} = -m \cdot a, \quad (6.12)$$

где  $m$  – масса тела, кг;

$a$  – ускорение, м/с<sup>2</sup>.

В зависимости от характера движения рабочего органа машины *мощность* ее привода определяется следующим образом:

- при поступательном движении мощность  $N_1$ , Вт, затрачиваемая на перемещение рабочего органа:

$$N_1 = P_{\text{ро}} \cdot V_{\text{ро}}, \quad (6.13)$$

где  $P_{\text{ро}}$  – усилие, приложенное к рабочему органу, Н;

$V_{\text{ро}}$  – линейная скорость движения рабочего органа, м/с;

- при поступательном движении мощность  $N_2$ , Вт, затрачиваемая на переработку продукта рабочим органом:

$$N_2 = P_{\text{п}} \cdot V_{\text{п}}, \quad (6.14)$$

где  $P_{\text{п}}$  – усилие, приложенное к продукту, Н;

$V_{\text{п}}$  – линейная скорость движения продукта, м/с;

- при вращательном движении:

$$N_1 = M_{\text{ро}} \cdot \omega_{\text{ро}}, \quad (6.15)$$

$$N_2 = M_{\text{п}} \cdot \omega_{\text{п}}, \quad (6.16)$$

где  $M_{\text{ро}}$  и  $M_{\text{п}}$  – крутящий момент, соответственно приложенный к рабочему органу и продукту, Н·м;

$\omega_{po}$  и  $\omega_{п}$  – угловая скорость движения рабочего органа и продукта соответственно,  $c^{-1}$ .

Общая мощность  $N_{общ}$ , В, подводимая к входному валу исполнительного механизма, рассчитывается как

$$N_{общ} = \frac{N_1 + N_2}{\eta}, \quad (6.17)$$

где  $\eta$  – коэффициент полезного действия машины.

По общей мощности на привод исполнительного механизма из каталогов или справочной литературы выбирается электродвигатель, соответствующий условиям работы в помещении, где работает машина.

Мощность электродвигателя для привода тех или иных рабочих органов машин можно определить, пользуясь соответствующими формулами для рассматриваемых типов машин, имеющимися в рекомендуемой литературе.

### ***3 Кинематические расчеты***

Величина действительной (фактической) производительности проектируемого объекта является исходным фактором для определения основных кинематических параметров рабочих органов машины. Кинематический анализ позволяет определить в соответствии с производительностью объекта основные циклы, необходимые ритмы, частоты вращения и скорости основных рабочих органов и элементов оборудования.

В любом случае кинематическая цепь машины состоит из следующих основных частей: электродвигателя, передаточных и исполнительных механизмов.

Кинематический расчет привода машины предполагает определение всех основных кинематических параметров ее привода.

Кинематический расчет исполнительных механизмов предполагает определение:

- параметров и характеристик основных исполнительных движений;
- диапазонов измерения положений отдельных звеньев и рабочих органов;
- пределов регулирования различных параметров движения;
- размеров, определяющих пределы перемещений;

- передаточных отношений отдельных кинематических пар, входящих в исполнительный механизм;

- направлений вращения или перемещений элементов, от которых зависит получение заданных исполнительных движений.

Кинематический расчет передаточных механизмов включает:

- *определение общего передаточного отношения  $i_{\text{общ}}$  от вала электродвигателя до вала, на котором крепится ведущее звено исполнительного механизма:*

$$i_{\text{общ}} = \frac{n_{\text{эл}}}{n_{\text{вд}}}, \quad (6.18)$$

где  $n_{\text{эл}}$  – частота вращения вала электродвигателя,  $\text{с}^{-1}$ ;

$n_{\text{вд}}$  – частота вращения ведущего звена исполнительного механизма,  $\text{с}^{-1}$ ;

- *распределение общего передаточного отношения всей кинематической цепи привода между отдельными передаточными механизмами*

$$i_{\text{общ}} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot \dots \cdot i_n, \quad (6.19)$$

где  $i_1, i_2, i_3, \dots, i_n$  – передаточные отношения 1-го, 2-го, 3-го, ...,  $n$ -го передаточных механизмов соответственно, начиная от электродвигателя;

- *определение конструктивных параметров каждого передаточного механизма.*

Например, для зубчатых и цепных передач число зубьев

$$i_{\text{зп}} = \frac{z_{\text{вм}}}{z_{\text{вд}}}, \quad (6.20)$$

где  $z_{\text{вм}}$  и  $z_{\text{вд}}$  – число зубьев ведомой и ведущей шестерни или звездочки соответственно.

Для ременных передач расчетный диаметр шкивов

$$i_{\text{рп}} = \frac{D_{\text{вм}}}{D_{\text{вд}}}, \quad (6.21)$$

где  $D_{\text{вм}}$  и  $D_{\text{вд}}$  – диаметры ведомого и ведущего шкивов ременной передачи соответственно, м;

- *определение частоты вращения валов* каждого из передаточных механизмов кинематической цепи.

Для зубчатых и цепных передач

$$i_{зп} = \frac{z_{вм}}{z_{вд}} = \frac{n_{вд}}{n_{вм}}.$$

Для ременных передач

$$i_{рп} = \frac{D_{вм}}{D_{вд}} = \frac{n_{вд}}{n_{вм}};$$

- *расчет для вариаторов* предельных значений передаточного отношения и частоты вращения выходного вала;

- *определение скоростей перемещения поступательно движущихся элементов передаточных механизмов* (винтов, гаек, толкателей, плунжеров и т. д.).

#### ***4 Прочностной расчет***

Прочностной расчет включает в себя расчет деталей на прочность и жесткость. С целью определения оптимальных конструктивных размеров различных узлов и деталей машин и аппаратов выполняют расчеты на прочность и жесткость.

Расчету должны подвергаться те детали и узлы, которые имеют непосредственное отношение к предлагаемой модернизации машины или аппарата.

Для деталей и узлов стандартного оборудования расчет на механическую прочность должен носить поверочный характер и доказывать работоспособность оборудования при самых напряженных режимах процесса.

Расчету на прочность или долговечность могут подвергаться следующие детали и элементы машин и аппаратов:

- элементы рабочих органов (валы, рычаги, шпонки, подшипники, валки, диски, ножи, опорные ролики и т. п.);

- цепные, зубчатые, ременные и фрикционные передачи;

- силовые и транспортирующие органы (винты, шнеки, цепи, пружины);

- опорные металлоконструкции и крепежные детали (обечайки, днища, фланцы, штуцера сосудов, сварные, клеевые и паяные соединения, разъемные соединения и т. п.);

- перемешивающие устройства и т. д.

Поверочный расчет производят, например, для растяжения (сжатия) по зависимости

$$\sigma_p = \frac{P}{F} \leq [\sigma], \quad (6.22)$$

где  $\sigma_p$  – действительное напряжение растяжения (сжатия), Па;

$P$  – растягивающая сила, Н;

$F$  – площадь поперечного сечения, м<sup>2</sup>;

$[\sigma]$  – допускаемое напряжение, Па.

Чем ближе действительное напряжение будет к допускаемому, тем лучше будет использован материал детали.

В случае изгиба основное уравнение прочности детали имеет вид:

$$\sigma_n = \frac{M_{\max}}{W} \leq [\sigma], \quad (6.23)$$

где  $\sigma_n$  – максимальное напряжение изгиба в сечении детали, Па;

$M_{\max}$  – максимальный изгибающий момент в наиболее опасном сечении, Н·м;

$W$  – момент сопротивления сечения, м<sup>3</sup>.

В случае кручения расчет на прочность выполняется по уравнению

$$\tau = \frac{M_{\text{кр}}}{W_p} \leq [\tau], \quad (6.24)$$

где  $\tau$  – напряжение при кручении, Па;

$M_{\text{кр}}$  – крутящий момент, Н·м;

$W_p$  – полярный момент сопротивления сечения, м<sup>3</sup>;

$[\tau]$  – допускаемое напряжение при кручении, Па.

При совместном действии нескольких видов нагрузений расчет прочности ведется по эквивалентным напряжениям  $\sigma_{\text{экв}}$ , Па, которые определяются для различных условий по соответствующим уравнениям.

Например, вал нагнетающего шнека работает при совместном действии сжатия и кручения. В этом случае рекомендуется вести расчет на прочность по энергетической теории прочности

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\sigma^2 + 4 \cdot \tau^2} \leq [\sigma]. \quad (6.25)$$

В некоторых случаях при выполнении поверочного расчета требуется определить действительный коэффициент запаса прочности (выносливости)  $n$  по среднеквадратичному значению

$$n = \frac{n_{\sigma} \cdot n_{\tau}}{\sqrt{(n_{\sigma}^2 + n_{\tau}^2)}}, \quad (6.26)$$

где  $n_{\sigma}$  – запас усталостной прочности по изгибу;

$n_{\tau}$  – запас усталостной прочности по кручению.

Правила расчета на прочность и жесткость отдельных элементов рабочих органов, передач, соединений и других деталей приведены в рекомендуемой литературе.

## ***5 Прочие расчеты***

В качестве прочих расчетов можно рекомендовать расчет трубопроводов для транспортирующего оборудования, расчет сосудов под давлением, тепло-технические расчеты для тепловых аппаратов, расчет изоляции, расчет особых крепежных элементов и т. п. В каждом конкретном случае студент совместно с руководителем проекта решает вопрос о необходимости и объеме проведения прочих расчетов.

### **6.2.5 Монтаж, эксплуатация и ремонт технологического оборудования**

В данном разделе рекомендуется привести перечень и содержание операций по проведению монтажных и наладочных работ для рассматриваемого объекта. Дается подробный перечень операций по техническому обслуживанию объекта в процессе работы с детальным их описанием. Освещаются такие основные вопросы, как подготовка к работе, испытание, пуск, работа, остановка, мойка и дезинфекция, регулировка, смазка, ремонт и др. При необходимости приводится таблица возможных неисправностей и методов их устранения. Приводятся основные правила техники безопасности при монтаже и при эксплуатации оборудования данного типа.

## 6.2.6 Охрана труда

Развитие науки и техники не только не снижает актуальность проблемы защиты жизни и сохранения здоровья людей, но и обостряет ее. Объем, свойства и интенсивность материальных, энергетических и информационных потоков в производственной среде постоянно расширяют поле опасностей, уровень воздействия на организм работающих, что приводит к огромным социальным и экономическим потерям общества – повышенной заболеваемости, сокращению продолжительности жизни, ухудшению качества жизненной среды, снижению трудового потенциала общества. Поэтому каждый будущий инженер-механик перерабатывающей отрасли сельскохозяйственного производства должен уметь оценивать опасность производственных процессов при выполнении работ, анализировать состояние охраны труда для проектируемого (модернизируемого) объекта, разрабатывать мероприятия по созданию здоровых и безопасных условий труда.

Основная цель написания раздела – разработка мероприятий по охране труда и обеспечение мер безопасности проектируемого (модернизируемого) объекта (технологического процесса, оборудования, машины).

Несмотря на большое разнообразие технологического оборудования по назначению, устройству и особенностям эксплуатации, к нему предъявляются общие требования безопасности, сформулированные в правилах, нормах, инструкциях по охране труда, ГОСТ 12.2.003 и других НПА и ТНПА. В соответствии с этими документами машина должна быть сконструирована и изготовлена таким образом, чтобы она выполняла возложенные на нее функции, а эксплуатация, настройка и обслуживание осуществлялись без возникновения какого-либо риска для персонала в условиях, предусмотренных изготовителем, а также с учетом любого предполагаемого неправильного применения.

Производственное оборудование должно обеспечивать безопасность при монтаже, эксплуатации, ремонте, транспортировке и хранении при использовании отдельно или в составе комплексов и технологических систем.

Кроме того, в процессе эксплуатации производственное оборудование не должно загрязнять окружающую среду выбросами вредных веществ выше установленных норм; должно быть пожаро- и взрывобезопасным; не должно создавать опасности в результате воздействия влажности, солнечной радиации, механических колебаний, высоких и низких давлений и температур, агрессивных веществ и других факторов.

Собственно безопасность производственного оборудования должна обеспечиваться на стадии проектирования правильным выбором принципов действия,

конструктивных схем, безопасных элементов конструкций, материалов и т. п.; применением в конструкции специальных средств защиты; выполнением эргономических требований.

### ***Общие требования к разделу***

Раздел «Охрана труда» включается в задание на выполнение дипломного проекта, получаемого студентами на кафедре, осуществляющей руководство дипломным проектированием.

Раздел представляет собой самостоятельную часть дипломного проекта. Вместе с тем он должен быть неразрывно связан с остальными разделами проекта и составлять с ними единое целое.

Практически любое техническое решение влияет не только на технико-экономические показатели объекта, но и на его безопасность. Поэтому задачи обеспечения безопасности разрабатываемого (модернизируемого) объекта должны решаться от первых и до последних этапов проектирования. Если в каких-либо других разделах проекта подробно освещены вопросы охраны труда, то на них в специальном разделе достаточно лишь сослаться без повторного описания принятых решений.

Раздел должен иметь ссылки на учебную и научную литературу, нормативно-правовые и технические нормативно-правовые акты (СН, ТКП, СанПиН, ГОСТы и др.).

Объем раздела не должен превышать 12–15 страниц, включая рисунки, таблицы и расчеты.

Раздел должен состоять из трех частей:

1. Анализ состояния охраны труда на предприятии (для которого разрабатывается проект и на котором студент-дипломник проходил преддипломную практику).
2. Разработка технических, технологических решений и защитных средств по устранению опасных и вредных факторов и обеспечению безопасности при эксплуатации модернизируемого объекта.
3. Обеспечение пожарной безопасности на предприятии.

### ***1 Анализ состояния охраны труда на предприятии (для которого разрабатывается проект и на котором студент-дипломник проходил преддипломную практику)***

Для написания главы «Охрана труда» студент-дипломник должен четко представлять условия труда, характер производственных опасностей и вредностей



при выполнении определенных производственных операций, состояние охраны труда и ее перспективы развития на исследуемом объекте. Для этого студент использует собранные на практике материалы, методическую литературу, нормативные правовые акты и технические нормативные правовые акты по охране труда (правила, нормы, инструкции, ТКП, ГОСТы, СН и т. п.). Поэтому до отъезда на преддипломную практику, после получения темы дипломного проекта, студент должен изучить задание на дипломное проектирование, сроки его выполнения, рекомендации, изложенные в данном пособии, при необходимости проконсультироваться на кафедре управления охраной труда с преподавателем-консультантом по разделу.

На преддипломной практике студенты должны ознакомиться с организацией работы по обеспечению здоровых и безопасных условий труда на предприятии, требованиями безопасности к технологическим процессам и оборудованию, гигиеной труда и производственной санитарией на рабочих местах, мерами пожарной профилактики, а также собрать необходимые материалы для практической разработки этих вопросов в дипломных проектах.

*В подразделе должны освещаться:*

- вопросы организации и управление охраной труда на предприятии (в организации);
- наличие Положения об организации работы по охране труда на предприятии, приказа о возложении руководства, а также ответственности за обеспечение безопасных условий труда работников в организации по каждому структурному подразделению, ответственных за соблюдение требований безопасности при использовании энергосилового оборудования (грузоподъемные машины, сосуда, работающие под давлением, и т. п.);
- наличие системы управления охраной труда на предприятии;
- наличие на предприятии службы охраны труда или специалиста (инженера) по охране труда, его роль в организации охраны труда, наличие кабинета (учебного класса) по охране труда;
- обеспеченность организации нормативными документами по охране труда (НПА и ТНПА);
- соблюдение законодательства о режиме труда и отдыха работающих;
- организация обучения по охране труда, ее соответствие требованиям нормативных документов;
- обеспеченность инструкциями по охране труда;
- контроль за выполнением работниками требований охраны труда;

- обеспеченность работающих спецодеждой, защитными средствами;
- планирование мероприятий по охране труда, выделение и использование денежных и материальных средств на их выполнение;
- соответствие территорий, зданий, помещений требованиям санитарных и строительных норм и правил;
- соблюдение требований безопасности при использовании оборудования, грузоподъемных машин и сосудов, работающих под давлением;
- санитарно-бытовые условия работников;
- обеспечение пожарной безопасности (наличие и готовность первичных и технических средств пожаротушения; соблюдение требований пожарной безопасности);
- возможность появления опасных производственных факторов и основные причины производственного травматизма;
- динамика травматизма и заболеваемости на предприятии за последние три года. Желательно привести данные в виде таблицы, выполнить расчет коэффициентов частоты, тяжести травматизма и потерь рабочего времени и показать состояние травматизма и заболеваемости (таблица 6.1).

Коэффициент частоты травматизма рассчитывается по формуле

$$K_{\text{ч}} = 1000T / P, \quad (6.27)$$

где  $T$  – количество несчастных случаев с потерей работоспособности на день и более;

$P$  – среднесписочное число работающих за отчетный период, человек.

Коэффициент тяжести травматизма:

$$K_{\text{т}} = D_{\text{н}} / T, \quad (6.28)$$

где  $D_{\text{н}}$  – суммарное число дней нетрудоспособности всех пострадавших.

Коэффициент потерь рабочего времени

$$K_{\text{п. в}} = 1000D_{\text{н}} / P, \quad (6.29)$$

Таблица 6.1 – Динамика травматизма и заболеваемости на предприятии за последние 3 года

Отчетный период (год)	Среднесписочное количество работников $P$ , человек	Количество несчастных случаев $T$	Количество дней нетрудоспособности пострадавших $D_{\text{н}}$ , дней	Коэффициент частоты травматизма $K_{\text{ч}}$	Коэффициент тяжести $K_{\text{т}}$	Коэффициент потерь рабочего времени $K_{\text{п. в}}$

По результатам анализа состояния охраны труда, динамики травматизма и заболеваемости необходимо дать оценку состояния охраны труда на предприятии и несколько конкретных предложений по ее улучшению.

Объем данного подраздела обычно составляет 2–3 страницы.

## ***2 Разработка технических, технологических решений и защитных средств по устранению опасных и вредных факторов и обеспечению безопасности при эксплуатации модернизируемого объекта***

Данный подраздел касается непосредственно объекта проектирования (модернизируемого оборудования или линии) в соответствии с темой дипломного проекта. Здесь необходимо привести обоснованный выбор технических решений, обеспечивающих безопасность конструкции модернизируемого оборудования, и разработать меры безопасности для работающих при эксплуатации объекта проектирования. Следует также выполнить инженерный расчет по охране труда, связанный с объектом проектирования. Это может быть расчет ограждающих или предохранительных устройств, средств обеспечения электробезопасности (расчетная проверка эффективности электрооборудования, расчет заземляющего устройства) или расчет коллективных средств защиты (производственное освещение, толщины теплоизоляции, уровня производственного шума, виброизоляция и т. п.). При выборе расчета студент согласовывает его с преподавателем-консультантом по охране труда. Примеры расчетов приведены в приложении О.

*Изложение данного подраздела рекомендуется в следующей последовательности:*

- описать опасные и вредные факторы (физические, химические, биологические или психофизиологические), которые могут возникать при эксплуатации модернизируемого объекта (оборудования, машины, аппарата), а также возможные потенциальные причины травматизма. Необходимо конкретно указать, когда и где возникают эти факторы, к чему они могут привести, дать характеристику опасных зон и описать методы их локализации;

- указать, какие инженерные защитные средства безопасности предусмотрены конструкцией оборудования. Это могут быть оградительные устройства (стационарные, съемные или переносные); блокировочные устройства (механические, электрические, фотоэлектрические или электромеханические); предохранительные; сигнализационные устройства; дистанционное управление;

- разработать меры обеспечения безопасности, в т. ч. электробезопасности;

- предусмотреть инженерные решения по созданию благоприятных условий труда (производственное освещение, защита от шума и вибрации, неблагоприятного микроклимата, загазованности или запыленности);

- с целью обучения персонала безопасным приемам работы на модернизируемом оборудовании разработать инструкцию по охране труда.

Проектант должен определить способы защиты персонала от выявленных факторов. Необходимо помнить, что наиболее эффективными способами являются создание безопасной конструкции или вынос рабочего места за пределы опасной зоны. Если упомянутыми способами приемлемая безопасность не достигается, то необходимо предусмотреть дополнительные конструктивные элементы, средства коллективной и индивидуальной защиты.

*Оградительные устройства* применяются для изоляции:

- систем привода машин и агрегатов;
- зоны обработки заготовок станков, прессов, штампов;
- ограждения токоведущих частей;
- зон интенсивных излучений (тепловых, электромагнитных, ионизирующих);
- зон выделения вредностей, загрязняющих воздушную среду, и т. д.

Ограждения помимо ограничительных функций должны гарантировать безопасность рабочего и обслуживающего персонала в случае отлета из рабочей зоны разрушенных частей инструмента, сорвавшихся заготовок, деталей, элементов крепления.

При расчете сплошных ограждений из металла по действующей ударной нагрузке определяют толщину стенки ограждения. Пример расчета ограждения абразивного круга приведен в приложении Н (пример 1).

*Блокировочные устройства* исключают возможность проникновения человека в опасную зону либо устраняют опасный фактор на время пребывания человека в этой зоне. Большое значение этот вид средств защиты имеет там, где необходимо обеспечить ограждение опасной зоны, а также там, где работу можно выполнять при снятом или открытом ограждении. Так, например, при осуществлении электрической блокировки в ограждение встраивают концевой выключатель, контакты которого при закрытом ограждении (или крышки) включаются в электрическую схему управления оборудованием и допускают включение электродвигателя. При снятом или неправильно установленном ограждении контакты размыкаются, и электрическая цепь системы привода оказывается разорванной.

*Предохранительные защитные средства* предназначены для автоматического отключения оборудования, агрегатов и машин при отклонении какого-либо

параметра, характеризующего режим работы оборудования, за пределы допустимых значений (предохранительные клапаны, водяные предохранительные затворы, остановы и ловители, плавкие предохранители, разрывные мембраны, срезные штифты и шпонки и т. п.).

В дипломных проектах с разработкой сосудов и аппаратов, работающих под давлением, следует обязательно предусмотреть мероприятия по обеспечению их безопасности. Эти аппараты относятся к оборудованию с повышенной опасностью, поэтому при их конструировании, изготовлении и эксплуатации важно знать и выполнять требования правил безопасности. Взрывы сосудов сопровождаются большими разрушительными последствиями, а также травматизмом обслуживающего персонала.

Сосуды и аппараты, работающие под давлением, должны быть оснащены предохранительными устройствами: водоуказательными приборами, манометрами, предохранительными клапанами с соответствующей пропускной способностью.

При давлении насыщенного пара 0,07–12,00 МПа пропускная способность клапана ориентировочно рассчитывается по формуле

$$G = 0,5\alpha \cdot F(10P_1 + 1), \quad (6.30)$$

где  $\alpha$  – коэффициент расхода пара, принимаемый равным 0,9 величины, установленной заводом-изготовителем клапана;

$F$  – площадь проходного сечения клапана в проточной части, мм<sup>2</sup>;

$P_1$  – максимальное избыточное давление перед клапаном, МПа.

Примеры расчета предохранительных клапанов приведен в приложении Н (примеры 2, 3).

*Сигнализационные устройства* предназначены для информирования персонала о работе оборудования и возникающих при этом опасных и вредных производственных факторах. По способу оповещения оперативная и предупредительная сигнализация подразделяется на знаковую, индикаторную, световую, звуковую, цветовую, комбинированную. Применяется для контроля различных параметров: уровня продукта, давления, температуры и влажности среды, химического состава, скорости, параметров вибрации и шума и т. д. К предупредительной сигнализации относятся также указатели «Не включать – работают люди!», «Осторожно, яд!» и т. п.

Дистанционное управление позволяет устранить воздействие на организм человека тепловых излучений, вибрации, шума и других вредных и опасных факторов.

### ***Разработка мер обеспечения электробезопасности***

Электробезопасность оборудования осуществляется выбором необходимой конструкции электроустановки, техническими способами и средствами защиты, организационными и техническими мероприятиями.

В этой части раздела необходимо решить вопросы защиты от прикосновения к токоведущим частям оборудования (изоляция, ограждение, недоступность расположения токоведущих частей, дистанционное управление, блокировка, сигнализация); защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям оборудования, оказавшимся случайно под напряжением (защитное заземление, зануление, защитное отключение); защиты от перегрузки (релейная защита, выключатели, установочные автоматы и плавкие предохранители).

Электрическая изоляция обеспечивает безопасность благодаря большому сопротивлению, которое в установках напряжением до 1000 В должно быть не менее 0,5 МОм, что препятствует протеканию через нее значительных токов. При двойной изоляции, кроме основной рабочей, на токоведущих частях применяется слой изоляции, защищающий человека при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением при повреждении рабочей изоляции. Наиболее совершенной двойной изоляцией является изготовление корпусов электрооборудования из изолирующего материала. Обычно двойную изоляцию имеет аппаратура электропроводок (выключатели, розетки, вилки, патроны ламп, переносные светильники, электроизмерительные приборы, электрифицированные ручные инструменты).

*Заземление* металлических нетоковедущих частей оборудования предназначено для защиты людей от поражения электрическим током в случае прикосновения к этим частям, оказавшимся под напряжением относительно земли в результате повреждения изоляции и замыкания на корпус.

В данном подразделе по заданию консультанта может быть произведен выбор типа заземляющего устройства, а также расчет сопротивления контура заземления. Пример расчета приведен в приложении Н (пример 4).

В электроустановках до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью должно быть выполнено *зануление*. Этот способ защиты человека от поражения электрическим током в случае замыкания фазы на нетоковедущие части электроустановки заключается в преднамеренном электрическом соединении с нулевым защитным проводником. Защитный эффект зануления состоит в уменьшении длительности

замыкания па корпус и, следовательно, в снижении времени воздействия электрического тока на человека. При подключении корпусов электроустановок к нулевому проводу любое замыкание на корпус становится однофазным коротким. В соответствии с этим зануление должно быть рассчитано на отключающую способность, а также на безопасность прикосновения к корпусу при замыкании фазы на землю (расчет сопротивления нейтрали) и на корпус (расчет повторного заземления). При замыкании фазы на зануленный корпус электроустановка автоматически отключится, если значение тока однофазного короткого замыкания удовлетворяет условию

$$I_{к.з} > k \cdot I_n, \quad (6.31)$$

где  $k$  – коэффициент кратности номинального тока  $I_n$  плавкой вставки предохранителя или установки тока срабатывания автоматического выключателя.

Значение коэффициента  $k$  принимается в зависимости от типа защиты электроустановки:

$k = 3$  для предохранителей и автоматических выключателей с зависимой времятоковой характеристикой (с тепловым расцепителем);

$k = 4$  для предохранителей во взрывоопасных помещениях;

$k = 1,4$  для автоматических выключателей с независимой характеристикой (с электромагнитным расцепителем) при  $I_y < 100$  А;

$k = 1,25$  для автоматических выключателей с независимой характеристикой (с электромагнитным расцепителем) при  $I_y > 100$  А.

Пример расчета проверки эффективности зануления электрооборудования приведен в приложении Н (пример 5).

Индивидуальные электротехнические средства разделяются на изолирующие, ограждающие, вспомогательные.

Изолирующие защитные средства обеспечивают изоляцию человека от токоведущих или заземленных частей, а также от земли. Они подразделяются на основные и дополнительные. К основным относятся средства, способные длительно выдерживать рабочее напряжение электроустановки и позволяющие персоналу посредством их касаться токоведущих частей, находящихся под напряжением, и работать на них. К ним относятся изолирующие штанги, диэлектрические перчатки, инструмент с изолированными рукоятками и т. д.

Дополнительные изолирующие защитные средства не могут самостоятельно обеспечить защиту от поражения током и служат для усиления защитного

действия основных защитных средств. К ним относятся диэлектрические галоши, боты, коврики, изолирующие подставки и др.

Ограждающие средства предназначены для временного ограждения токоведущих частей, а также для предупреждения ошибочных операций с коммутационной аппаратурой. К ним относятся ограждения – щиты, изолирующие накладки и др.

Вспомогательные средства защиты предназначены для индивидуальной защиты рабочих от световых, тепловых и механических воздействий. К ним относятся защитные очки, противогазы, специальные рукавицы и т. п.

### ***Инженерные решения по созданию благоприятных условий труда***

Для создания комфортных условий труда и устранения возможного воздействия на работающих вредных производственных факторов в разрабатываемом проекте должны быть учтены требования производственной санитарии.

Для обеспечения требуемого качества воздушной среды в рабочей зоне технологического оборудования воздух должен отвечать требованиям ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ и СанПиН «Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях».

*Защита от тепловых воздействий* может быть достигнута путем тепловой изоляции, герметизации, охлаждения оборудования, а также экранирования рабочих мест. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий устанавливают максимальное значение температуры на поверхности теплоизоляции 45 °С для аппаратов с температурой внутри более 100 °С и 35 °С при температуре внутри аппарата менее 100 °С. Для тепловой изоляции могут применяться любые материалы с низкой теплопроводностью. При выборе материала для изоляции необходимо принимать во внимание механические свойства материалов, а также их способность выдерживать высокую температуру. Если температура изолируемого объекта высокая, то обычно применяется многослойная изоляция: сначала ставится материал, выдерживающий высокую температуру, например асбест, а затем уже более эффективный материал с точки зрения теплоизоляционных свойств.

Пример расчета толщины теплоизоляции производственного оборудования приведен в приложении Н (пример 6).

*Защита от повышенного уровня шума.* С целью предотвращения вредного воздействия производственного шума, вибраций и сотрясений на здоровье работающих в дипломном проекте должны быть предусмотрены соответствующие технические мероприятия по снижению шума и вибрациями.



Защита от шума и вибраций осуществляется при выполнении требований ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ; СанПиН «Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

При отсутствии шумовых характеристик оборудования можно предварительно рассчитать ориентировочный уровень шума, создаваемый проектируемой установкой, или измерить его с помощью приборов (при наличии образца). Полученный уровень звукового давления сравнивают с ПДУ шума и предлагают обоснованные мероприятия по снижению шума и вибрации.

Пример расчета ориентировочного уровня шума приведен в приложении Н (пример 7).

Для снижения шума в производственных помещениях могут быть применены следующие методы: уменьшение шума в источнике его образования; изменение направленности излучения от источника шума; строительно-акустический; уменьшение шума на пути его распространения; использование средств индивидуальной защиты.

Снижение шума в источнике его возникновения наиболее рационально. Конкретный способ уменьшения выбирают с учетом его происхождения. Создаваемые технологическим оборудованием шумы могут быть вызваны механическими, аэродинамическими и магнитными процессами. Источниками аэродинамических шумов в основном являются центробежные и осевые вентиляторы, компрессоры, пневмотранспорт и др. Для снижения аэродинамического шума необходимо улучшать аэродинамические характеристики машин и аппаратов, устанавливать глушители, изолировать источники звукопоглощающими материалами. Причинами механического шума являются вибрации машин и оборудования.

К мероприятиям по борьбе с шумом механического происхождения относятся: замена возвратно-поступательных движений деталей агрегатов вращательным; прямозубых шестерен – косозубыми; замена подшипников качения на подшипники скольжения с применением принудительной смазки; тщательная балансировка вращающихся элементов машин; замена стальных деталей пластмассовыми; использование гибких виброизолирующих вставок для соединения нагнетательных и всасывающих трубопроводов с нагнетательными установками; использование прокладок под оборудование из материалов с большим коэффициентом внутреннего трения; локализации шума путем использования отражательных и поглощающих экранов. Уменьшение шумов механического происхождения должно быть предусмотрено уже на стадии проектирования путем совершенствования оборудования и технологических процессов.

В случае технической невозможности обеспечить допустимый уровень звукового давления излучения оператору следует использовать индивидуальные средства защиты, а также предусмотреть возможность эксплуатации куттера в отдельном помещении.

*Защита от повышенного уровня вибрации.* Уровень вибрации модернизируемого оборудования должен соответствовать ГОСТ 12.1.012–90 ССБТ «Вибрация. Общие требования безопасности»; СанПиН «Требования к производственной вибрации, вибрации в жилых помещениях, помещениях административных и общественных зданий».

К возникновению вибрации машин (фаршемешалки, куттеры и т. п.) приводит неуравновешенность вращающихся деталей. Ударные процессы являются источником широкополосной вибрации машин (штамповочные и маркировочные машины).

Вибрация и удары оказывают негативное и разрушающее воздействие во многих областях. Примерами отрицательного влияния вибрации могут служить ухудшение работы оборудования, снижение производительности труда персонала и негативное влияние на их здоровье.

Основными критериями при решении проблемы снижения вибрации являются знания о самом оборудовании и месте его размещения. Именно с учетом данных базовых критериев, а также с учетом других дополнительных факторов, как, например, тип задания или помещения, окружение источника вибрации, длительность вибрации и т. д., происходит выбор средств для устранения вибрации.

Принципиально различают два вида виброизоляции – активная и пассивная. Активная виброизоляция создает препятствие для распространения разрушающих сил вибрации, исходящих от какого-либо оборудования. Существует два вида активной виброизоляции: изоляция периодических колебаний и абсорбция (поглощение) ударов. Степень активной виброизоляции зависит от соотношения частоты колебаний возбудителя колебаний (например, число оборотов станка) и частоты собственных колебаний виброизолятора.

Удары характеризуются прежде всего своей силой и продолжительностью. Ударные импульсы возникают, например, при работе вырубных штампов и прессов. Для ударов характерно кратковременное резкое усилие с последующим длительным затуханием остаточных сил. Величина остаточных ударных сил тем меньше, чем ниже собственная частота антивибрационных изоляторов.

Пассивная виброизоляция означает изоляцию оборудования, станков, измерительных приборов или их отдельных частей от разрушающего воздействия

извне. В теоретическом рассмотрении не существует различий между активной и пассивной виброизоляцией, поэтому степень пассивной изоляции определяется по аналогии с активной.

В практике для пассивной изоляции применяют виброопоры с низкой собственной частотой. Источником колебаний в данном случае являются, как правило, собственные колебания межэтажных перекрытий (при размещении оборудования на нескольких этажах) или низкочастотные ударные импульсы. Лучшими изолирующими показателями обладают виброопоры типа SLM.

Звукоизоляция корпусных шумов представляет собой особый вид виброизоляции. Вибрация, вызванная корпусными шумами, распространяется волнообразно внутри оборудования и возбуждают вибрацию его отдельных частей. Эта вибрация слышна в качестве звуковых волн. Волны корпусных шумов отражаются в местах соприкосновения или соединения различных материалов. Величина отражения и величина звукоизоляции корпусных шумов зависят от скачка импеданса (полное сопротивление акустической системы), который рассчитывается из разницы показателей эластичности и плотности различных материалов.

Снижение вибраций достигается вибродемпфированием, виброгашением, виброизоляцией, использованием средств индивидуальной защиты.

*Вибродемпфирование* – это уменьшение уровня вибраций защищаемого объекта путем превращения энергии механических колебаний данной колеблющейся системы в другие виды энергии.

Увеличение потерь энергии в системе может осуществляться:

- использованием материалов с большим внутренним трением (резина, дерево, пластмассы, сплавы) в качестве конструкционных;
- нанесением слоя упруговязких материалов, обладающих большими потерями на внутреннее трение (мастика антивибрит на основе эпоксидной смолы), применяется для покрытия днищ автомобиля;
- использованием поверхностного трения (например, при колебаниях изгиба двух скрепленных и плотно прилегающих друг к другу пластин).

*Виброгашение* – уменьшение уровня вибраций защищаемого объекта путем введения в систему дополнительных масс (реактивных импедансов). Виброгашение реализуется путем установки:

- агрегатов на самостоятельные фундаменты. Массу фундамента подбирают таким образом, чтобы амплитуда колебаний подошв фундамента в любом случае не превышала 0,1–0,2 мм;
- виброгасителей.

*Виброизоляция* осуществляется посредством введения в колебательную систему упругой дополнительной связи, препятствующей передаче вибрации от машин – источника колебаний – к основанию или смежным элементам конструкции. С целью виброизоляции машин применяют виброизоляторы трех видов: резиновые, пружинные и комбинированные.

Эффективность виброизоляции оценивается коэффициентом передачи

$$КП = F_T / F < 1, \quad (6.32)$$

где  $F_T$  – сила, действующая на основание при наличии упругой связи;

$F$  – сила, действующая на основание при жесткой связи.

Если  $КП = 1/15 \dots 1/8$ , то виброизоляция хорошая. Коэффициент передачи

$$КП = \frac{1}{\left(\frac{f}{f_0}\right)^2 - 1}, \quad (6.33)$$

где  $f$  – частота возбуждающей силы;

$f_0$  – собственная частота колебаний системы на виброизоляторах.

Виброизоляция между стационарным оборудованием и фундаментном осуществляется с помощью резиновых прокладок пружин и резинометаллических амортизаторов. Пример расчета резиновых виброизоляторов приведен в приложении Н (пример 8).

Пружинные виброизоляторы по сравнению с резиновыми имеют ряд преимуществ: они могут применяться для изоляции как низких, так и высоких частот, дольше сохраняют постоянство упругих свойств во времени, хорошо противостоят действию масел и высокой температуры, относительно малогабаритны. Однако они могут пропускать колебания высоких частот, т. к. материал пружин (сталь) имеет малые внутренние потери. В этом случае пружинные виброизоляторы рекомендуется устанавливать на прокладки из упругих материалов типа резины (комбинированный амортизатор).

Пример расчета пружинных виброизоляторов приведен в приложении Н (пример 9).

При работе с ручным механизированным инструментом применяются средства индивидуальной защиты рук от воздействия вибрации.

К индивидуальным средствам защиты относятся:

- виброизолирующие рукавицы или перчатки;
- виброизолирующие прокладки или пластины, которые снабжены креплениями к рукояткам;
- специальная обувь на высокой подошве.

В целях профилактики вибрационной болезни для работающих с вибрирующим оборудованием рекомендуется проводить комплекс профилактических мероприятий: водные процедуры, массаж, лечебная гимнастика, витаминизация и др. При работе с вибрирующим оборудованием в рабочий цикл включаются технологические операции, не связанные с действием вибрации. Если это невозможно, следует предусмотреть 10–15-минутные перерывы после каждого часа работы.

*Обеспечение рационального освещения производственных помещений.* Одним из важнейших составных элементов условий труда является освещение, рациональные параметры которого обеспечивают требуемую производительность труда, качество продукции, повышают безопасность труда, предупреждают утомление, травмы и заболевания. Отклонение от этих параметров в любую сторону, т. е. недостаточная или избыточная освещенность, неблагоприятно сказывается на работоспособности и здоровье человека, а при определенных условиях может явиться причиной травм.

Нормирование требуемых уровней освещенности рабочих поверхностей осуществляется в соответствии с СН 2.04.03–2020 «Естественное и искусственное освещение. Этот документ регламентирует минимальные допустимые значения освещенности и не запрещает применять повышенную освещенность в случаях, когда это целесообразно. Освещенность следует увеличивать по мере уменьшения размера объекта различения, контраста рассматриваемого предмета с фоном и коэффициента отражения фона. Требуемые уровни освещенности можно снизить в производственных помещениях при кратковременном пребывании в них работающих или наличии оборудования, не требующего постоянного обслуживания.

Для освещения помещений следует использовать наиболее экономичные светодиодные светильники и светильники с газоразрядными лампами.

В цехах с полностью автоматизированным технологическим процессом следует предусматривать освещение для наблюдения за работой оборудования, а также дополнительно включаемые светильники общего и местного освещения для обеспечения необходимой освещенности при ремонтно-наладочных работах.

Пример расчета искусственного освещения в производственном помещении приведен в приложении Н (пример 10).

### ***Разработка инструкции по охране труда***

С целью обучения работающего безопасным приемам работы необходимо составить инструкцию по охране труда при работе на модернизируемом оборудовании.

Порядок разработки инструкции по охране труда регламентирует Инструкция о порядке разработки и принятия работодателями локальных правовых актов, содержащих требования по охране труда, в виде инструкций по охране труда для профессий рабочих и (или) отдельных видов работ (услуг), утвержденная постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь 28.11.2008 № 176 (в ред. постановления Минтруда и соцзащиты от 30.04.2020 № 44).

Инструкции по охране труда разрабатываются на основе нормативных правовых актов, в т. ч. технических нормативных правовых актов, технических регламентов Таможенного союза и Евразийского экономического союза, положений по охране труда, изложенных в технологической документации, эксплуатационных документах организаций-изготовителей к используемым в организации оборудованию, инструменту, механизмам и приспособлениям, с учетом местных условий и специфики деятельности организации.

Инструкция по охране труда должна содержать следующие главы:

- «Общие требования по охране труда»;
- «Требования по охране труда перед началом работы»;
- «Требования по охране труда при выполнении работы»;
- «Требования по охране труда по окончании работы»;
- «Требования по охране труда в аварийных ситуациях».

В главе «Общие требования по охране труда» отражаются:

- требования по охране труда по допуску работающих к работе по соответствующей профессии рабочего и (или) виду работ (услуг) с учетом возраста, пола, состояния здоровья, наличия необходимой квалификации, прохождения обучения, стажировки, инструктажа и проверки знаний по вопросам охраны труда и т. п.;

- обязанности работающих соблюдать требования по охране труда, а также правила поведения на территории организации, в производственных, вспомогательных и бытовых помещениях, использовать и правильно применять

средства индивидуальной защиты и средства коллективной защиты, заботиться о личной безопасности и личном здоровье, а также о безопасности окружающих в процессе выполнения работ либо во время нахождения на территории организации, немедленно сообщать работодателю о любой ситуации, угрожающей жизни или здоровью работающих и окружающих, несчастном случае, произошедшем на производстве, содействовать работодателю в принятии мер по оказанию необходимой помощи потерпевшим и доставке их в организацию здравоохранения;

- требования о недопустимости нахождения работающих в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения на рабочем месте, курения в неустановленных местах;

- перечень вредных и (или) опасных производственных факторов, которые могут воздействовать на работающих в процессе труда;

- перечень средств индивидуальной защиты, выдаваемых в соответствии с установленными нормами, с указанием маркировки по защитным свойствам;

- требования по обеспечению пожаро- и взрывобезопасности;

- порядок уведомления работодателя о неисправности оборудования, инструмента, приспособлений, транспортных средств, средств защиты, об ухудшении состояния своего здоровья;

- требования по личной гигиене, которые должен знать и соблюдать работающий при выполнении работы, оказании услуг.

В главе «Требования по охране труда перед началом работы» отражается порядок:

- проверки годности к эксплуатации и применения средств индивидуальной защиты;

- подготовки рабочего места, проверки комплектности и исправности оборудования, приспособлений и инструмента, эффективности работы вентиляционных систем, местного освещения, средств коллективной защиты (защитного заземления (зануления) электрооборудования, устройств оградительных, предохранительных, тормозных, автоматического контроля, сигнализации и других);

- проверки состояния исходных материалов, заготовок, полуфабрикатов, комплектующих изделий;

- приемки рабочего места при сменной работе.

В главе «Требования по охране труда при выполнении работ» отражаются:

- способы и приемы безопасного выполнения работ (оказания услуг), использования технологического оборудования, приспособлений и инструмента;

- требования безопасного обращения с исходными материалами (сырье, заготовки, полуфабрикаты);
- способы и приемы безопасной эксплуатации транспортных средств, тары и грузоподъемных механизмов;
- указания по безопасному содержанию рабочего места;
- основные виды отклонений от нормального технологического режима и методы их устранения;
- действия, направленные на предотвращение условий возникновения взрывов, пожаров и других аварийных ситуаций;
- требования по применению работающими средств индивидуальной защиты, соответствующих характеру выполняемой работы и обеспечивающих безопасные условия труда.

В главе «Требования по охране труда по окончании работы» отражаются:

- порядок безопасного отключения (остановки), разборки, очистки и смазки оборудования, приспособлений, машин, механизмов и аппаратуры;
- порядок уборки рабочего места;
- порядок сдачи рабочего места, а при непрерывном процессе – порядок передачи их по смене;
- порядок извещения непосредственного руководителя или иного уполномоченного должностного лица работодателя о недостатках, влияющих на безопасность труда, выявленных во время работы.

В главе «Требования по охране труда в аварийных ситуациях» отражаются:

- возможные (основные) аварийные ситуации, которые могут привести к аварии или несчастному случаю, а также причины, их вызывающие;
- действия работающих при возникновении аварийных ситуаций;
- действия по оказанию первой помощи потерпевшим при аварии, в результате травмирования, отравления или внезапного заболевания;
- порядок сообщения об аварии и несчастном случае на производстве.

### ***3 Обеспечение пожарной безопасности на предприятии***

В дипломном проекте должны быть разработаны меры по обеспечению пожарной безопасности разрабатываемого объекта. Система пожарной защиты представляет собой комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничение материального ущерба от него, а также исключение возможности возникновения пожара.



В данном подразделе следует кратко отразить следующие аспекты, характеризующие состояние данного вопроса:

- организация пожарной профилактики на предприятии (в организации);
- основные мероприятия, характеризующие противопожарный режим на объекте проектирования;
- порядок обучения мерам пожарной безопасности (противопожарные инструкции и пожарно-технический минимум);
- наличие приказов, распоряжений и инструкций по пожарной безопасности на объекте;
- категории производственных и складских помещений и зданий по взрывопожароопасности согласно ТКП 474–2013 с обоснованием отнесения к той или иной категории;
- обеспечение безопасной эвакуации работающих в случае возникновения пожара;
- противопожарная профилактика в технологических процессах, реализуемых на объекте проектирования;
- характеристика системы противопожарного водоснабжения предприятия (схема трубопроводов, места расположения гидрантов, насосных и т. д.);
- наличие и краткая характеристика систем пожарной сигнализации на объекте;
- обеспечение цехов и подразделений предприятия (организации) первичными средствами пожаротушения.

Одной из наиболее эффективных мер по повышению пожарной безопасности является профилактическая работа. На каждом предприятии приказом должен быть установлен соответствующий противопожарный режим, т. е. должен быть разработан комплекс заранее установленных для объекта или отдельного помещения противопожарных мероприятий при выполнении работ и эксплуатации объекта, который подлежит обязательному выполнению всеми работающими. Кроме того, на предприятии должна быть разработана общеобъектовая инструкция по пожарной безопасности, утвержденная руководителем предприятия.

Меры противопожарного режима, как правило, не требуют значительных материальных затрат, их выполнение зависит в основном от администрации предприятия. Такие режимные профилактические меры, как оборудование мест для курения, установка металлических ящиков для хранения промасленной ветоши и горючих отходов, устройство рубильников (выключателей) для обесточивания

электроустановок, ежедневная уборка помещений от пыли и горючих отходов, соблюдение мер предосторожности при пользовании нагревательными приборами, тщательный осмотр помещений по окончании работы могут быть самостоятельно осуществлены администрацией и обслуживающим персоналом любого цеха, мастерской, лаборатории или склада. На каждом объекте требуется обеспечить постоянный контроль за выполнением режимных мероприятий, который обязаны осуществлять администрация объекта или цеха, работники внештатных пожарных формирований. Руководители, инженерно-технический персонал должны осуществлять ежедневный контроль и добиваться немедленного устранения режимных нарушений.

Осуществление ежедневного тщательного контроля за соблюдением вопросов противопожарного режима, организация взаимодействия с руководством подразделений, службой охраны труда и техники безопасности позволяет свести к минимуму вероятность возникновения пожаров от неосторожного обращения с огнем, использования электронагревательных приборов и других причин.

В соответствии с законодательством организация работ по обеспечению пожарной безопасности возлагается на руководителя предприятия. Он имеет право назначить лиц, ответственных за пожарную безопасность предприятия (его структурных подразделений). Их обязанности должны быть отражены в соответствующих должностных инструкциях, положении о соответствующем структурном подразделении, а также в трудовых или гражданско-правовых договорах.

В целях обеспечения пожарной безопасности и участия в предупреждении и тушении пожаров создаются внештатные пожарные формирования. К ним относятся пожарные команды, пожарные дружины и пожарно-технические комиссии.

Подготовка работников по вопросам пожарной безопасности осуществляется путем проведения противопожарных инструктажей и (или) освоения программ пожарно-технического минимума. Противопожарные инструктажи (вводный, первичный, повторный, внеплановый и целевой) могут проводить руководитель организации, назначенное приказом лицо, ответственное за пожарную безопасность (руководители подразделений) или иные лица, назначенные приказом (распоряжением) руководителя и прошедшие подготовку по соответствующей программе пожарно-технического минимума (ПТМ).

Пожарно-технический минимум (ПТМ) проводится с целью повышения общих технических знаний рабочих и служащих цехов, складов и производственных установок с повышенной пожарной опасностью, ознакомления их с правилами

пожарной безопасности, а также для более детального обучения работающих способам использования имеющихся средств пожаротушения. Подготовка работников по программе ПТМ проводится не позднее одного месяца после их приема на работу и не реже одного раза в три года. А подготовка работников, связанных с проведением пожароопасных, в т. ч. огневых, работ, а также работники, работа которых связана с хранением, перемещением, применением горючих газов, легковоспламеняющихся жидкостей, взрывоопасных пылей, твердых легковоспламеняющихся веществ и материалов проводится не реже одного раза в год.

На предприятиях с целью своевременного оповещения о возникновении пожара, включения систем пожаротушения и вызова пожарных команд предусматривается система пожарной связи и оповещения. Такая система состоит из пожарных извещателей, линий связи, приемной станции или коммутатора с источниками питания. Пожарные извещатели делятся на ручные и автоматические. Автоматические пожарные извещатели по виду контролируемого признака пожара подразделяются на тепловые, дымовые, световые, комбинированные, ультразвуковые, газовые.

Производственные, административные, вспомогательные и складские здания, сооружения и помещения, а также открытые производственные площадки или участки должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения в соответствии с действующими нормами, устанавливаемыми правилами пожарной безопасности. К первичным средствам пожаротушения относятся: огнетушители; немеханизированный ручной пожарный инструмент; емкости с запасом воды; полотнище противопожарное. Они должны размещаться в легкодоступных местах и не должны быть помехой при эвакуации персонала из помещений.

Огнетушители предназначаются для тушения очагов горения в начальной их стадии, а также для противопожарной защиты небольших сооружений, машин и механизмов. В качестве огнегасительных веществ в них используют углекислоту (диоксид углерода), химические и воздушно-механические пены, галоидированные углеводороды, порошки, воду. Пусковое (запорно-пусковое) устройство огнетушителей и дверцы шкафа (в случае их размещения в шкафу) должны быть опломбированы.

Чаще всего для тушения небольших очагов загораний горючих жидкостей, газов, электроустановок напряжением до 1000 В, металлов и их сплавов используются порошковые огнетушители (ОП-1, ОП-5, ОП-10) или углекислотные огнетушители – переносные (ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8) и передвижные (ОУ-20, ОУ-40, ОУ-80) и т. д. (цифры показывают вместимость баллона в литрах).

Огнетушители переносные должны быть размещены навеской на вертикальные конструкции на высоте не более 1,5 м от уровня пола до нижнего торца огнетушителя и на расстоянии от двери, достаточном для ее полного открывания, или установкой в пожарные шкафы совместно с пожарными кранами, в специальные тумбы или на пожарные щиты и стенды. Они должны располагаться так, чтобы основные надписи и пиктограммы, показывающие порядок приведения их в действие, были хорошо видны и обращены наружу или в сторону наиболее вероятного подхода к ним.

Огнетушители, введенные в эксплуатацию, должны подвергаться техническому обслуживанию, которое обеспечивает поддержание их в постоянной готовности к использованию и надежную работу всех узлов огнетушителя в течение всего срока эксплуатации. Техническое обслуживание включает в себя периодические проверки, осмотры, ремонты, испытания и перезарядку огнетушителей. Не реже одного раза в пять лет каждый огнетушитель (кроме порошковых) и баллоны с вытекающим газом должны быть разряжены, корпус огнетушителя полностью очищен от остатков ОТВ, произведены внешний и внутренний осмотр. Порошковые огнетушители, используемые для защиты автотранспортных средств, должны перезарядаться не реже одного раза в год, остальные огнетушители, установленные на автотранспортных средствах, — не реже одного раза в два года.

Здания, сооружения, а также территории организаций должны иметь источники противопожарного водоснабжения для тушения пожаров, обеспечивающие подачу расчетных расходов воды на наружное и внутреннее пожаротушение. Вода должна быть подана для тушения в любое время суток и в количестве, необходимом для пожаротушения. Наружное противопожарное водоснабжение состоит из водопроводной сети, находящейся под давлением, с установленными на ней пожарными гидрантами. Внутреннее противопожарное водоснабжение предназначено для использования внутри здания в качестве первичного средства пожаротушения. Оно включает следующие элементы: ввод в здание, водомерный узел для учета расходуемой воды, магистральные и распределительные трубопроводы, водоразборную арматуру и пожарные краны, насосные станции с пневматическими или открытыми водонапорными баками.

Пожарная безопасность оборудования обусловлена характером технологических процессов, которые делятся на периодические и непрерывные. Непрерывные более пожаробезопасны, т. к. обеспечивается стабилизация процесса во времени, исключается периодическое открывание крышек, дверок, устраняется

опасность насыщения огнеопасными веществами, облегчается регулировка, механизация и автоматизация процесса. При обоснованном выборе конструкции технологического оборудования, правильном расчете основных деталей на прочность, жесткость, герметичность и противозерозионную стойкость и при нормальной эксплуатации оборудование не должно быть пожаро- и взрывоопасным.

Общими мерами пожарной безопасности при эксплуатации технологического оборудования являются:

- соответствие режима работы оборудования паспортным данным и технологическому регламенту (температура, давление, скорость рабочих органов и т. д.);
- своевременная и качественная смазка подшипников и механизмов машины;
- надежная герметизация подвижных и неподвижных соединений;
- теплоизоляция нагретых поверхностей;
- визуальный и приборный контроль утечек пожаро- и взрывоопасных паров, газов и жидкостей;
- применение местной и центральной аспирации;
- предотвращение накопления зарядов статического электричества;
- соблюдение правил безопасности при остановке оборудования на осмотр и ремонт;
- исключение огневых работ одновременно с разборкой оборудования и трубопроводов, при которых возможно выделение горючих веществ;
- систематический контроль степени натяжения приводных ремней, лент конвейеров и т. п.;
- применение систем автоматизации, блокировки, средств контроля, предупредительной и аварийной сигнализации;
- применение маркировки и отличительной окраски технологических трубопроводов;
- своевременное проведение осмотров и выполнение графиков планово-предупредительного ремонта (ППР);
- выполнение требований обучения обслуживающего персонала технологического оборудования.

Для обеспечения безопасности людей при пожарах в зданиях и сооружениях предусматриваются эвакуационные пути. Пути эвакуации и эвакуационные выходы должны быть обозначены указательными знаками пожарной безопасности, предусмотренными техническими нормативными правовыми актами.

## **6.2.7 Расчет экономической эффективности внедрения проекта в производство**

Экономические расчеты в дипломном проекте преследуют цель определить размеры экономического эффекта, который может быть получен в результате внедрения разрабатываемого или модернизируемого объекта. В инженерной практике эти расчеты обычно проводятся на первом этапе конструкторской или научно-исследовательской работы, т. к. позволяют убедиться в ее целесообразности. Работа над дипломным проектом также должна начинаться с расчета ожидаемой экономической эффективности, которая характеризуется экономией денежных средств, людских ресурсов и сроков окупаемости.

При создании оборудования или линии нового поколения сравнивают технические и экономические показатели базового и проектируемого вариантов. За базовый вариант принимают наиболее близкий по устройству и назначению отечественный или зарубежный аналог действующего оборудования или линии.

При сравнении технических показателей базового и проектируемого вариантов учитывают прежде всего показатели назначения, в частности производительность, габаритные размеры, потребление энергоресурсов, материалоемкость, а также характеристики надежности: безотказность, долговечность и ремонтпригодность. Большое значение имеет показатель удобства санитарной обработки.

При сравнении экономических показателей базового и проектируемого вариантов учитывают не только их цены, но и затраты, связанные с транспортированием и монтажом оборудования, с капитальным строительством при подготовке зданий и помещений, с текущим обслуживанием и эксплуатацией.

Не менее важен этап технико-экономического обоснования создания или модернизации оборудования или линии – расчет годового экономического эффекта, когда за базовый вариант принимают оборудование, подлежащее замене.

Целесообразность новой разработки может подтвердить только положительный годовой экономический эффект, представляющий собой годовую экономию приведенных затрат, т. е. сумму капвложений и текущих затрат, приведенных к одной соразмерности в соответствии с нормативным коэффициентом экономической эффективности. Важный показатель – срок окупаемости капитальных вложений, т. е. период, в течение которого капвложения соизмеряются с экономией от внедрения.

Положительный экономический эффект, получаемый от внедрения нового или модернизированного оборудования или линии, обусловлен снижением затрат

производственных ресурсов на выпуск готовой продукции. Основные статьи дополнительного дохода от внедрения следующие: увеличение объема готовой продукции; сокращение уровня дефектной продукции, отходов и низкосортной продукции; экономия энергоносителей; уменьшение численности производственного персонала и др. Таким образом, достижение наибольшего положительного годового экономического эффекта возможно при снижении капвложений и затрат производственных ресурсов.

Пример расчета раздела представлен в приложении П.

По экономическому разделу проекта не только проводятся расчеты экономической эффективности, но и оформляется лист графического материала. На листе в виде таблицы приводятся основные технико-экономические показатели дипломного проекта. Содержание листа графической части определяет консультант.

После окончательного оформления РПЗ и листа графического материала консультант подписывает титульный лист дипломного проекта по соответствующему разделу и лист технико-экономических показателей проекта.

Раздел «Расчет экономической эффективности внедрения проекта в производство» выполняется под руководством консультанта с кафедры экономики и организации предприятий агропромышленного комплекса в соответствии с методическими указаниями по выполнению специальных разделов дипломного проекта.

Кроме перечисленных, расчетно-пояснительная записка может иметь и другие разделы в зависимости от тематики дипломного проекта и содержания рассматриваемых вопросов.

По согласованию с руководителем состав, наименование и порядок следования разделов могут изменяться.

### **6.3 Оформление графической части проекта**

Графический материал является обязательной частью дипломного проекта. Он должен быть органически увязан с содержанием работы и в наглядной форме иллюстрировать основные положения анализа и проектирования.

Содержание графических разработок ДП и распределение их по разделам зависят от темы и могут корректироваться руководителем.

*Примерное содержание графической части:*

Лист 1 – Машинно-аппаратурная схема процесса производства продукции (приложение Р);

Лист 2 – План размещения оборудования в цехе по производству продукции (приложение С);

Лист 3, 4 – Сборочный чертеж или чертеж общего вида оборудования (приложение Т);

Лист 5 – Патентный поиск (приложение У);

Лист 6 – Рабочие чертежи оборудования (приложение Ф);

Лист 7 – Модернизация оборудования (приложение Х);

Лист 8 – Детализовка, не менее одного листа формата А1 (приложение Ц);

Лист 9 – Техничко-экономические показатели проекта (приложение Ч).

Состав и содержание графической части дипломного проекта зависят от специфики и особенностей разрабатываемой темы и определяются заданием на данный проект.

## 7 Оформление дипломного проекта

### 7.1 Оформление листов расчетно-пояснительной записки

Текстовые материалы РПЗ выполняются на листах белой машинописной бумаги, оформленных рамками в соответствии с рисунком 7.1. Отдельные материалы РПЗ (развернутые таблицы, иллюстрации, схемы) могут быть выполнены на листах формата А3.

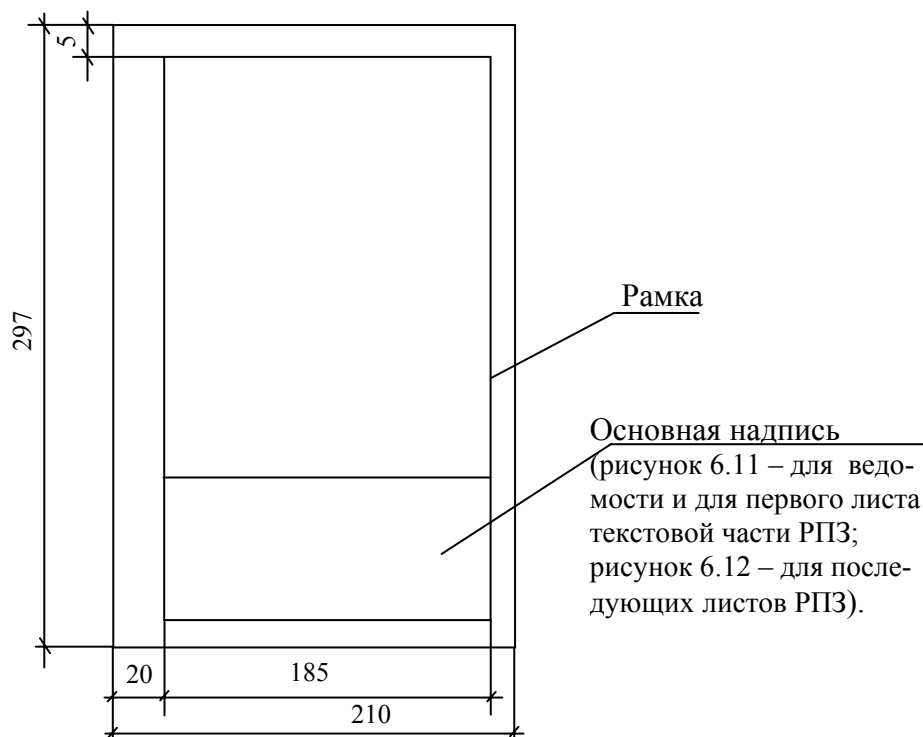


Рисунок 7.1 – Компоновка и размеры листа текстовой части РПЗ



Основные надписи на листах расчетно-пояснительной записки выполняют по формам согласно ГОСТ 2.104–2006 «ЕСКД. Основные надписи». Образцы форм приведены в подразделе 7.5.

Применение тех или иных форм основных надписей должно соответствовать материалу, приведенному на разрабатываемом листе.

Рекомендации по применению форм основных надписей следующие:

- форма рисунка 7.11 – для ведомости комплекта проектной документации, спецификаций конструкторской части и оборудования (приложение Ж), для листа РПЗ, с которого начинается изложение текстовой части записки (обычно лист «Оглавление») (приложение К);

- форма рисунка 7.2 – для последующих листов РПЗ (приложение И).

Листы записки и приложений имеют сквозную нумерацию арабскими цифрами. Титульному листу, заданию на проектирование, реферату номера присваивают, но не проставляют. Номера страниц начинают проставлять с листа «Оглавление».

Последовательность расположения материалов в РПЗ приведена в п. 5.2.

При оформлении РПЗ следует руководствоваться положениями ГОСТ 2.105–95 «ЕСКД. Общие требования к текстовым документам».

Иллюстрации (таблицы, чертежи, схемы и т. п.), расположенные на отдельных листах записки, включают в общую нумерацию страниц. Лист, формат которого больше формата А4, учитывают как одну страницу.

При размещении текста на поле листа руководствуются следующим:

- расстояние между строками текста – 10 мм;  
- расстояние от рамки до границы текста на листе в начале и в конце строки – не менее 3 мм;

- от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней рамки должно быть не менее 10 мм.

Абзацы в тексте начинают с отступа размером 12,5 мм.

Пример расположения текста приведен на рисунке 7.2.

Форма основной надписи для листа РПЗ, с которого начинается изложение текстовой части записки (обычно лист «Оглавление») представлена на рисунке 7.3; для последующих листов РПЗ – на рисунке 7.4.

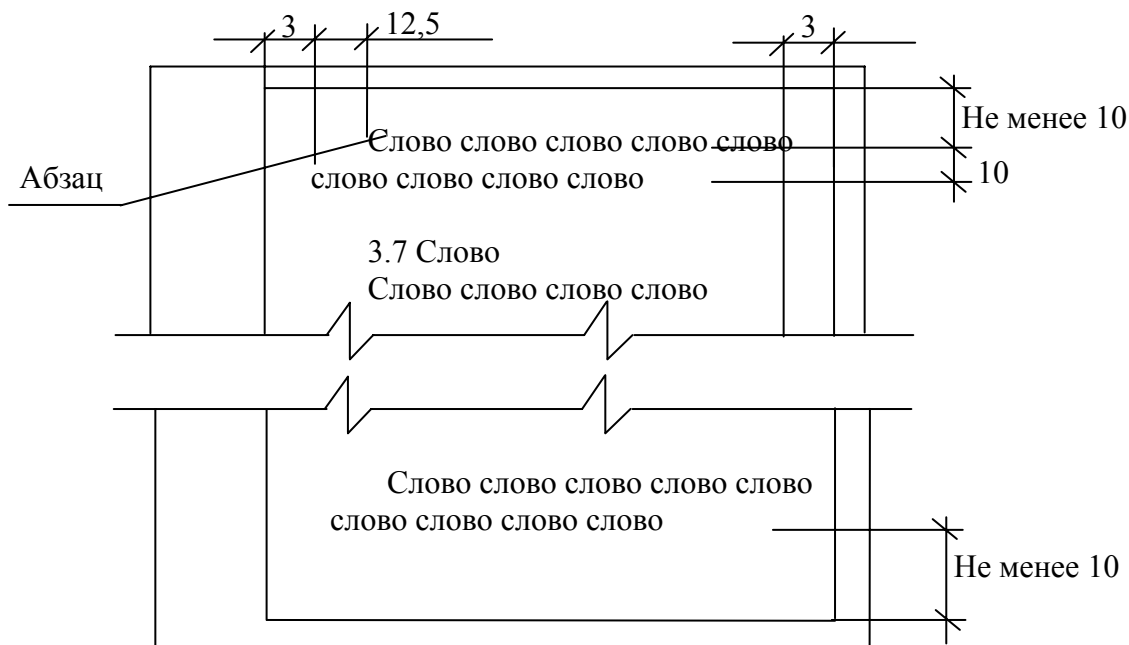


Рисунок 7.2 – Расположение текста на листе

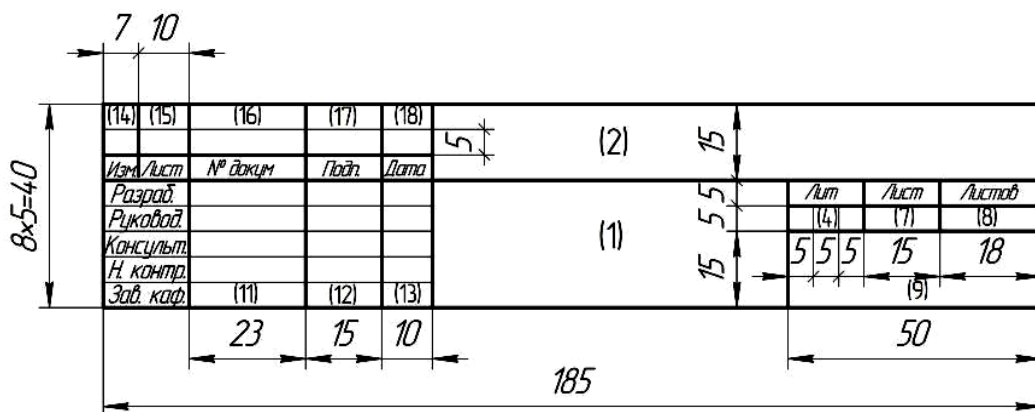


Рисунок 7.3 – Форма основной надписи, которая применяется для листа РПЗ, с которой начинается изложение текстовой части записки (обычно лист «Оглавление»), ведомости комплекта проектной документации, спецификаций конструкторской разработки и оборудования

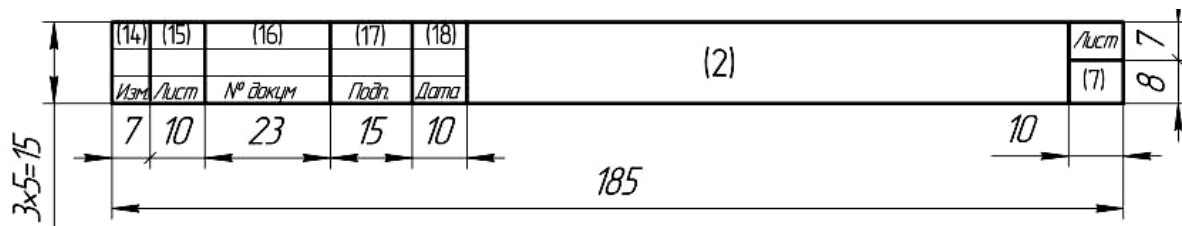


Рисунок 7.4 – Форма основной надписи, которая применяется для последующих листов РПЗ и чертежей

Незначительные неточности, опiski, ошибки, ошибочные записи, обнаруженные в процессе выполнения текстового материала на листе, допускается исправлять закрашиванием корректором.

## 7.2 Правила построения текстового материала

Текстовый материал РПЗ подразделяют на разделы, подразделы, пункты. Слова в названии разделов, подразделов и пунктов не переносятся.

Разделам присваивают порядковые номера, которые обозначают арабскими цифрами без точки и записывают с абзацного отступа полужирным шрифтом строчными буквами с первой прописной.

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и номера подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Название подраздела пишется с абзацного отступа полужирным шрифтом строчными буквами с первой прописной.

Нумерация пунктов обычно не выполняется. При необходимости нумерации пунктов, номер его состоит из номера раздела, номера подраздела и номера пункта, разделенных точками. В конце номера пункта точка не ставится.

Если раздел или подраздел состоит из одного пункта, то пункт не нумеруется.

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления. Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис. При необходимости ссылки в тексте на одно из перечислений ставят строчную букву русского или латинского алфавита со скобкой. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа.

Примеры оформления перечислений:

- _____	a) _____
- _____	б) _____
1) _____	1) _____
2) _____	2) _____
- _____	в) _____

В пределах одного пункта допускается не более одной группы перечислений.

Разделы, подразделы и при необходимости пункты должны иметь заголовки. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов, пунктов. Переносы слов в заголовках не допускаются.

Заголовки подразделов (пунктов) не должны повторять содержание заголовков разделов (подразделов).

Заголовок записывается с прописной буквы. Точка в конце не ставится. Заголовки не подчеркиваются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Расстояние между заголовком и текстом равно 3 (одинарным) интервалам при выполнении машинописным способом или 15 мм при выполнении рукописным способом. Расстояние между заголовками раздела и подраздела – 2 (одинарных) интервала при выполнении машинописным или 8 мм при выполнении рукописным способом.

Каждый раздел РПЗ следует начинать с новой страницы.

### **7.3 Изложение текста расчетно-пояснительной записки**

#### **7.3.1 Общие положения**

При выполнении текста записки машинописным способом его набирают в текстовом редакторе Word, используя шрифты Times New Roman размером 14 pt (пунктов) с полуторным интервалом, выравнивание – по ширине, абзацный отступ – 12,5 мм. При рукописном способе текст выполняют четким почерком – шрифтом с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм и расстоянием между строками 7–10 мм.

Текст расчетно-пояснительной записки должен быть четким, по возможности кратким (без повторений) и не допускать различных толкований.

При изложении обязательных требований в тексте должны применяться слова «должен», «следует», «необходимо», «требуется», «не допускается», «не следует» и т. п. При изложении других положений следует применять слова «могут быть», «при необходимости», «в случае» и т. д. Допускается использовать повествовательную форму изложения текста, например «применяют», «указывают» и т. п.

В тексте РПЗ должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

В тексте расчетно-пояснительной записки не допускается:

- применять для одного и того же понятия различные термины (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в белорусском и русском языках;

- применять обороты разговорной речи и произвольные словообразования;
- сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр (исключения: единицы измерения в заголовках таблиц и в расшифровке буквенных обозначений, входящих в формулы);
- применять сокращения слов, кроме установленных правилами орфографии или действующими стандартами;
- применять математический знак минус (–) перед отрицательными значениями величин (кроме формул, таблиц и рисунков). Следует писать слово «минус»;
- применять знак Ø для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»);
- употреблять без числовых значений математические и другие знаки, например: = (равно), > (больше), < (меньше), % (процент), № (номер) и т. п.
- применять индексы нормативных документов (например, ГОСТ, СНИП, СТП, СНБ) без регистрационного номера. Год утверждения допускается не указывать.

В тексте РПЗ должны применяться единицы физических величин в соответствии с ТР 2007/003/ВУ (приложение Л).

В тексте числовые значения величин с размерностью следует писать цифрами, а без размерности – словами. Например: «расстояние между приборами на щите – не менее 30 мм»; «мощность электродвигателя – 3,0 кВт». Единицы счета от одного до девяти пишутся словами, а свыше 10 – цифрами. Например: «включено восемь ламп»; «установлено 12 аппаратов».

Единица физической величины одного и того же параметра в пределах текста должна быть постоянной. Если в тексте приводится ряд числовых значений, выраженных в одной и той же единице физической величины, то ее указывают только после последнего числового значения, например: 1,5; 1,75; 2,0 м. Диапазон числовых значений записывается с указанием значения физической величины после каждого или после последнего числового значения диапазона, за исключением знаков %, °С, °, которые указываются после каждого числового значения, например: от 1 до 5 мм; от плюс 10 °С до минус 40 °С.

Отделять единицу физической величины от числового значения (например, при переносе на другую строку) не допускается.

Дробные числа необходимо приводить в виде десятичных дробей, за исключением размеров в дюймах. Например: 1/4" и 1/2" (но не  $\frac{1}{4}$  ").

Если в тексте появляется необходимость привести какое-нибудь частное, конкретизирующее пояснение или необходимые справочные данные к содержанию текста, таблиц или иллюстраций, то их можно оформлять примечаниями.

Примечания следует помещать непосредственно после текстового, графического материала или в таблице, к которым относятся эти примечания, и писать с прописной буквы с абзаца.

Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире и примечание пишется тоже с прописной буквы. Одно примечание не нумеруют. В таблице примечание помещают в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы (ГОСТ 2.105).

Примеры:

Примечание – \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Примечания

1 \_\_\_\_\_

2 \_\_\_\_\_

### 7.3.2 Формулы

В РПЗ математические формулы могут быть расположены внутри текста или отдельными строками. Внутри текста помещают несложные и не дробные формулы. Такие формулы, как правило, не нумеруют.

На отдельных строках приводят более сложные формулы, которые обычно сопровождаются пояснениями примененных символов. Выше и ниже формулы необходимо оставлять по одной свободной от записи строке.

Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, разделяют запятой.

Если формула не умещается в одну строку, то делается перенос. Переносить формулу на следующую строку допускается только на знаках выполнения операций: плюс (+), минус (–), умножение (×) или на знаках равенства (=), неравенства (≠), знаках соотношений и т. п.

При переносах формул знак операции, на котором выполняется перенос, проставляется дважды: в конце первой строки и в начале следующей. При переносе на операции умножения ставят знак «×» даже в случае, если в формуле применен знак «·» или знак отсутствует. Перенос формулы на знаке деления «:» не разрешается.

Все формулы, помещенные в тексте РПЗ, нумеруют арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа от нее в круглых скобках по краю страницы.

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

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими стандартами. Непосредственно под формулой приводятся пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

*Пример.* Выход готовой продукции при переработке мяса определяют к массе сырья  $M_n$ , кг, по формуле

$$M_n = \frac{M_c \cdot z}{100} \quad (1) \text{ или } (6.1),$$

где  $M_n$  – количество готовой продукции в смену, кг;

$M_c$  – количество сырья в смену, кг;

$z$  – выход к массе сырья, %.

Обозначение единиц измерения физических величин в каждом пояснении следует отделять запятой от текста пояснения.

Расшифровку буквенного символа производят один раз при первом его использовании в тексте или формуле.

Буквенный символ для обозначения одного и того же параметра должен быть одинаковым в пределах всей РПЗ.

Для описания различных математических действий рекомендуется использовать такие варианты выражений, как: «подставив в уравнение..., получаем...»; «исходя из предельных значений рассчитываются...»; «при... отношение принимает вид...»; «указанным требованиям удовлетворяет...» и т. д.

При написании формул следует соблюдать пунктуацию и орфографию математического предложения. В формулах точка как знак умножения перед буквенным символом после скобки и перед скобкой не ставится.

### 7.3.3 Построение таблиц

Таблицы в текстовом документе применяют для улучшения наглядности, удобства сравнения показателей или результатов выполненных расчетов, анализа, обобщения т. п. Таблицы по возможности должны быть простыми.

Название таблицы должно отражать содержание таблицы, быть точным, кратким. Название следует размещать над таблицей после слова «Таблица».

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

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц в соответствии с рисунком 7.5.

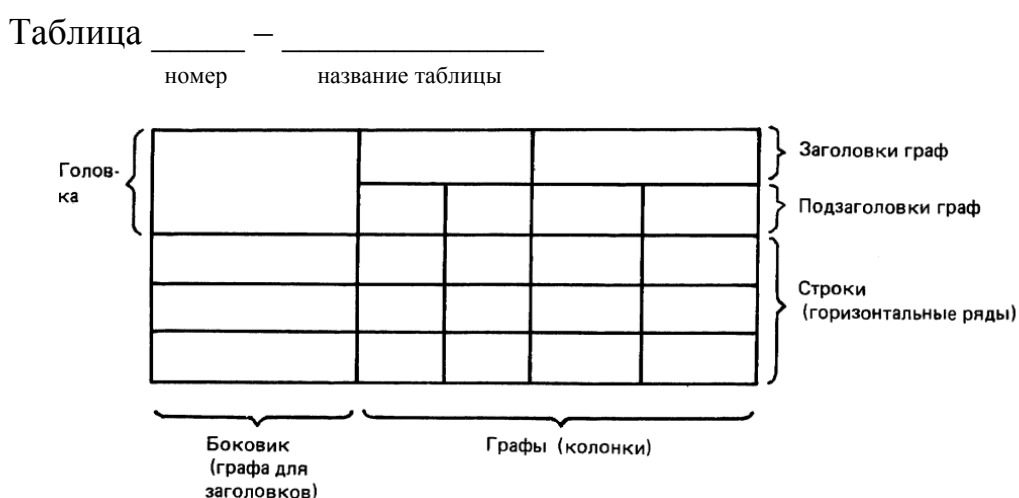


Рисунок 7.5 – Оформление таблицы

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

Если в документе одна таблица, она должна быть обозначена «Таблица 1». Если она приведена в приложении В – «Таблица В.1».

Таблицы допускается располагать вдоль длинной стороны листа расчетно-пояснительной записки.

Если строки или графы таблицы выходят за формат листа, то таблицу делят на части и выполняют перенос, помещая одну часть под другой или рядом на этом же листе, либо переносят на следующий лист. При делении таблицы в каждой части повторяют ее заголовок и боковик (допускается головку и боковик заменять соответственно номером граф или строк, при этом нумеруют арабскими цифрами графы или строки первой части таблицы).



При переносе таблицы слово «Таблица» указывают один раз слева над первой частью таблицы (см. рисунок 7.5). Над другими частями слева пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием ее номера, а над последней частью – «Окончание таблицы».

Если в конце страницы таблица прерывается и ее продолжение будет на следующей странице, в первой части таблицы нижнюю горизонтальную линию, ограничивающую таблицу, допускается не приводить.

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

Заголовки граф и строк в таблице следует писать с прописной буквы, а подзаголовки граф – со строчной, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

Таблицы слева, справа и внизу, как правило, ограничивают линиями. Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается.

Горизонтальные и вертикальные линии строк рекомендуется не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей.

Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм. Размер шрифта Times New Roman рекомендуется не менее 12 pt.

Нумерация граф таблицы выполняется в следующих случаях:

- при переносе таблицы на следующую страницу;
- в случае, когда в тексте необходимо дать ссылки на них;
- при делении таблиц на части.

Включать в таблицу графу «Номер по порядку» не допускается. При необходимости нумерации показателей их порядковые номера указывают в первой графе непосредственно перед наименованием показателя.

Перед числовыми значениями величин и обозначением типов, марок порядковые номера не проставляют.

Если все показатели, приведенные в таблице, выражены в одной и той же единице физической величины или одна и та же величина используется в большинстве граф, то ее обозначение помещают над таблицей справа (см. рисунок 7.6), а в подзаголовках остальных граф приводят обозначения других единиц физических величин.

Для сокращения текстов заголовков и подзаголовков отдельные понятия заменяют буквенными обозначениями, если они пояснены в тексте, например:  $D$  – диаметр,  $H$  – высота,  $L$  – длина (рисунок 7.6).

Таблица ...

В миллиметрах

Условный проход $D_y$	$D$	$L_1$	$L_2$	$L_3$	Масса, кг
50	160	130	525	600	160
80	195	210	525	600	170

Рисунок 7.6 – Оформление обозначений физических величин в таблице

Показатели с одним и тем же буквенным обозначением группируют последовательно в порядке возрастания индексов, если иной порядок записи не предусмотрен другими нормативными документами.

Обозначение единицы физической величины, общей для всех данных в строке, следует указывать после ее наименования в соответствии с рисунком 7.7.

Условные значения показателя проставляют на уровне последней строки наименования показателя (рисунок 7.7).

Показатели	Объект № 1
1 Расчетная мощность, кВт	30
2 Номинальный ток, А	67
...	
9 Годовой расход электроэнергии, кВт·ч	3200

Рисунок 7.7 – Оформление записей в таблице

Если в графе таблицы помещены значения одной и той же физической величины, то ее обозначение указывают в заголовке (подзаголовке этой графы).

Числовые значения величин, одинаковые для нескольких строк, допускается указывать один раз (рисунок 7.8).

Тип выключателя	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток $I_n$ , А	Номинальный ток расцепителя $I_{n, расц}$ , А
ВА 51-25	660	25	6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25
ВА 51-31		100	16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100

Рисунок 7.8 – Оформление числовых значений, одинаковых для нескольких строк

Текст, повторяющийся в строках одной и той же графы и состоящий из одиночных слов, чередующихся с цифрами, заменяют кавычками («»). Если

повторяющийся текст состоит из двух или более слов, при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее кавычками. Если предыдущая фраза является частью последующей, то допускается заменить ее словами «То же» и добавить дополнительные сведения (рисунок 7.9).

Таблица ...

Марка	Провод	Преимущественные области применения	ГОСТ, ТУ
ПВ-1	Медный с ПВХ изоляцией	Монтаж вторичных цепей, прокладка в каналах, монтаж силовых и осветительных сетей	ГОСТ 6323–79
ПВ-2	То же	Монтаж вторичных цепей, гибкий монтаж при скрытой или открытой прокладке	То же
ПВ-3	»	То же	»

Рисунок 7.9 – Оформление повторяющихся записей в таблице

Заменять кавычками повторяющиеся в таблицах цифры, знаки, обозначения марок и типы не допускается.

При отсутствии отдельных данных в таблице следует сделать прочерк (тире). При указании в таблице последовательных интервалов чисел их следует записывать: «от... до... включительно».

Интервалы чисел в тексте записывают со словами «от» и «до», если после чисел указана единица измерения или числа представляют безразмерные коэффициенты. Интервалы чисел записывают через дефис, если числа представляют порядковые номера.

При наличии в тексте небольшого по объему материала его нецелесообразно оформлять таблицей, а следует давать текстом, располагая цифровые данные в виде колонок.

Пример:

Наименьшие допустимые сечения кабелей и проводов электрических сетей в зданиях (линии питающих и распределительных сетей), мм:

медных	1,5...4,5
алюминиевых и алюмомедных	2,5...6,0

### 7.3.4 Оформление иллюстраций

Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации должны быть выполнены в соответствии с требованиями

стандартов ЕСКД и СПДС, легко читаемы и расположены так, чтобы при чтении текста их было легко рассматривать.

Иллюстрации могут быть выполнены на белой бумаге, «миллиметровке», ватмане и т. п. При использовании в качестве иллюстраций записи самопишущих приборов бумажная лента наклеивается на лист записки.

Иллюстрации именуется (обозначаются) словом «Рисунок» и нумеруются арабскими цифрами сквозной нумерацией, даже если в тексте приводится только одна иллюстрация. Слово «Рисунок» с номером помещают под иллюстрацией.

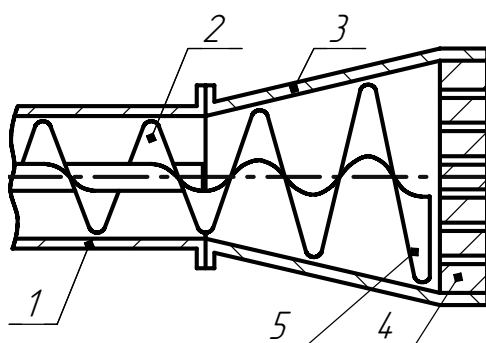
При большом количестве иллюстраций допускается нумеровать их в пределах раздела. В этом случае указываются номера раздела и рисунка в пределах данного раздела, разделенные точкой.

При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела.

Иллюстрации должны иметь наименование, которое записывается под иллюстрацией в одну строку с обозначением. Например, «Рисунок 1 – Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей».

Слово «Рисунок» и название рисунка выравниваются по центру и пишутся шрифтом на 1-2 пт меньше, чем текст основной записки.

Иллюстрации могут иметь пояснительные данные. Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных.



1 – корпус; 2 – шнек; 3 – камера предматричная; 4 – матрицы; 5 – направляющая винтовая

Рисунок 7.10 – Схема устройства для формования пищевых масс

Если в тексте документа имеется иллюстрация, на которой изображены составные части изделия, то на этой иллюстрации должны быть указаны номера позиций этих составных частей в пределах данной иллюстрации, которые разме-

щают в возрастающей последовательности слева направо, а для электро- и радиоэлементов – позиционные обозначения, установленные в схемах данного изделия. Исключение составляют электро- и радиоэлементы, являющиеся органами регулировки или настройки, для которых дополнительно указывают в подрисуночном тексте назначение каждой регулировки и настройки, позиционное обозначение и надписи на соответствующей планке или панели.

На приводимых в документе электрических схемах около каждого элемента указывают его позиционное обозначение, установленное соответствующими стандартами, и при необходимости – номинальное значение величины.

Листы, на которых размещены иллюстрации, включают в общую нумерацию листов записки.

### **7.3.5 Ссылки**

Ссылки в тексте на литературу приводятся в виде порядкового номера по списку использованных источников, приводимому в конце расчетно-пояснительной записки. Номер источника берется в квадратные скобки, например: [2], [13].

При ссылке на иллюстрации или на таблицы указывают их порядковые номера, например: «рисунок 2», «таблица 3». Слова «рисунок» и «таблица» пишутся без сокращения.

В тексте при ссылке на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2» или «см. рисунок 2», «в таблице 3...».

Ссылки в тексте на формулы дают, приводя их номера в скобках, например: «... в формуле (1)».

### **7.3.6 Сноски**

Если при написании текста РПЗ необходимо пояснить отдельные данные, то эти данные обозначают надстрочными знаками сноски арабскими цифрами со скобкой – 1), 2) и т. д. (допускается обозначать знак сноски звездочками – \*, если сносок не более четырех).

Знак сноски ставится непосредственно после того слова, числа, предложения, к которому дается пояснение.

Знак сноски помещают на уровне верхнего обреза шрифта. Пример: «... сечение жилы\* ...», «... регулирующий прибор<sup>2)</sup> ...».

Сноска в тексте располагается с абзацного отступа в конце той страницы, на которой она обозначена, и отделяется короткой тонкой горизонтальной линией с левой стороны листа.

Если сноска дана к таблице, то она располагается в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы.

Нумерация сносок – отдельная для каждого листа РПЗ.

## 7.4 Оформление графической части проекта

Объем графической части дипломного проекта должен составлять не менее девяти листов (из расчета объема по формату А1). Содержание чертежей определяется заданием на проектирование.

Графические разработки дипломного проекта включают: генеральные планы предприятий с инженерными сетями, планы зданий или сооружений с расположением оборудования, конструктивные схемы защитных устройств, графики, таблицы, экономические показатели и т. д.

Графическая часть проектов и работ должна выполняться на листах формате А1 (ГОСТ 2.301). При необходимости формат А1 делится на форматы А2, А3, А4 в любой комбинации и не разрезается. Допускается также выполнение схем и чертежей на листах других форматов, установленных ГОСТ 2.301. Основные надписи располагаются в соответствии с рисунком 7.11.

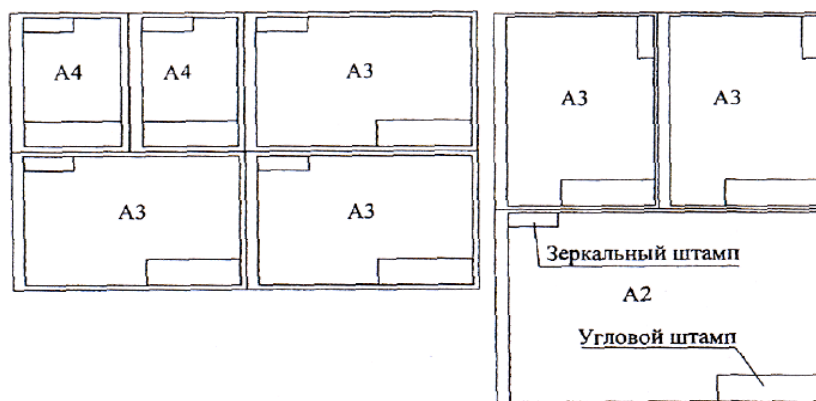


Рисунок 7.11 – Примеры деления формата А1 на форматы А2, А3 и А4

Формат, как правило, выбирают из ряда, предусмотренного ГОСТ 2.301–68 и ГОСТ 2.102–68 (таблица 7.1).

Таблица 7.1 – Обозначения и размеры основных форматов

Обозначение формата	А0	А1	А2	А3	А4
Размеры сторон, мм	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×197

Чертежи следует выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ 2.301–68; ГОСТ 2.308–68. Рекомендуется оформление графической документации с использованием автоматизированных систем.

Каждый лист чертежей должен иметь внешнюю (соответствующую размерам выбранного формата) и внутреннюю рамки. В правом нижнем углу формата располагают основные надписи. Размеры и содержание основных надписей выполняется в соответствии с ГОСТ 21.101.

Основная надпись помещается в правом нижнем углу листа. На листах формата А4 основная надпись располагается вдоль короткой стороны листа. Форма основной надписи выполняется в соответствии с ГОСТ 2.104–2004 и приведена на рисунке 7.12.

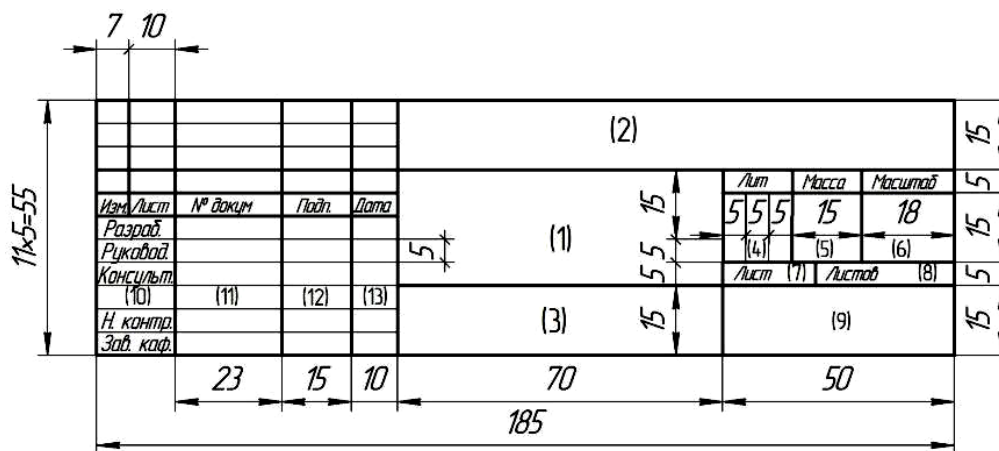


Рисунок 7.12 – Форма основной надписи, которая применяется для первых листов графической части

Указания о заполнении основной надписи.

В графах основной надписи (номера граф показаны в скобках) указывают:

- а) в графе 1 – наименование изделия и (или) наименование документа, если этому документу присвоен код (например: Расчетно-пояснительная записка или Техническое обеспечение производства картофеля в ОАО ... с модернизацией ...);
- б) в графе 2 – обозначение документа (шифр);
- в) в графе 3 – обозначение материала по ГОСТ;
- г) в графе 4 – литеру документа (в учебных проектах У);
- д) в графе 5 – массу изделия, кг (без указания единицы измерения);
- е) в графе 6 – масштаб;
- ж) в графе 7 – порядковый номер листа (для одного листа графа не заполняется);
- з) в графе 8 – общее количество листов документа;
- и) в графе 9 – наименование организации и номер учебной группы студента, выпускающего документ (БГАТУ, гр. 10 т);

к) в графе 10 – характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ;

л) в графе 11 – фамилии лиц, подписывающих документ;

м) в графе 12 – подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11;

н) в графе 13 – даты.

Графы 14–18 в дипломных и курсовых проектах не заполняются (см. рисунки 7.3, 7.4).

Если чертеж состоит из двух и более листов, то на последующих листах основную надпись выполняют по рисунку 7.12 и заполняют графы 2 и 7.

Масштабы изображений на чертежах и иллюстрациях принимаются в соответствии с ГОСТ 2.302. Изображения изделий следует рационально размещать на рабочем поле чертежного листа в масштабе, обеспечивающем четкое представление о форме, устройстве и конструкции изделия. Предпочтителен масштаб М 1:1. Небольшие изделия сложной формы изображают в масштабах увеличения, крупные изделия – в масштабах уменьшения, указанных в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Масштабы

Масштабы уменьшения	1:2; 1:2,5; 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
Натуральная величина	1:1
Масштабы увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

Если на чертеже имеются изображения, выполненные в отличном от указанного в основной надписи масштабе, то такой масштаб помещают непосредственно над изображением и записывают, например, как А (2:1).

Все конструкторские документы разделяют на виды (ГОСТ 2.102).

Чертеж общего вида (ВО) – документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия.

Габаритный чертеж (ГЧ) – документ, содержащий контурное изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами.

На габаритном чертеже допускается помещать техническую характеристику изделия (например, тяговое усилие на выходном звене, производительность, общее передаточное число и т. п.) и технические требования к монтажу изделия (например, допускаемое радиальное смещение и перекосы валов и т. п.).

Сборочный чертеж (СБ) содержит изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля.

Чертеж детали – документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.



Схема – документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.

Чертеж общего вида включает в себя: изображение, виды, разрезы, сечения изделия, надписи и текстовую часть (пример оформления чертежа общего вида представлен в приложении Т).

Чертеж общего вида относится к проектным документам, разрабатывается с учетом требований ГОСТ 2.118, 2.119, 2.120 и является основой для разработки сборочных чертежей.

Изображения выполняют с максимальными упрощениями, предусмотренными стандартами ЕСКД для чертежей деталей.

На чертеж общего вида наносят:

а) размеры:

- габаритные;

- установочные и соединительные;

- которые необходимо точно выдержать на чертежах детали;

б) техническую характеристику;

в) технические требования (при необходимости).

Наименование и обозначения составных частей изделия обычно указывают в таблице, размещенной на том же месте, что и изображение, или в таблице на отдельном листе, а номера позиций указывают на полках линий-выносок (приложение Ц).

Сборочный чертеж должен содержать:

а) изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающее возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы;

б) размеры, предельные отклонения и другие параметры (например, посадки) и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу;

в) указания о характере сопряжения и методах его осуществления (при необходимости);

г) номера позиций составных частей, входящих в изделие;

д) габаритные размеры изделия;

е) установочные, соединительные и другие необходимые справочные размеры;

ж) техническую характеристику (при необходимости);

з) технические требования.

Пример оформления сборочного чертежа представлен в приложении Ф.

В сборочные чертежи можно включать данные о функциях изделия и о взаимодействии его частей, например: стрелки, показывающие направление вращения валов; модуль, число зубьев, угол наклона и направление зубьев зубчатых колес; размеры диаметров делительных окружностей; межосевые расстояния передач и др.

Изображения и штриховку сечений и разрезов выполняют по ГОСТ 2.305.

На отдельных изображениях (дополнительных видах, разрезах, сечениях) допускается показывать только те части изделия, конструкцию которых требуется пояснить особо. Над таким изображением ставят соответствующее обозначение и номер позиции изображаемой детали. На сборочном чертеже допускается разрыв изображения на одной из проекций.

Виды, разрезы и сечения, как правило, выполняют в масштабе М 1:1. Места сопряжений и сложные конструктивные элементы показывают в масштабе увеличения.

Все составные части изделия на сборочном чертеже нумеруют. Номера позиций приводят над полками линий-выносок, пересекающих контур изображения и заканчивающихся на нем точкой. Линии-выноски не должны пересекаться и не должны (по возможности) пересекать размерные линии, а также не должны быть параллельны линиям штриховки. Шрифт номеров позиций должен быть на 1-2 номера больше шрифта размерных чисел чертежа. Номера позиций деталей наносят арабскими цифрами, избегая окончаний на ноль (10, 20, 30 и т. д.), как правило один раз, но допускается повторно указывать номер позиции одинаковых составных частей. Для группы крепежных деталей, относящихся к одному месту крепления, допускается проводить общую линию-выноску. При этом полки номеров позиций нужно располагать в колонку и соединять их концы сплошной тонкой линией.

Габаритные размеры – размеры, необходимые для определения размеров места установки изделия, изготовления тары, транспортирования и т. д.

Установочные и присоединительные размеры – размеры, необходимые для установки изделия на месте монтажа, а также определения размеров и места положения элементов, которые присоединяются к данному изделию; к присоединительным размерам относят размеры выступающих участков входного и выходного валов, на которые монтируют другие изделия; размеры конструктивных элементов, предназначенных для подвода и отвода масла, и т. п.

Техническую характеристику размещают на свободном поле чертежа над основной надписью под заголовком «Техническая характеристика».

Технические требования к изделию: требования к сборке, настройке и регулированию изделия, например: «Расточку пазов для крышек производить в сборе корпуса», «Плоскость разъема перед сборкой покрыть герметиком» и т. п.; требования к отделке, например: «Необработанные поверхности внутри редуктора красить маслостойкой краской, снаружи – серой нитроэмалью»; требования к эксплуатации, например по смазыванию редуктора, с указанием количества и марки смазывающего материала.

На каждый чертеж сборочной единицы, включая сборочные чертежи и чертежи общих видов, монтажные и габаритные чертежи, составляют спецификацию (приложение М). Она определяет состав сборочной единицы и необходима для изготовления, комплектования конструкторских документов.

Спецификацию составляют на листах формата А4 на каждую сборочную единицу по ГОСТ 2.106–96. Основная надпись на заглавном листе спецификации выполняется по форме рисунка 7.11, а последующие – по форме рисунка 7.12 (приложение М). Спецификация содержит семь граф, представленных на рисунке 7.13.

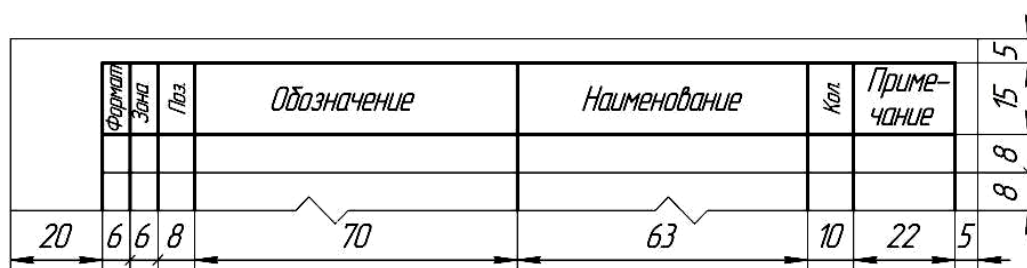


Рисунок 7.13 – Пример оформления спецификации

В спецификацию вносят составные части, входящие в специфицируемое изделие, а также конструкторские документы, относящиеся к этому изделию и к его неспецифицируемым составным частям.

Составные части изделия указываются в виде позиций на сборочных чертежах, чертежах общих видов и т. п. Для этого на чертеже от составных частей проводят линии-выноски, на полках которых указывают номера позиций.

Номера позиций наносят вне контура изображения параллельно основной надписи и группируют в колонку или в строчку на одной линии (по возможности). Номера позиций, как правило, следует указывать на чертеже только один раз.

Номера позиций обычно проставляют в возрастающем порядке по часовой стрелке с перечислением всех составных частей каждого раздела спецификации в порядке следования разделов в ней. Исключение составляют разделы «Доку-

ментация» и «Материалы», которые не имеют составных частей, представленных на чертеже.

Спецификация состоит из разделов, которые располагают в следующей последовательности:

- документация;
- комплексы;
- сборочные единицы;
- детали;
- стандартные изделия, прочие изделия;
- материалы.

### ***Оформление чертежей планов зданий и помещений***

Планы зданий и сооружений на чертеже располагают, как правило, длинной стороной вдоль горизонтальной стороны листа.

Разрезы, виды, сечения, фрагменты и узлы располагают в последовательности их нумерации слева направо и (или) сверху вниз.

На изображении каждого здания или сооружения указывают координационные оси.

На технологических планировках номера позиций (марки) оборудования и организационно-технологической оснастки приводят над полками линии-выносок, проводимых от изображений составных частей предмета, а также рядом с изображением без линии-выноски или в пределах контуров частей предмета, как показано на рисунке 7.14.

При мелкомасштабном изображении линии-выноски заканчивают без стрелки и точки.

Размер шрифта для обозначения координационных осей и номеров позиций (марок элементов) принимают на 1-2 номера больше, чем размер шрифта, принятый для размерных чисел на том же чертеже.

При выполнении чертежей технологических планировок применяются следующие виды линий:

- а) оборудование и организационно-технологическую оснастку изображают сплошной толстой линией;
- б) передвижное оборудование, границы участков – штриховой толстой;
- в) подкрановые пути – штриховой толстой линией с двойной длиной штриха;

г) элементы конструкций зданий, отметки высот, привязку оборудования – тонкой сплошной;

д) контуры перемещающихся частей оборудования – тонкой штрихпунктирной линией с двумя точками;

е) координатные оси и оси симметрии – тонкой штрихпунктирной.

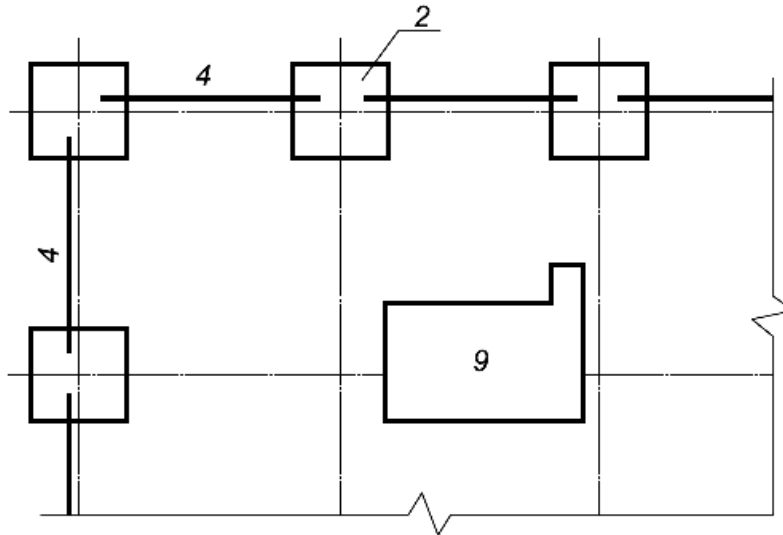


Рисунок 7.14 – Пример нанесения позиций на технологическую планировку

Технологическое оборудование и организационно-технологическую оснастку на чертежах планировок изображают в масштабе упрощенными контурами.

На чертежах планировок условными обозначениями по ГОСТ 2.428–84 показываются места обслуживания оборудования, подвода и отвода сред и виды сред.

### **Оформление схем**

Схемы выполняют без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей изделия (установки) не учитывают или учитывают приближенно, в соответствии с ГОСТ 2.701–2008, ГОСТ 2.703–2011, ГОСТ 2.704–2011.

Условные графические обозначения (УГО) элементов, устройств, функциональных групп и соединяющие их линии взаимосвязи следует располагать на схеме таким образом, чтобы обеспечивать наилучшее представление о структуре изделия и взаимодействии его составных частей.

При выполнении схем применяют следующие графические обозначения:

- УГО, установленные в стандартах Единой системы конструкторской документации, а также построенные на их основе;

- прямоугольники;
- упрощенные внешние очертания (в т. ч. аксонометрические).

При необходимости применяют нестандартизованные УГО.

При применении нестандартизованных УГО и упрощенных внешних очертаний на схеме приводят соответствующие пояснения.

Размеры УГО, а также значения толщины их линий должны быть одинаковыми на всех схемах для данного изделия (установки).

*Все размеры УГО допускается пропорционально изменять.*

*УГО элементов, используемых как составные части обозначений других элементов (устройств), допускается изображать уменьшенными по сравнению с остальными элементами (например, резистор в ромбической антенне, клапаны в разделительной панели).*

УГО на схемах следует выполнять линиями той же толщины, что и линии взаимосвязи.

На схемах допускается помещать различные технические данные, характер которых определяется назначением схемы. Такие сведения указывают либо около УГО (по возможности справа или сверху), либо на свободном поле схемы. Около УГО элементов и устройств помещают, например, номинальные значения их параметров, а на свободном поле схемы – диаграммы, таблицы, текстовые указания (диаграммы последовательности временных процессов, циклограммы, таблицы замыкания контактов коммутирующих устройств, указания о специфических требованиях к монтажу и т. п.).

Текстовые данные приводят на схеме в тех случаях, когда содержащиеся в них сведения нецелесообразно или невозможно выразить графически или в виде УГО.

Содержание текста должно быть кратким и точным. В надписях на схемах не должны применяться сокращения слов, за исключением общепринятых или установленных в стандартах.

Текстовые данные в зависимости от их содержания и назначения могут быть расположены:

- рядом с УГО;
- внутри УГО;
- над линиями взаимосвязи;
- в разрыве линий взаимосвязи;
- рядом с концами линий взаимосвязи;
- на свободном поле схемы.

## Список использованной литературы

1. Андруш, В. Г. Охрана труда : учебное пособие / В. Г. Андруш, Л. Т. Ткачева, Т. П. Кот ; под ред. В. Г. Андруша. – Минск : РИВШ, 2021. – 620 с.
2. Арет, В. А. Физико-механические свойства сырья и готовой продукции : учебное пособие / В. А. Арет, Б. Л. Николаев, Л. К. Николаев. – СПб. : ГИОРД, 2009. – 444 с.
3. Бабарин, В. П. Стерилизация консервов : справочник / В. П. Бабарин. – СПб. : ГИОРД, 2006. – 312 с.
4. Бредихин, С. А. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности : учебное пособие / С. А. Бредихин. – М. : КолосС, 2010. – 408 с.
5. Бренч, А. А. Технологии переработки продукции животноводства : учебно-методическое пособие : в 2 ч. / А. А. Бренч, В. С. Ветров. – БГАТУ, Минск, 2011. – Ч. 1 : Переработка молока и производство молочной продукции. – 153 с.
6. Бутковский, В. А. Современная техника и технология производства муки : учебное пособие / В. А. Бутковский, Л. С. Галкина, Г. Е. Птушкина. – М. : ДеЛи принт, 2006. – 319 с.
7. Введение в технологии продуктов питания : лабораторный практикум : учебное пособие / Г. М. Мелькина [и др.]. – М. : КолосС, 2007. – 256 с.
8. Вобликов, Е. М. Зернохранилища и технологии элеваторной промышленности : учебное пособие / Е. М. Вобликов. – СПб. : Лань, 2015. – 208 с.
9. Ганиев, М. М. Вредители и болезни зерна и зернопродуктов при хранении : учебное пособие / М. М. Ганиев, В. Д. Недорезков, Х. Г. Шарипов. – М. : КолосС, 2009. – 208 с.
10. ГОСТ EN 1672-2–2012. Оборудование для обработки пищевых продуктов. Основные принципы. Часть 2. Гигиенические требования. – Введ. 01.10.16. – Минск : Госстандарт, 2016. – 40 с.
11. ГОСТ Р 34120–2017. Крупный рогатый скот для убоя. Говядина и телятина в тушах, полутушах и четвертинах. Технические условия. – Введ. 01.01.19. – Минск : Госстандарт, 2018. – 26 с.
12. ГОСТ Р 52306–2005. Мясо птицы (тушки цыплят, цыплят-бройлеров и их разделанные части) для детского питания. Технические условия. – Взамен ГОСТ Р 54349–2011 ; введ. 01.01.06. – М. : Стандартиформ, 2005. – 15 с.
13. ГОСТ Р 53852–2010. Колбасы полукопченые из мяса птицы. Общие технические условия. – Введ. 01.07.11. – М. : Стандартиформ, 2011. – 12 с.
14. ГОСТ 10840–2017. Зерно. Методы определения натурности. – Взамен ГОСТ 10840–64 ; введ. 01.07.19. – Минск : Госстандарт, 2019. – 12 с.

15. ГОСТ 2.004–88. ЕСКД. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ. – Взамен ГОСТ 2.004–79, ГОСТ 3.1124–86 ; введ. 01.01.90. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 40 с.

16. ГОСТ 2.105–95. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. – Взамен ГОСТ 2.105–79, ГОСТ 2.906–71 ; введ. 01.07.96. – Минск : Белстандарт, 1996. – 37 с.

17. ГОСТ 2.106–96. ЕСКД. Текстовые материалы. – Введ. 01.01.97. – Минск : Госстандарт, 1997. – 47 с.

18. ГОСТ 2.703–2011. ЕСКД. Правила выполнения кинематических схем. – Взамен ГОСТ 2.703–68 ; введ. 01.11.13. – М. : Стандартиформ, 2012. – 11 с.

19. ГОСТ 2.704–2011. ЕСКД. Правила выполнения гидравлических и пневматических схем. – Взамен ГОСТ 2.704–76 ; введ. 01.01.12. – М. : Стандартиформ, 2012. – 16 с.

20. ГОСТ 21.501–2018. СПДС. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений. – Взамен ГОСТ 21.501–2011 ; введ. 01.06.19. – М. : Стандартиформ, 2019. – 52 с.

21. ГОСТ 26832–86. Картофель свежий для переработки на продукты питания. Технические условия. – Взамен ГОСТ 6014–68 ; введ. 01.06.87. – Минск : Госстандарт, 2017. – 8 с.

22. ГОСТ 31467–2012. Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Методы отбора проб и подготовка их к испытаниям. – Введ. 01.01.15. – Минск : Госстандарт, 2014. – 16 с.

23. ГОСТ 31476–2012. Свины для убоя. Свинына в тушах и полутушах. Технические условия. – Введ. 01.02.15. – Минск : Госстандарт, 2014. – 16 с.

24. ГОСТ 34220–2017. Овощи соленые и квашеные. Общие технические условия. – Взамен ГОСТ 3858–73, ГОСТ 7180–73, ГОСТ 7181–73 ; введ. 01.08.19. – Минск : Госстандарт, 2019. – 16 с.

25. ГОСТ 7.1–2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. – Введ. 01.11.04. – Минск : Госстандарт, 2004. – 48 с.

26. Ивашов, В. И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности : учебник / В. И. Ивашов. – СПб. : ГИОРД, 2010. – 735 с.

27. Инновационные технологии переработки сельскохозяйственной продукции : учебное пособие / Н. В. Казаровец [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – 288 с.



28. Калошин, Ю. А. Технология и оборудование масложировых предприятий : учебник для НПО / Ю. А. Калошин. – М. : Академия, 2002. – 368 с.
29. Курдюмов В. И. Проектирование и расчет средств обеспечения безопасности / В. И. Курдюмов, Б. И. Зотов. – М. : КолосС, 2005. – 216 с.
30. Курочкин, А. А. Технологическое оборудование для переработки продукции животноводства : учебник / А. А. Курочкин. – М. : КолосС, 2010. – 504 с.
31. Курочкин, А. А. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов перерабатывающих производств : учебное пособие / А. А. Курочкин, В. М. Зимняков ; под ред. А. А. Курочкина. – М. : КолосС, 2006. – 320 с.
32. Машины и аппараты пищевых производств : учебник : в 3 кн. / С. Т. Антипов [и др.] ; под ред. В. Н. Панфилова, В. Я. Груданова. – Минск : БГАТУ, 2007. – Кн. 1. – 420 с.
33. Машины и аппараты пищевых производств : учебник : в 3 кн. / С. Т. Антипов [и др.] ; под ред. В. А. Панфилова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : КолосС, 2009. – Кн. 1. – 608 с.
34. Машины и аппараты пищевых производств : учебник : в 3 кн. / С. Т. Антипов [и др.] ; под ред. В. Н. Панфилова, В. Я. Груданова. – Минск : БГАТУ, 2008. – Кн. 2, т. 1. – 580 с.
35. Машины и аппараты пищевых производств : учебник : в 3 кн. / С. Т. Антипов [и др.] ; под ред. В. Н. Панфилова, В. Я. Груданова. – Минск : БГАТУ, 2008. – Кн. 2, т. 2. – 590 с.
36. Машины и аппараты пищевых производств : учебник : в 3 кн. / С. Т. Антипов [и др.] ; под ред. В. Н. Панфилова, В. Я. Груданова. – Минск : БГАТУ, 2008. – Кн. 3. – 620 с.
37. Оборудование перерабатывающих производств : учебник / А. А. Курочкин [и др.]. – М. : ИНФРА-М, 2018. – 362 с.
38. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств : учебник / А. А. Курочкин [и др.]. – М. : КолосС, 2007. – 592 с.
39. Об утверждении Инструкции о порядке осуществления контроля за соблюдением работниками требований по охране труда в организации и структурных подразделения : постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 15 мая 2020 г. № 51 // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2020. – 8/35439.
40. Об утверждении Инструкции о порядке обучения, стажировки, инструктажа и проверки знаний работающих по вопросам охраны труда : постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь

от 28 ноября 2008 г. № 175 : в ред. постановления Минтруда и соцзащиты Респ. Беларусь от 29.05.2020 № 54 г. // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2020. – 8/35550.

41. Об утверждении Инструкции о порядке разработки и принятия работодателями локальных правовых актов, содержащих требования по охране труда, в виде инструкций по охране труда для профессий рабочих и (или) отдельных видов работ (услуг) : постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь 28 ноября 2008 г. № 176 : в ред. постановления Минтруда и соцзащиты Респ. Беларусь от 30.04.2020 № 44 // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2020. – 8/35375.

42. Об утверждении Санитарных норм и правил «Требования к условиям труда работающих и содержанию производственных объектов» : постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 8 июля 2016 г. № 85 // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2016. – 8/31105.

43. Об утверждении Правил по охране труда : постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 1 июля 2021 г. № 53 // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2021. – 8/37152.

44. Об утверждении санитарных норм и правил «Требования к производственной вибрации, вибрации в жилых помещениях, помещениях административных и общественных зданий», Гигиенического норматива «Предельно допустимые и допустимые уровни нормируемых параметров при работах с источниками производственной вибрации, вибрации в жилых помещениях, помещениях административных и общественных зданий» : постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 26 декабря 2013 г. № 132 : в ред. постановления Минздрава Респ. Беларусь от 15.04.2016 // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2014. – 8/28310.

45. Об утверждении Санитарных норм, правил и гигиенических нормативов «Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» : постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 16 ноября 2011 г. № 115 // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2011. – 8/24521.

46. Об утверждении санитарных норм и правил «Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях» : постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30 апреля 2013 г. № 33 : в ред. постановления Минздрава Респ. Беларусь от 28.12.2015 // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2013. – 8/27576.

47. Об обеспечении пожарной безопасности : постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 21 декабря 2021 г. № 82 // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2022. – 8/37750.

48. Общие требования к организации проектирования и правила оформления дипломных и курсовых проектов (работ) : учебно-методическое пособие / Н. Н. Романюк, К. В. Сашко, В. М. Кашко [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2015. – 136 с.

49. Оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» для специальности 1-74 06 02 «Техническое обеспечение процессов хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» / Минсельхозпрод РБ, БГАТУ, ИТФ, кафедра ТТОПП ; сост.: И. Е. Дацук, С. А. Зеленко. – Электронные данные (109 642 751 байт). – Минск : БГАТУ, 2019.

50. Пилипюк, В. Л. Технология хранения зерна и семян : учебное пособие / В. Л. Пилипюк. – М. : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2014. – 457 с.

51. Практикум по сооружениям и оборудованию для хранения продукции растениеводства и животноводства : учебное пособие / А. А. Курочкин [и др.]. – М. : КолосС, 2007. – 160 с.

52. Производство и переработка свинины : учебное пособие / А. Н. Негреева [и др.]. – М. : Колос, 2008. – 168 с.

53. Процессы и аппараты перерабатывающей промышленности [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Процессы и аппараты перерабатывающей промышленности» для специальности 1-74 06 02 «Техническое обеспечение процессов хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» / Минсельхозпрод Респ. Беларусь, БГАТУ, ИТФ, кафедра ТТОПП ; сост.: А. Б. Торган, В. Я. Груданов. – Электронные данные (41 671 887 байт). – Минск : БГАТУ, 2017.

54. Рогов, И. А. Технология мяса и мясных продуктов : учебник / И. А. Рогов, А. Г. Забашта, Г. П. Казюлин. – М. : КолосС, 2009. – 658 с.

55. СН 2.04.03–2020. Естественное и искусственное освещение. – Введ. 03.01.21. – Минск : Минстройархитектуры, 2021. – 106 с.

56. СТБ ISO 45001–2020. Системы менеджмента здоровья и безопасности при профессиональной деятельности. Требования и руководство по применению. – Введ. 01.05.20. – Минск : Госстандарт, 2020. – 44 с.

57. СТБ 126–2016. Изделия колбасные вареные. Общие технические условия. – Взамен СТБ 126–2011 ; введ. 01.01.18. – Минск : Госстандарт, 2017. – 34 с.
58. СТБ 196–2016. Изделия колбасные полукопченые. Общие технические условия. – Взамен СТБ 196–2012 ; введ. 01.02.18. – Минск : Госстандарт, 2017. – 30 с.
59. СТБ 1020–2008. Полуфабрикаты мясные натуральные. Общие технические условия. – Взамен СТБ 1020–96 ; введ. 01.01.09. – Минск : Госстандарт, 2009. – 19 с.
60. СТБ 1100–2016. Пищевая продукция. Информация для потребителя. Общие требования. – Взамен СТБ 1100–2007 ; введ. 01.02.17. – Минск : Госстандарт, 2017. – 36 с.
61. СТБ 1467–2017. Мороженое. Общие технические условия. – Взамен СТБ 1467–2004 ; введ. 01.10.17. – Минск : Госстандарт, 2017. – 28 с.
62. СТБ 1598–2006. Молоко коровье сырое. Технические условия. – Введ. 01.08.06. – Минск : Госстандарт, 2015. – 18 с.
63. СТБ 1666–2006. Мука пшеничная. Технические условия. – Введ. 01.12.06. – Минск : Госстандарт, 2011. – 12 с.
64. СТБ 1746–2017. Молоко питьевое. Общие технические условия. – Взамен СТБ 1746–2007 ; введ. 01.09.17. – Минск : Госстандарт, 2017. – 16 с.
65. СТБ 1885–2008. Мясная промышленность. Производство пищевых продуктов. Термины и определения. – Введ. 01.09.08. – Минск : Госстандарт, 2008. – 22 с.
66. СТБ 1887–2016. Сливки питьевые. Общие технические условия. – Взамен СТБ 1887–2008 ; введ. 01.07.17. – Минск : Госстандарт, 2017. – 15 с.
67. СТБ 1890–2017. Масло из коровьего молока. Общие технические требования. – Взамен СТБ 1890–2008 ; введ. 01.05.18. – Минск : Госстандарт, 2018. – 24 с.
68. СТБ 1996–2016. Изделия колбасные сырокопченые и сыровяленые салями. Общие технические условия. – Взамен СТБ 1996–2009 ; введ. 01.03.18. – Минск : Госстандарт, 2017. – 24 с.
69. СТБ 295–2008. Изделия колбасные сырокопченые и сыровяленые. Общие технические условия. – Взамен СТБ 295–93 ; введ. 01.01.09. – Минск : Госстандарт, 2012. – 20 с.
70. СТБ 2190–2017. Сыры мягкие. Общие технические условия. – Взамен СТБ 2190–2011 ; введ. 01.10.17. – Минск : Госстандарт, 2017. – 20 с.
71. СТБ 2235–2011. СПДС. Условные графические обозначения и изображения элементов генеральных планов и сооружений транспорта. – Взамен ГОСТ 21.204–93 ; введ. 01.07.12. – Минск : Госстандарт, 2012. – 36 с.

72. СТБ 2255–2012. СПДС. Основные требования к документации строительного проекта. – Взамен ГОСТ 21.101–93 ; введ. 01.07.12. – Минск : Госстандарт, 2012. – 41 с.

73. СТБ 2530–2018. Молоко и продукты переработки молока. Термины и определения. – Взамен СТБ 1748–2007, СТБ 1744–2007 ; введ. 01.02.19. – Минск : Госстандарт, 2018. – 32 с.

74. СТБ 315–2017. Творог. Общие технические условия. – Взамен СТБ 315–2007 ; введ. 01.09.17. – Минск : Госстандарт, 2017. – 24 с.

75. СТБ 335–98. Продукты из свинины. Общие технические условия. – Взамен РСТ Беларуси 335–91 ; введ. 01.01.00. – Минск : Госстандарт, 2011. – 16 с.

76. СТБ 735–94. Продукты из говядины. Общие технические условия. – Взамен РСТ БССР 735–89 ; введ. 01.01.95. – Минск : Госстандарт, 2011. – 16 с.

77. СТБ 736–2017. Сыры плавленые. Общие технические условия. – Взамен СТБ 736–2008 ; введ. 01.09.17. – Минск : Госстандарт, 2017. – 24 с.

78. СТБ 742–2009. Продукты из шпика. Общие технические условия. – Взамен СТБ 742–94 ; введ. 01.01.10. – Минск : Госстандарт, 2009. – 20 с.

79. СТБ 971–2013. Колбасы ливерные. Общие технические условия. – Взамен СТБ 971–94 ; введ. 01.10.13. – Минск : Госстандарт, 2013. – 26 с.

80. СТБ 974–2016. Полуфабрикаты в тесте. Пельмени замороженные. Общие технические условия. – Взамен СТБ 974–2001 ; введ. 01.04.17. – Минск : Госстандарт, 2016. – 36 с.

81. Ткачева, Л. Т. Управление трудовой деятельностью / Л. Т. Ткачева. – Минск : БГАТУ, 2023. – 336 с.

82. Ткачева, Л. Т. Безопасность производственных процессов переработки сельскохозяйственной продукции : пособие / Л. Т. Ткачева. – Минск : БГАТУ, 2010. – 272 с.

83. Технологии производства и реализации пищевой продукции : учебное пособие / А. А. Бренч [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2016. – 399 с.

84. Технологии пищевых производств : учебник / А. П. Нечаев [и др.] ; под общ. ред. А. П. Нечаева. – М. : КолосС, 2008. – 768 с.

85. Технология переработки растениеводческой продукции : учебник / Н. М. Личко [и др.] ; под ред. Н. М. Личко. – М. : КолосС, 2008. – 584 с.

86. Технология переработки продукции растениеводства : учебник / Н. М. Личко [и др.] ; под ред. Н. М. Личко. – М. : КолосС, 2008. – 616 с.

87. ТКП 45-3.01-164–2009 (02250). Генеральные планы сельскохозяйственных предприятий. Строительные нормы проектирования. – Введ. 01.05.10. – Минск : Минстройархитектуры, 2010.

88. ТР ТС 033/2013. О безопасности молока и молочной продукции. – Введ. 01.05.14. – Минск : Госстандарт : БелГИСС, 2018. – 102 с.

89. ТР ТС 034/2013. О безопасности мяса и мясной продукции. – Введ. 01.05.14. – Минск : Госстандарт : БелГИСС, 2013. – 52 с.

90. ТР 2007/003/ВУ. Технический регламент Республики Беларусь. Единицы измерений, допущенных к применению на территории Республики Беларусь. – Минск : Госстандарт, 2007. – 31 с.

91. Шаршунов, В. А. Послеуборочная обработка и хранение зерна и семян : пособие : в 2 ч. / В. А. Шаршунов, Е. Н. Урбанчик. – Минск : Мисанта, 2014. – Ч. 2 : Технологическое оборудование для хранилищ зерна и семян. – 848 с.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
(обязательное)

**Форма задания на дипломное проектирование**

---

**Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра \_\_\_\_\_

«Утверждаю»  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф. И. О. зав. кафедрой)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

**З А Д А Н И Е  
НА ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Студенту \_\_\_\_\_

1 Тема дипломного проекта: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ утверждена приказом по университету № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

2 Исходные данные к проекту: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3 Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов):

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



Форма задания на дипломное проектирование  
(оборотная сторона задания)

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

---

---

---

---

---

---

---

---

5 Консультанты по проекту (с указанием раздела проекта):

экономической части \_\_\_\_\_

охране труда \_\_\_\_\_

технологической части \_\_\_\_\_

конструкторской части \_\_\_\_\_

Нормоконтролер \_\_\_\_\_

6 Календарный график работы над проектом:

Наименование раздела, подраздела	Объем ра- боты, %	Дата выполнения	Подпись руководителя или консультанта

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

8 Срок сдачи студентом законченного дипломного проекта:  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

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

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

Студент \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(подпись) (Ф. И. О.)

*Примечания*

1 Задание прилагается к законченному проекту.

2 Перечень разделов устанавливается структурой выполняемых проектов по конкретной кафедре и специальности.

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
(справочное)

**Форма отзыва руководителя дипломного проекта**

---

**ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ**

дипломного проекта студента факультета \_\_\_\_\_  
(название факультета)

\_\_\_\_\_ (Ф. И. О. студента)

выполненного на тему: \_\_\_\_\_

**1 Актуальность темы дипломного проекта.** \_\_\_\_\_

**2 Объем выполнения задания.** \_\_\_\_\_

Проект выполнен в соответствии с заданием в полном объеме и содержит:

а) графическую часть на \_\_\_\_\_ листах формата   A1  ;

б) расчетно-пояснительную записку на \_\_\_\_\_ листах   A4  

**3 Степень самостоятельности и инициативности обучающегося, осваивающего содержание образовательной программы высшего образования I степени.**

**4 Умение обучающегося, осваивающего содержание образовательной программы высшего образования I степени, пользоваться специальной литературой.**

**5 Способность обучающегося, осваивающего содержание образовательной программы высшего образования I степени, к проектной, технологической, исследовательской, исполнительской, организаторской и другой работе.**

**6 Возможность использования полученных результатов на практике.**

**7 Возможность присвоения обучающемуся, осваивающего содержание образовательной программы высшего образования I степени, соответствующей квалификации.**

Руководитель проекта:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
(должность, место работы)

\_\_\_\_\_  
(ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф. И. О.)

## ПРИЛОЖЕНИЕ В (рекомендуемое)

### Показатели оценки степени овладения инженерным проектированием

Таблица В.1 – Десятибалльная шкала и показатели оценки степени овладения техникой инженерного проектирования на этапе защиты дипломного проекта

10-балльная шкала	Основные показатели степени обученности студента	Связь с 5-балльной шкалой	Уровень
1	2	3	4
10 – великолепно	<p>Системные, глубокие и полные знания нормативной документации, норм и технологии проектирования, специальной литературы, выходящие за рамки учебной программы, точное использование научной терминологии, умение самостоятельно сформулировать цель и проектную задачу, свободное оперирование инструментарием проектирования в рамках учебно-профессионального проектирования, способность предложить оригинальные, нестандартные варианты технического решения, обосновать выбор, инициативность, активная позиция, способность к сотрудничеству, умение защищать свою точку зрения. Работа характеризуется повышенным объемом, высоким техническим уровнем проектной разработки и культуры выполнения, системностью и логической взаимосвязью всех частей проекта друг с другом, глубиной обоснования и эффективностью принятых решений, практической ценностью и оригинальностью проектного решения</p>		Перенос (творческий уровень)
9 – прекрасно	<p>Системные, глубокие и полные знания нормативной документации, норм и технологии проектирования, специальной литературы в рамках учебной программы, точное использование научной терминологии, умение самостоятельно сформулировать цель и проектную задачу, свободное оперирование инструментарием проектирования в рамках учебно-профессионального проектирования, способность предложить альтернативные варианты технического решения, обосновать выбор приемлемого варианта. Инициативность, активная позиция, способность к сотрудничеству, умение защищать свою точку зрения. Работа характеризуется повышенным объемом, высоким техническим уровнем проектной разработки и культуры выполнения, системностью и логической взаимосвязью всех частей проекта друг с другом, полнотой решения, глубиной обоснования и эффективностью принятых решений, завершенностью проекта</p>	5	

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4
8 – отлично	Системные и полные знания нормативной документации, норм и технологии проектирования, специальной литературы в рамках учебной программы, точное использование научной терминологии, умение по поставленной цели сформулировать проектную задачу, аргументировать выбор методов проектирования в соответствии с основными этапами в рамках учебно-профессионального проектирования, приемлемый технический уровень проектной разработки и культуры выполнения, полнота решения, глубина обоснования и эффективность принятых решений, завершенность проекта, инициативность, активная позиция		Применение (деятельность в знакомой ситуации)
7 – очень хорошо	Достаточные и системные знания нормативной документации, норм и технологии проектирования, специальной литературы в рамках учебной программы, использование научной терминологии, умение анализировать проектную задачу, способность выбрать методы проектирования в соответствии с основными этапами под руководством преподавателя, выполнить обобщения и дать обоснованные выводы, достаточный технический уровень проектной разработки и культуры выполнения	4	
6 – хорошо	Достаточные и системные знания нормативной документации, норм и технологии проектирования, специальной литературы в рамках учебной программы, использование научной терминологии, способность выбрать методы проектирования в соответствии с основными этапами под руководством преподавателя, выполнить обобщения, достаточный технический уровень проектной разработки		Понимание (характеризуется осознанием, осмыслением, усвоением причинно-следственных связей)
5 – недостаточно хорошо	Достаточные знания нормативной документации, норм и технологии проектирования, использование научной терминологии, умение пользоваться нормативной документацией по основным вопросам при решении стандартных проектных задач, использовать ЭВМ в поиске решения и оформлении документации под руководством преподавателя, самостоятельная работа по несложным вопросам типового проектирования, стремление к осознанному освоению технологии инженерного проектирования	3	
4 – удовлетворительно	Называет основные требования к проектной документации, ориентируется в технологии проектирования, инструментарий проектирования применяет под руководством преподавателя в задачах учебного проектирования		Запоминание

Окончание таблицы В.1

1	2	3	4
3 – посред- ственно	Имеет представление о назначении проектирования, фрагментарные знания о технологии проектирования, воспроизводит последовательность проектирования несложных объектов, ориентируется в основных методах проектирования, несамостоятелен в решении стандартных задач проектирования, пассивен	2	
2 – слабо	Наличие проекта, выполненного в полном объеме, но с грубыми ошибками, отказ от исправления работы		Различение
1 – очень слабо	Наличие проекта, выполненного не в полном объеме и с грубыми ошибками, отказ от исправления работы	1	

**ПРИЛОЖЕНИЕ Г**  
(справочное)

**Форма рецензии на дипломный проект**

---

**РЕЦЕНЗИЯ**

на дипломный проект студента факультета \_\_\_\_\_  
(название факультета)

\_\_\_\_\_ (Ф. И. О. студента)

выполненного на тему: \_\_\_\_\_

проект выполнен в объеме:

а) графическая часть на \_\_\_\_\_ листах формата   A1  

б) расчетно-пояснительная записка на \_\_\_\_\_ листах   A4  

**1 Актуальность темы дипломного проекта.**

---

---

---

**2 Степень соответствия дипломного проекта заданию.**

---

---

**3 Логичность построения материала.**

---

---

**4 Полнота и последовательность критического обзора и анализа литературы по теме дипломного проекта.**

---

---

---

**5 Полнота описания методики расчета или проведенных исследований, изложенных собственных расчетных, теоретических и экспериментальных результатов, отметка достоверности полученных выражений и данных.**

---

---

---

---

---

---

---

**6 Наличие аргументированных выводов по результатам дипломного проекта.**

---

---

---

---

**7 Практическая значимость дипломного проекта, возможность использования полученных результатов.**

---

---

---

---

**8 Замечания по оформлению дипломного проекта и стилю изложения материала.**

---

---

---

---

---

---

**Отзыв о проекте в целом и общая отметка по проекту по 10-балльной системе (отметки 1–3 считаются неудовлетворительными).**

---

---

---

---

---

Рецензент:

---

(должность, место работы)

---

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

---

(Ф. И. О.)

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(обязательное)

### Форма этикетки на обложке РПЗ и графической части дипломного проекта

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет: \_\_\_\_\_

Кафедра: \_\_\_\_\_

Специальность: \_\_\_\_\_

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
к дипломному проекту  
студента \_\_\_ группы \_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(Ф. И. О.)

на тему «.....»  
.....»

\_\_\_\_\_  
(шифр)

Минск, 2023

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет: \_\_\_\_\_

Кафедра: \_\_\_\_\_

Специальность: \_\_\_\_\_

ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ  
к дипломному проекту  
студента \_\_\_ группы \_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(Ф. И. О.)

на тему «.....»  
.....»

\_\_\_\_\_  
(шифр)

Минск, 2023



**ПРИЛОЖЕНИЕ Е**  
(обязательное)

**Форма титульного листа РПЗ дипломного проекта**

---

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-технологический факультет  
Специальность 1-74 06 02 «Техническое обеспечение процессов хранения  
и переработки сельскохозяйственной продукции»  
Кафедра технологий и технического обеспечения процессов  
переработки сельскохозяйственной продукции

Допустить к защите  
Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
(личная подпись) (Ф. И. О.)  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**  
к дипломному проекту

на тему: «\_\_\_\_\_»

\_\_\_\_\_  
(шифр)

*Дипломник* \_\_\_\_\_  
(Подпись, дата, имя, отчество, фамилия)

*Руководитель проекта* \_\_\_\_\_  
(Подпись, дата, инициалы, фамилия)

*Консультанты по разделам:*  
*по специальной части* \_\_\_\_\_  
(Подпись, дата, инициалы, фамилия)

*по экономической части* \_\_\_\_\_  
(Подпись, дата, инициалы, фамилия)

*Нормоконтролер* \_\_\_\_\_  
(Подпись, дата, инициалы, фамилия)

Минск, 2023

**Приложение Ж**  
(обязательное)

**Пример оформления ведомости комплекта проектной документации**

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание															
1																				
2			<u>Документация</u>																	
3																				
4	A4	01.63.007.00.000 РПЗ	Расчетно-пояснительная записка	97																
5	A1	01.63.007.00.000 Т	Производство сливочного																	
6			масла комбинированным																	
7			способом. Технологическая																	
8			схема.	1																
9	A1	01.63.007.00.000 ПР	Производственный цех																	
10			по промышленной переработке																	
11			молока.																	
12			Планы и разрезы.	1																
13	A1	01.63.007.00.000 ПО	Участок производства																	
14			сливочного масла.																	
15			Технологическая планировка.	1																
16	*	01.63.007.00.000 СБ	Теплообменник скребковый.																	
17			Сборочный чертеж.	1	A1×2															
18	A1	01.63.007.03.000 СБ	Корпус теплообменника.																	
19			Сборочный чертеж.	1																
20	A2	01.63.007.05.000 СБ	Привод. Сборочный																	
21			чертеж.	1																
22	A2	01.63.007.08.000 МЧ	Скребок. Монтажный																	
23			чертеж.	1																
24	A2	01.63.007.00.000 ТП	Теплообменник скребковый.																	
25			Схема технологического	1																
26			процесса.																	
27																				
			<b>01.63.007.00.000 ПД</b>																	
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата																
Разраб.	Остапенко				<table border="1"> <tr> <td align="center" colspan="3">Литера</td> <td align="center">Лист</td> <td align="center">Листов</td> </tr> <tr> <td align="center">У</td> <td align="center">Д</td> <td align="center">П</td> <td align="center">1</td> <td align="center">2</td> </tr> <tr> <td align="center" colspan="5"><b>БГАТУ, гр. 2т</b></td> </tr> </table>	Литера			Лист	Листов	У	Д	П	1	2	<b>БГАТУ, гр. 2т</b>				
Литера			Лист	Листов																
У	Д	П	1	2																
<b>БГАТУ, гр. 2т</b>																				
Руковод.	Груданов																			
Консулт.																				
Н. контр																				
Зав. каф.																				

<i>№ строки</i>	<i>Формат</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Примечание</i>
1					
2	A2	01.63.007.00.000 К	Теплообменник скребковый.		
3			Кинематическая схема.	1	
4	A1	01.63.007.00.000 ТБ	Технико-экономические		
5			показатели проекта.	1	
6	A3	01.63.007.02.001	Ось передняя.	1	
7	A3	01.63.007.02.002	Ось задняя.	1	
8	A4	01.63.007.02.003	Фланец.	1	
9	A4	01.63.007.06.006	Труба.	1	
10	A4	01.63.007.06.007	Диск.	1	
11	A4	01.63.007.10.003	Зажим.	1	
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
				<i>01.63.007.00.000 ПД</i>	
					<i>Лист</i>
					2
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	

## **ПРИЛОЖЕНИЕ И**

(обязательное)

### **Пример оформления реферата к дипломному проекту**

---

#### **Реферат**

Дипломный проект: 97 с., таблиц 8, рисунков 16, использованных источников 16. Графическая часть – 9 листов формата А1.

Ключевые слова: рапс, масло, прессование, технологический процесс, пресс, монтаж, наладка, эксплуатация, ремонт.

Объектом проектирования является маслопресс на КСУП «Гервяты».

Цель проекта – модернизация маслопресса для обеспечения процесса производства рапсового масла на КСУП «Гервяты».

В проекте приведены данные о технологическом оборудовании для прессования и отжима масла.

В качестве модернизации предложено модернизировать шнек пресса таким образом, чтобы шнековая часть чередовалась с измельчающей группой, выполненной в виде тетраэдра. Предлагаемое техническое решение позволяет увеличить перепад давления в зоне действия измельчающей группы и обеспечивает поддержание внутри зерных секций оптимальной достаточно высокой температуры измельченной массы семян, способствует интенсивному перемешиванию и измельчению перерабатываемой массы семян внутри этих секций.

В соответствии с заданием выполнены разработки по безопасности и охране труда, соответствующие расчеты технико-экономических показателей конструкторской разработки. Экономический эффект составит 6494,8 р., срок возврата капитала – 1,3 года.

Результаты дипломного проекта рекомендуется использовать на предприятиях агропромышленного комплекса и пищевой промышленности.

**ПРИЛОЖЕНИЕ К**  
(обязательное)

**Пример оформления листа «Оглавление» РПЗ**

**Оглавление**

Введение .....	8
1 Обоснование темы дипломного проекта .....	10
2 Технологический процесс производства продукции .....	11
2.1 Характеристика продукции, сырья и полуфабрикатов .....	11
2.2 Особенности производства и потребления готового продукта .....	13
2.3 Стадии технологического процесса .....	16
2.4 Характеристика комплексов оборудования .....	21
2.5 Устройство и принцип действия линии .....	22
3 Аналитический обзор и описание конструкции установки .....	27
3.1 Обзор конструкций .....	27
3.2 Патентный обзор .....	33
3.3 Описание конструкции и принцип действия .....	44
3.4 Сущность и описание модернизации .....	46
4 Расчетная часть .....	50
4.1 Технологический расчет .....	50
4.2 Энергетический расчет .....	51
4.3 Кинематический расчет .....	53
4.4 Конструктивный расчет .....	54
5 Монтаж, эксплуатации и ремонт технологического оборудования .....	59
5.1 Правила монтажа технологического оборудования .....	59
5.2 Эксплуатация оборудования .....	63

					<b>01.63.015.00.000 РПЗ</b>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>					<i>Техническое обеспечение процесса производства вареных колбас в ОАО «Беловежский» с модернизацией мясорубки МИМ-600 Расчетно-пояснительная записка</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>				<i>у</i>		<i>д</i>	6	97
<i>Консульт.</i>						<b>БГАТУ, гр. 9т</b>		
<i>Н. контр.</i>								
<i>Зав. каф</i>								

6 Охрана труда .....	65
6.1 Анализ состояния охраны труда в ОАО «Беловежский».....	65
6.2 Разработка мер безопасности при эксплуатации мясорубки.....	70
6.3 Обеспечение пожарной безопасности в ОАО «Беловежский».....	83
7 Расчет экономической эффективности внедрения проекта в производство .....	85
7.1 Затраты на модернизацию .....	85
7.2 Расчет экономической эффективности .....	87
Заключение.....	94
Список использованных источников .....	95
Приложения .....	97

## ПРИЛОЖЕНИЕ Л (обязательное)

### Примеры оформления записей использованных источников

Таблица Л.1 – Примеры описания самостоятельных изданий

Характеристика источника	Пример оформления
Один, два или три автора	Котаў, А. І. Гісторыя Беларусі і сусветная цывілізацыя / А. І. Котаў. – 2-е выд. – Мінск : Энцыклапедыкс, 2003. – 168 с.
	Шотт, А. В. Курс лекций по частной хирургии / А. В. Шотт, В. А. Шотт. – Минск : Асар, 2004. – 525 с.
	Чикатуева, Л. А. Маркетинг : учеб. пособие / Л. А. Чикатуева, Н. В. Третьякова ; под ред. В. П. Федько. – Ростов н/Д : Феникс, 2004. – 413 с.
	Дайнеко, А. Е. Экономика Беларуси в системе всемирной торговой организации / А. Е. Дайнеко, Г. В. Забавский, М. В. Василевская ; под ред. А. Е. Дайнеко. – Минск : Ин-т аграр. экономики, 2004. – 323 с.
Четыре и более авторов	Культурология : учеб. пособие для вузов / С. В. Лапина [и др.] ; под общ. ред. С. В. Лапиной. – 2-е изд. – Минск : ТетраСистемс, 2004. – 495 с.
	Комментарий к Трудовому кодексу Республики Беларусь / И. С. Андреев [и др.] ; под общ. ред. Г. А. Василевича. – Минск : Амалфея, 2000. – 1071 с.
	Основы геологии Беларуси / А. С. Махнач [и др.] ; НАН Беларуси, Ин-т геол. наук ; под общ. ред. А. С. Махнача. – Минск, 2004. – 391 с.
Коллективный автор	Сборник нормативно-технических материалов по энергосбережению / Ком. по энергоэффективности при Совете Министров Респ. Беларусь ; сост. А. В. Филипович. – Минск : Лоранж-2, 2004. – 393 с.
	Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г. / Нац. комис. по устойчивому развитию Респ. Беларусь ; редкол.: Л. М. Александрович [и др.]. – Минск : Юнипак, 2004. – 202 с.
	Военный энциклопедический словарь / М-во обороны Рос. Федерации, Ин-т воен. истории ; редкол.: А. П. Горкин [и др.]. – М. : Большая рос. энцикл. : РИПОЛ классик, 2002. – 1663 с.
Многотомное издание	Гісторыя Беларусі : у 6 т. / рэдкал.: М. Касцюк (гал. рэд.) [і інш.]. – Мінск : Экаперспектыва, 2000–2005.
	Гісторыя Беларусі : у 6 т. / рэдкал.: М. Касцюк (гал. рэд.) [і інш.]. – Мінск : Экаперспектыва, 2000–2005. – Т. 3 : Беларусь у часы Рэчы Паспалітай (XVII–XVIII ст.) / Ю. Бохан [і інш.]. – 2004. – 343 с. ; Т. 4 : Беларусь у складзе Расійскай імперыі (канец XVIII–пачатак XX ст.) / М. Біч [і інш.]. – 2005. – 518 с.
	Багдановіч, М. Поўны збор твораў : у 3 т. / М. Багдановіч. – 2-е выд. – Мінск : Беларус. навука, 2001.
Отдельный том в многотомном издании	Гісторыя Беларусі : у 6 т. / рэдкал.: М. Касцюк (гал. рэд.) [і інш.]. – Мінск : Экаперспектыва, 2000–2005. – Т. 3 : Беларусь у часы Рэчы Паспалітай (XVII–XVIII ст.) / Ю. Бохан [і інш.]. – 2004. – 343 с.

Продолжение таблицы Л.1

Характеристика источника	Пример оформления
	<p>Гісторыя Беларусі : у 6 т. / рэдкал.: М. Касцюк (гал. рэд.) [і інш.]. – Мінск : Экаперспектыва, 2000–2005. – Т. 4 : Беларусь у складзе Расійскай імперыі (канец XVIII–пачатак XX ст.) / М. Біч [і інш.]. – 2005. – 518 с.</p> <p>Багдановіч, М. Поўны збор твораў : у 3 т. / М. Багдановіч. – 2-е выд. – Мінск : Беларус. навука, 2001. – Т. 1 : Вершы, паэмы, пераклады, наследаванні, чарнавыя накіды. – 751 с.</p> <p>Российский государственный архив древних актов : путеводитель : в 4 т. / сост.: М. В. Бабич, Ю. М. Эскин. – М. : Археогр. центр, 1997. – Т. 3, ч. 1. – 720 с.</p>
Законы и законодательные материалы	<p>Конституция Республики Беларусь 1994 года (с изменениями и дополнениями, принятыми на республиканских референдумах 24 ноября 1996 г. и 17 октября 2004 г.). – Минск : Амалфея, 2005. – 48 с.</p> <p>Конституция Российской Федерации : принята всенар. голосованием 12 дек. 1993 г. : офиц. текст. – М. : Юрист, 2005. – 56 с.</p> <p>О нормативных правовых актах Республики Беларусь : Закон Респ. Беларусь от 10 янв. 2000 г. № 361-З : с изм. и доп. : текст по состоянию на 1 дек. 2004 г. – Минск : Дикта, 2004. – 59 с.</p> <p>Инвестиционный кодекс Республики Беларусь : принят Палатой представителей 30 мая 2001 г. : одобр. Советом Респ. 8 июня 2001 г. : текст Кодекса по состоянию на 10 февр. 2001 г. – Минск : Амалфея, 2005. – 83 с.</p>
Сборник статей, трудов	<p>Информационное обеспечение науки Беларуси : к 80-летию со дня основания ЦНБ им. Я. Коласа НАН Беларуси : сб. науч. ст. / НАН Беларуси, Центр. науч. б-ка ; редкол.: Н. Ю. Березкина (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2004. – 174 с.</p> <p>Современные аспекты изучения алкогольной и наркотической зависимости : сб. науч. ст. / НАН Беларуси, Ин-т биохимии ; науч. ред. В. В. Лелевич. – Гродно, 2004. – 223 с.</p>
Сборники без общего заглавия	<p>Певзнер, Н. Английское в английском искусстве / Н. Певзнер ; пер. О. Р. Демидовой. Идеологические источники радиатора «роллс-ройса» / Э. Панофский ; пер. Л. Н. Житковой. – СПб. : Азбука-классика, 2004. – 318 с.</p>
Материалы конференций	<p>Глобализация, новая экономика и окружающая среда: проблемы общества и бизнеса на пути к устойчивому развитию : материалы 7 Междунар. конф. Рос. о-ва экол. экономики, Санкт-Петербург, 23–25 июня 2005 г. / С.-Петербур. гос. ун-т ; под ред. И. П. Бойко [и др.]. – СПб., 2005. – 395 с.</p> <p>Правовая система Республики Беларусь: состояние, проблемы, перспективы развития : материалы V межвуз. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Гродно, 21 апр. 2005 г. / Гродн. гос. ун-т ; редкол.: О. Н. Толочко (отв. ред.) [и др.]. – Гродно, 2005. – 239 с.</p>
Инструкция	<p>Инструкция о порядке совершения операций с банковскими пластиковыми карточками : утв. Правлением Нац. банка Респ. Беларусь 30.04.04 : текст по состоянию на 1 дек. 2004 г. – Минск : Дикта, 2004. – 23 с.</p> <p>Инструкция по исполнительному производству : утв. М-вом юстиции Респ. Беларусь 20.12.04. – Минск : Дикта, 2005. – 94 с.</p>
Учебно-методические материалы	<p>Горбаток, Н. А. Общая теория государства и права в вопросах и ответах : учеб. пособие / Н. А. Горбаток ; М-во внутр. дел Респ. Беларусь, Акад. МВД. – Минск, 2005. – 183 с.</p>



Продолжение таблицы Л.1

Характеристика источника	Пример оформления
	<p>Использование креативных методов в коррекционно-развивающей работе психологов системы образования : учеб.-метод. пособие : в 3 ч. / Акад. последипломн. образования ; сост. Н. А. Сакович. – Минск, 2004. – Ч. 2 : Сказкотерапевтические технологии. – 84 с.</p> <p>Корнеева, И. Л. Гражданское право : учеб. пособие : в 2 ч. / И. Л. Корнеева. – М. : РИОР, 2004. – Ч. 2. – 182 с.</p> <p>Философия и методология науки : учеб.-метод. комплекс для магистратуры / А. И. Зеленков [и др.] ; под ред. А. И. Зеленкова. – Минск : Изд-во БГУ, 2004. – 108 с.</p>
Информационные издания	<p>Реклама на рубеже тысячелетий : ретросп. библиогр. указ. (1998–2003) / М-во образования и науки Рос. Федерации, Гос. публич. науч.-техн. б-ка России ; сост.: В. В. Климова, О. М. Мещеркина. – М., 2004. – 288 с.</p> <p>Щадов, И. М. Технологическо-экономическая оценка экологизации угледобывающего комплекса Восточной Сибири и Забайкалья / И. М. Щадов. – М. : ЦНИЭИУголь, 1992. – 48 с. – (Обзорная информация / Центр. науч.-исслед. ин-т экономики и науч.-техн. информ. угол. пром-сти).</p>
Каталог	<p>Каталог жесткокрылых (Coleoptera, Insecta) Беларуси / О. Р. Александрович [и др.] ; Фонд фундам. исслед. Респ. Беларусь. – Минск, 1996. – 103 с.</p> <p>Памятные и инвестиционные монеты России из драгоценных металлов, 1921–2003 : каталог-справочник / ред.-сост. Л. М. Пряжникова. – М. : ИнтерКрим-пресс, 2004. – 462 с.</p>
Авторское свидетельство	<p>Инерциальный волнограф : а. с. 1696865 СССР : МКИ5 G 01 C 13/00 / Ю. В. Дубинский, Н. Ю. Мордашова, А. В. Ференц ; Казан. авиац. ин-т. – № 4497433 ; заявл. 24.10.88 ; опубл. 07.12.91 // Открытия. Изобретения. – 1991. – № 45. – С. 28.</p>
Патент	<p>Способ получения сульфокатионита : пат. 6210 Респ. Беларусь : МПК7 C 08 J 5/20, C 08 G 2/30 / Л. М. Ляхнович, С. В. Покровская, И. В. Волкова, С. М. Ткачев ; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № а 0000011 ; заявл. 04.01.00 ; опубл. 30.06.04 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2004. – № 2. – С. 174.</p>
Технические нормативные правовые акты	<p>Безопасность оборудования. Термины и определения : ГОСТ ЕН 1070–2003. – Введ. 01.09.04. – Минск : БелГИСС, Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2004. – 21 с.</p> <p>Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Порядок декларирования соответствия продукции. Основные положения = Нацыянальная сістэма пацвярджэння адпаведнасці Рэспублікі Беларусь. Парадак дэкларавання адпаведнасці прадукцыі. Асноўныя палажэнні : ТКП 5.1.03–2004. – Введ. 01.10.04. – Минск : Госстандарт : БелГИСС, 2004. – 9 с.</p> <p>Государственная система стандартизации Республики Беларусь. Порядок проведения экспертизы стандартов : РД РБ 03180.53–2000. – Введ. 01.09.00. – Минск : Госстандарт : БелГИСС, 2000. – 6 с.</p> <p>СТБ 2372–2014. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Статьи в журналах и сборниках. – Введ. 01.02.14. – Минск : БелГИСС : Госстандарт, 2014. – 27 с.</p>

Продолжение таблицы Л.1

Характеристика источника	Пример оформления
	ГОСТ 7.32–2001. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. – Введ. 01.01.03. – Минск : БелГИСС : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2003. – 15 с.
Препринт	Губич, Л. В. Подходы к автоматизации проектно-конструкторских работ в швейной промышленности / Л. В. Губич. – Минск, 1994. – 40 с. – (Препринт / Акад. наук Беларуси, Ин-т техн. кибернетики ; № 3). Прогноз миграции радионуклидов в системе водосбор – речная сеть / В. В. Скурат [и др.]. – Минск, 2004. – 51 с. – (Препринт / НАН Беларуси, Объед. ин-т энергет. и ядер. исслед. – Сосны ; ОИЭЯИ-15).
Отчет о НИР	Разработка и внедрение диагностикума аденовирусной инфекции птиц : отчет о НИР (заключ.) / Всесоюз. науч.-исслед. ветеринар. ин-т птицеводства ; рук. темы А. Ф. Прохоров. – М., 1989. – 14 с. – № ГР 01870082247. Комплексное (хирургическое) лечение послеоперационных и рецидивных вентральных грыж больших и огромных размеров : отчет о НИР / Гродн. гос. мед. ин-т ; рук. В. М. Колтонюк. – Гродно, 1994. – 42 с. – № ГР 1993310.
Депонированные научные работы	Влияние деформации и больших световых потоков на люминесценцию монокристаллов сульфида цинка с микропорами / В. Г. Ключев [и др.] ; Воронеж. ун-т. – Воронеж, 1993. – 14 с. – Деп. в ВИНТИ 10.06.93, № 1620–В93 // Журн. приклад. спектроскопии. – 1993. – Т. 59, № 3/4. – С. 368. Сагдиев, А. М. О тонкой структуре субарктического фронта в центральной части Тихого океана / А. М. Сагдиев ; Рос. акад. наук, Ин-т океанологии. – М., 1992. – 17 с. – Деп. в ВИНТИ 08.06.92, № 1860–82 // РЖ : 09. Геофизика. – 1992. – № 11/12. – 11В68ДЕП. – С. 9. Широков, А. А. Исследование возможности контроля состава гальванических сред абсорбционно-спектроскопическим методом / А. А. Широков, Г. В. Титова ; Рос. акад. наук, Ульян. фил. ин-та радиотехники и электроники. – Ульяновск, 1993. – 12 с. – Деп. в ВИНТИ 09.06.93, № 1561–В93 // Журн. приклад. спектроскопии. – 1993. – № 3/4. – С. 368.
Автореферат диссертации	Иволгина, Н. В. Оценка интеллектуальной собственности: на примере интеллектуальной промышленной собственности : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.10 ; 08.00.05 / Н. В. Иволгина ; Рос. экон. акад. – Москва, 2005. – 26 с. Шакун, Н. С. Кірыла-Мяфодзіеўская традыцыя на Тураўшчыне : (да праблемы лакальных тыпаў старажытнаславянскай мовы) : аўтарэф. дыс. ... канд. філал. навук : 10.02.03 / Н. С. Шакун ; Беларус. дзярж. ун-т. – Мінск, 2005. – 16 с.
Диссертация	Анисимов, П. В. Теоретические проблемы правового регулирования защиты прав человека : дис. ... д-ра юрид. наук : 12.00.01 / П. В. Анисимов. – Н. Новгород, 2005. – 370 с. Лук’янюк, Ю. М. Сучасная беларуская філасофская тэрміналогія : (семантычныя і структурныя аспекты) : дыс. ... канд. філал. навук : 10.02.01 / Ю. М. Лук’янюк. – Мінск, 2003. – 129 с.

Окончание таблицы Л.1

Характеристика источника	Пример оформления
Архивные материалы	<p>1. Архив Гродненского областного суда за 1992 г. – Дело № 4/8117.</p> <p>2. Архив суда Центрального района г. Могилева за 2001 г. – Уголовное дело № 2/157.</p> <p>Центральный исторический архив Москвы (ЦИАМ).</p> <p>1. Фонд 277. – Оп. 1. – Д. 1295–1734. Дела о выдаче ссуды под залог имений, находящихся в Могилевской губернии (имеются планы имений) 1884–1918 гг.</p> <p>2. Фонд 277. – Оп. 1. – Д. 802–1294, 4974–1978, 4980–1990, 4994–5000, 5002–5013, 5015–5016. Дела о выдаче ссуды под залог имений, находящихся в Минской губернии (имеются планы имений) 1884–1918 гг.</p> <p>3. Фонд 277. – Оп. 2, 5, 6, 7, 8.</p>
Электронные ресурсы	<p>Театр [Электронный ресурс] : энциклопедия : по материалам изд-ва «Большая российская энциклопедия» : в 3 т. – Электрон. дан. (486 Мб). – М. : Кордис &amp; Медиа, 2003. – Электрон. опт. диски (CD-ROM) : зв., цв. – Т. 1 : Балет. – 1 диск ; Т. 2 : Опера. – 1 диск ; Т. 3 : Драма. – 1 диск.</p> <p>Регистр СНГ – 2005 : промышленность, полиграфия, торговля, ремонт, транспорт, строительство, сельское хозяйство [Электронный ресурс]. – Электрон., текстовые дан. и прогр. (14 Мб). – Минск, 2005. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).</p>
Ресурсы удаленного доступа	<p>Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2005. – Режим доступа: <a href="http://www.pravo.by">http://www.pravo.by</a>. – Дата доступа: 25.01.2015.</p> <p>Proceedings of a mini-symposium on biological nomenclature in the 21<sup>st</sup> century [Electronic resource] / ed. J. L. Reveal. – College Park M. D., 1996. – Mode of access: <a href="http://www.inform.ind.edu/PBI0/brum.html">http://www.inform.ind.edu/PBI0/brum.html</a>. – Date of access: 14.09.2015.</p>

Таблица Л.2 – Примеры описания составных частей изданий

Характеристика источника	Пример оформления
Составная часть книги	<p>Михнюк, Т. Ф. Правовые и организационные вопросы охраны труда / Т. Ф. Михнюк // Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие / Т. Ф. Михнюк. – 2-е изд., испр. и доп. – Минск, 2004. – С. 90–101.</p> <p>Пивоваров, Ю. П. Организация мер по профилактике последствий радиоактивного загрязнения среды в случае радиационной аварии / Ю. П. Пивоваров, В. П. Михалев // Радиационная экология : учеб. пособие / Ю. П. Пивоваров, В. П. Михалев. – М., 2004. – С. 117–122.</p> <p>Ескина, Л. Б. Основы конституционного строя Российской Федерации / Л. Б. Ескина // Основы права : учебник / М. И. Абдулаев [и др.] ; под ред. М. И. Абдулаева. – СПб., 2004. – С. 180–193.</p>

Продолжение таблицы Л.2

Характеристика источника	Пример оформления
Глава из книги	Бунакова, В. А. Формирование русской духовной культуры / В. А. Бунакова // Отечественная история : учеб. пособие / С. Н. Полторацк [и др.] ; под ред. Р. В. Дегтяревой, С. Н. Полторака. – М., 2004. – Гл. 6. – С. 112–125.
	Николаевский, В. В. Проблемы функционирования систем социальной защиты в 1970–1980 годах / В. В. Николаевский // Система социальной защиты: теория, методика, практика / В. В. Николаевский. – Минск, 2004. – Гл. 3. – С. 119–142.
Часть из собрания сочинений, избранных произведений	Гілевіч, Н. Сон у бяссонніцу / Н. Гілевіч // Зб. тв. : у 23 т. – Мінск, 2003. – Т. 6. – С. 382–383.
	Сачанка, Б. І. Родны кут / Б. І. Сачанка // Выбр. тв. : у 3 т. – Мінск, 1995. – Т. 3 : Аповесці. – С. 361–470.
	Пушкин, А. С. История Петра / А. С. Пушкин // Полн. собр. соч. : в 19 т. – М., 1995. – Т. 10. – С. 11–248.
	Шекспир, В. Сонеты / В. Шекспир // Избранное. – Минск, 1996. – С. 732–749.
Составная часть сборника	Коморовская, О. Готовность учителя-музыканта к реализации личностно-ориентированных технологий начального музыкального образования / О. Коморовская // Музыкальная наука и современность: взгляд молодых исследователей : сб. ст. аспирантов и магистрантов БГАМ / Беларус. гос. акад. музыки ; сост. и науч. ред. Е. М. Гороховик. – Минск, 2004. – С. 173–180.
	Войтешенко, Б. С. Сущностные характеристики экономического роста / Б. С. Войтешенко, И. А. Соболенко // Беларусь и мировые экономические процессы : науч. тр. / Беларус. гос. ун-т ; под ред. В. М. Руденкова. – Минск, 2003. – С. 132–144.
	Скуратов, В. Г. Отдельные аспекты правового режима закладных в постсоветских государствах / В. Г. Скуратов // Экономико-правовая парадигма хозяйствования при переходе к цивилизованному рынку в Беларуси : сб. науч. ст. / Ин-т экономики НАН Беларуси, Центр исслед. инфраструктуры рынка ; под науч. ред. П. Г. Никитенко. – Минск, 2004. – С. 208–217.
	Якіменка, Т. С. Аб песенна-эпічнай традыцыі ў музычным фальклоры беларусаў / Т. С. Якіменка // Беларуская музыка: гісторыя і традыцыі : зб. навук. арт. / Беларус. дзярж. акад. музыкі ; склад. і навук. рэд. В. А. Антаневіч. – Мінск, 2003. – С. 47–74.
Статьи из сборников тезисов докладов и материалов конференций	Пеньковская, Т. Н. Роль и место транспортного комплекса в экономике Республики Беларусь / Т. Н. Пеньковская // География в XXI веке: проблемы и перспективы : материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 70-летию геогр. фак. БГУ, Минск, 4–8 окт. 2004 г. / Беларус. гос. ун-т, Беларус. геогр. о-во ; редкол.: Н. И. Пирожник [и др.]. – Минск, 2004. – С. 163–164.
	Ермакова, Л. Л. Полесский караванный обряд в пространстве культуры / Л. Л. Ермакова // Тураўскія чытанні : матэрыялы рэсп. навук.-практ. канф., Гомель, 4 верас. 2004 г. / НАН Беларусі, Гомел. дзярж. ун-т ; рэд-кал.: У. І. Коваль [і інш.]. – Гомель, 2005. – С. 173–178.

Продолжение таблицы Л.2

Характеристика источника	Пример оформления
	Бочков, А. А. Единство правовых и моральных норм как условие построения правового государства и гражданского общества в Республике Беларусь / А. А. Бочков, Е. Ф. Ивашкевич // Право Беларуси: истоки, традиции, современность : материалы междунар. науч.-практ. конф., Полоцк, 21–22 мая 2004 г. : в 2 ч. / Полоц. гос. ун-т ; редкол.: О. В. Мартышин [и др.]. – Новополоцк, 2004. – Ч. 1. – С. 74–76.
Статья из продолжающегося издания	Ипатьев, А. В. К вопросу о разработке средств защиты населения в случае возникновения глобальных природных пожаров / А. В. Ипатьев, А. В. Василевич // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2004. – Вып. 60 : Проблемы лесоведения и лесоводства на радиоактивно загрязненных землях. – С. 233–238.
Статья из журнала	<p>Бандаровіч, В. У. Дзеясловы і іх дэрываты ў старабеларускай музычнай лексіцы / В. У. Бандаровіч // Весн. Беларус. дзярж. ун-та. Сер. 4, Філалогія. Журналістыка. Педагагіка. – 2004. – № 2. – С. 49–54.</p> <p>Влияние органических компонентов на состояние радиоактивного стронция в почвах / Г. А. Соколик [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2005. – № 1. – С. 74–81.</p> <p>Масляніцына, І. Жанчыны ў гісторыі Беларусі / І. Масляніцына, М. Багадзяж // Беларус. гіст. часоп. – 2005. – № 4. – С. 49–53.</p> <p>Boyle, A. E. Globalising environmental liability: the interplay of national and international law / A. E. Boyle // J. of Environmental Law. – 2005. – Vol. 17, № 1. – P. 3–26.</p> <p>Caesium-137 migration in Hungarian soils / P. Szerbin [et al.] // Science of the Total Environment. – 1999. – Vol. 227, № 2/3. – P. 215–227.</p>
Статья из газеты	<p>Дубовик, В. Молодые леса зелены / В. Дубовик // Рэспубліка. – 2005. – 19 крас. – С. 8.</p> <p>Ушкоў, Я. 3 гісторыі лімаўскай крытыкі / Я. Ушкоў // ЛіМ. – 2005. – 5 жн. – С. 7.</p>
Статья из энциклопедии, словаря	<p>Аляхновіч, М. М. Электронны мікраскоп / М. М. Аляхновіч // Беларус. энцыкл. : у 18 т. – Мінск, 2004. – Т. 18, кн. 1. – С. 100.</p> <p>Витрувий // БСЭ. – 3-е изд. – М., 1971. – Т. 5. – С. 359–360.</p> <p>Дарашэвіч, Э. К. Храптовіч І. І. / Э. К. Дарашэвіч // Мысліцелі і асветнікі Беларусі (X–XIX стагоддзі) : энцыкл. давед. / склад. Г. А. Маслыка ; гал. рэд. Б. І. Сачанка. – Мінск, 1995. – С. 326–328.</p> <p>Мясникова, Л. А. Природа человека / Л. А. Мясникова // Современный философский словарь / под общ. ред. В. Е. Кемерова. – М., 2004. – С. 550–553.</p>
Рецензии	<p>Краўцэвіч, А. [Рэцэнзія] / А. Краўцэвіч // Беларус. гіст. зб. – 2001. – № 15. – С. 235–239. – Рэц. на кн.: Гісторыя Беларусі : у 6 т. / рэдкал.: М. Касцюк (гал. рэд.) [і інш.]. – Мінск : Экаперспектыва, 2000. – Т. 1 : Старажытная Беларусь / В. Вяргей [і інш.]. – 351 с.</p> <p>Пазнякоў, В. Крыху пра нашыя нацыянальныя рысы / В. Пазнякоў // Arche = Пачатак. – 2001. – № 4. – С. 78–84. – Рэц. на кн.: Лакотка, А. І. Нацыянальныя рысы беларускай архітэктуры / А. І. Лакотка. – Мінск : Ураджай, 1999. – 366 с.</p>

Продолжение таблицы Л.2

Характеристика источника	Пример оформления
Законы и законодательные материалы	О размерах государственных стипендий учащейся молодежи : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 23 апр. 2004 г., № 468 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2004. – № 69. – 5/14142.
	Об оплате труда лиц, занимающих отдельные государственные должности Российской Федерации : Указ Президента Рос. Федерации, 15 нояб. 2005 г., № 1332 // Собр. законодательства Рос. Федерации. – 2005. – № 47. – Ст. 4882.
	О государственной пошлине : Закон Респ. Беларусь, 10 янв. 1992 г., № 1394-ХП : в ред. Закона Респ. Беларусь от 19.07.2005 // Консультант Плюс : Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «Юр-Спектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2006.
	О государственной службе российского казачества : федер. Закон Рос. Федерации, 5 дек. 2005 г., № 154-ФЗ // Консультант Плюс : Версия Проф. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр». – М., 2006.
	Об утверждении важнейших параметров прогноза социально-экономического развития Республики Беларусь на 2006 год : Указ Президента Респ. Беларусь, 12 дек. 2005 г., № 587 // Эталон – Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2006.
Архивные материалы	Описание синагоги в г. Минске (план части здания синагоги 1896 г.) // Центральный исторический архив Москвы (ЦИАМ). – Фонд 454. – Оп. 3. – Д. 21. – Л. 18–19.
	Дела о выдаче ссуды под залог имений, находящихся в Минской губернии (имеются планы имений) 1884–1918 гг. // Центральный исторический архив Москвы (ЦИАМ). – Фонд 255. – Оп. 1. – Д. 802–1294, 4974–4978, 4980–4990, 4994–5000, 5015–5016.
Составная часть CD-ROMа	Введенский, Л. И. Судьбы философии в России / Л. И. Введенский // История философии [Электронный ресурс] : собр. тр. крупнейших философов по истории философии. – Электрон. дан. и прогр. (196 Мб). – М., 2002. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : зв., цв.
Ресурсы удаленного доступа	Козулько, Г. Беловежская пуца должна стать мировым наследием / Г. Козулько // Беловежская пуца – XXI век [Электронный ресурс]. – 2004. – Режим доступа: <a href="http://bp21.org.by/ru/art/a041031.html">http://bp21.org.by/ru/art/a041031.html</a> . – Дата доступа: 02.02.2006.
	Лойша, Д. Республика Беларусь после расширения Европейского Союза: шенгенский процесс и концепция соседства / Д. Лойша // Белорус. журн. междунар. права [Электронный ресурс]. – 2004. – № 2. – Режим доступа: <a href="http://www.cenunst.bsu.by/journal/2004.2/01.pdf">http://www.cenunst.bsu.by/journal/2004.2/01.pdf</a> . – Дата доступа: 16.07.2005.
	Статут Международного Суда // Организация Объединенных Наций [Электронный ресурс]. – 2005. – Режим доступа: <a href="http://www.un.org/russian/document/basicdoc/statut.htm">http://www.un.org/russian/document/basicdoc/statut.htm</a> . – Дата доступа: 10.05.2015.
	Cryer, R. Prosecuting international crimes: selectivity and the international criminal law regime / R. Cryer // Peace Palace Library [Electronic resource]. – The Hague, 2003–2005. – Mode of access: <a href="http://catalogue.ppl.nl/DB=1/SET=3/TTL=11/SHW?FRST=12">http://catalogue.ppl.nl/DB=1/SET=3/TTL=11/SHW?FRST=12</a> . – Date of access: 04.01.2006.

## Пример оформления списка использованных источников

### Список использованных источников

1. Бредихин, С. А. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности : учебное пособие / С. А. Бредихин. – М. : КолосС, 2010. – 408 с.
2. Бренч, А. А. Технологии переработки продукции животноводства : учебно-методическое пособие : в 2 ч. / А. А. Бренч, В. С. Ветров. – БГАТУ, Минск, 2011. – Ч. 1 : Переработка молока и производство молочной продукции. – 153 с.
3. ГОСТ EN 1672-2–2012. Оборудование для обработки пищевых продуктов. Основные принципы. Часть 2. Гигиенические требования. – Введ. 01.10.16. – Минск : Госстандарт, 2016. – 40 с.
4. ГОСТ Р 34120–2017. Крупный рогатый скот для убоя. Говядина и телятина в тушах, полутушах и четвертинах. Технические условия. – Введ. 01.01.19. – Минск : Госстандарт, 2018. – 26 с.
5. ГОСТ 31476–2012. Свины для убоя. Свинина в тушах и полутушах. Технические условия. – Введ. 01.02.15. – Минск : Госстандарт, 2014. – 16 с.
6. Ивашов, В. И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности : учебник / В. И. Ивашов. – СПб. : ГИОРД, 2010. – 735 с.
7. Инновационные технологии переработки сельскохозяйственной продукции : учебное пособие / Н. В. Казаровец [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – 288 с.
8. Калошин, Ю. А. Технология и оборудование масложировых предприятий : учебник для НПО / Ю. А. Калошин. – М. : Академия, 2002. – 368 с.
9. Курочкин, А. А. Технологическое оборудование для переработки продукции животноводства : учебник / А. А. Курочкин. – М. : КолосС, 2010. – 504 с.
10. Курочкин, А. А. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов перерабатывающих производств : учебное пособие / А. А. Курочкин, В. М. Зимняков ; под ред. А. А. Курочкина. – М. : КолосС, 2006. – 320 с.
11. Машины и аппараты пищевых производств : учебник : в 3 кн. / С. Т. Антипов [и др.] ; под ред. В. Н. Панфилова, В. Я. Груданова. – Минск : БГАТУ, 2007. – Кн. 1. – 420 с.
12. Оборудование перерабатывающих производств : учебник / А. А. Курочкин [и др.]. – М. : ИНФРА-М, 2018. – 362 с.
13. СТБ 196–2016. Изделия колбасные полукопченые. Общие технические условия. – Взамен СТБ 196–2012 ; введ. 01.02.18. – Минск : Госстандарт, 2017. – 30 с.

14. СТБ 1020–2008. Полуфабрикаты мясные натуральные. Общие технические условия. – Взамен СТБ 1020–96 ; введ. 01.01.09. – Минск : Госстандарт, 2009. – 19 с.

15. СТБ 1885–2008. Мясная промышленность. Производство пищевых продуктов. Термины и определения. – Введ. 01.09.08. – Минск : Госстандарт, 2008. – 22 с.

16. СТБ 295–2008. Изделия колбасные сырокопченые и сыровяленые. Общие технические условия. – Взамен СТБ 295–93 ; введ. 01.01.09. – Минск : Госстандарт, 2012. – 20 с.

17. СТБ 742–2009. Продукты из шпика. Общие технические условия. – Взамен СТБ 742–94 ; введ. 01.01.10. – Минск : Госстандарт, 2009. – 20 с.

18. СТБ 971–2013. Колбасы ливерные. Общие технические условия. – Взамен СТБ 971–94 ; введ. 01.10.13. – Минск : Госстандарт, 2013. – 26 с.

19. ТКП 17.08-02–2006 (02120). Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Правила расчета выбросов при сварке, резке, механической обработке металлов. – Минск : Экология, 2006. – 48 с.

20. ТКП 17.08-03–2006 (02120). Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух. Правила расчета выбросов механическими транспортными средствами в населенных пунктах. – Минск : Экология, 2014. – 36 с.

21. ТКП 17.08-11–2008 (02120). Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух. Правила расчета выбросов в атмосферу от животноводческих комплексов, звероферм и птицефабрик. – Минск : Минприроды. – 42 с.

22. ТКП 427–2012 (02230). Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок. – Минск : Минэнерго, 2012. – 148 с.



**ПРИЛОЖЕНИЕ М**  
(обязательное)

**Форма и пример выполнения спецификации**

Формат	Зона	Паз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Лист		
							Изм.	Лист	
Лерб. примен.				<i>Документация</i>					
	*		01.63.026.00.000 СБ	Сборочный чертеж	1	2хА1			
				<i>Сборочные единицы</i>					
	Спроб. №	A1	1	01.63.026.01.000	Горловина	1			
		A3	2	01.63.026.02.000	Шнек рабочий	1			
			3	01.63.026.03.000	Лоток	1			
			4	01.63.026.04.000	Зажим	2			
			5	01.63.026.05.000	Корпус мясорубки	1			
				<i>Детали</i>					
	Лист. и дата		6	01.63.026.00.001	Толкач	1			
		7	01.63.026.00.002	Втулка	1				
A3		8	01.63.026.00.003	Вал	1				
		9	01.63.026.00.004	Станина	1				
		10	01.63.026.00.005	Кольцо зубчатое	1				
		11	01.63.026.00.006	Брызговик	1				
		12	01.63.026.00.007	Шестеренка	1				
		13	01.63.026.00.008	Крышка редуктора	1				
Взам. инв. №				<i>Стандартные изделия</i>					
		14		Болт М20х70 ГОСТ 15589-70	4				
		15		Гайка М20 ГОСТ 15525-70	4				
Лист. и дата		16		Шайба 20 ГОСТ 9649-78	4				
Инв. № подл.				01.63.026.00.000					
	Разраб.	Жидик	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов	
	Проб.	Тарган				ц/д/п	1	2	
	Консул.	Тарган				БГАТУ, гр. 6т			
	Н.контр.	Зеленко							
Утв.	Тарган								

Копировал

Формат А4



## ПРИЛОЖЕНИЕ Н (рекомендуемое)

### Примеры выполнения раздела «Охрана труда»

---

#### Расчет ограждения абразивного круга

##### *Пример 1*

*Исходные данные* (принимаются студентом в соответствии с объектом проектирования)

Масса круга – 2 кг, частота вращения – 1500 мин<sup>-1</sup>, радиус внешней окружности – 0,15 м, радиус центрального отверстия – 0,016 м. Определить толщину стенки ограждения.

##### *Решение*

Ударная нагрузка на ограждение, Н:

$$P_{уд} = \frac{m_k \cdot v_{вр}^2}{2R_0}, \quad (Н.1)$$

где  $m_k$  – масса круга, кг ( $m_k = 2$  кг);

$v_{вр}$  – окружная скорость вращения, м/с:

$$v_{вр} = 2\pi \cdot R \cdot \omega, \quad (Н.2)$$

где  $\omega$  – частота вращения, мин<sup>-1</sup> ( $\omega = 1500$  мин<sup>-1</sup> = 25 с<sup>-1</sup>);

$R$  – радиус внешней окружности круга ( $R = 0,15$  м),

$$v_{вр} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,15 \cdot 25 = 23,6 \text{ м/с.}$$

Радиус центра тяжести, м:

$$R_0 = \frac{4(R^3 - r^3)}{3\pi(R^2 - r^2)}, \quad (Н.3)$$

где  $R$  – радиус внешней окружности круга,  $R = 0,15$  м;

$r$  – радиус центрального отверстия круга,  $r = 0,016$  м,

$$R_0 = \frac{4(0,00338 - 0,000004096256)}{3 \cdot 3,14(0,0225 - 0,000256)} = \frac{0,0135}{0,21} = 0,06 \text{ м.}$$

Ударная нагрузка на ограждение

$$P_{\text{уд}} = \frac{m_{\text{к}} \cdot v_{\text{вр}}^2}{2R_0} = \frac{2 \cdot 23,6^2}{2 \cdot 0,06} = 9282,7 \text{ Н.}$$

Толщина стенки принимается равной 3 мм согласно таблице Н.1.

Таблица Н.1 – Толщина стенки ограждения в зависимости от ударной нагрузки

Ударная нагрузка, кН	Толщина стенки ограждения, мм	Ударная нагрузка, кН	Толщина стенки ограждения, мм
4,91	1	73,5	10
8,33	2	80,36	11
14,6	3	96,04	12
17,15	4	102,9	13
25,67	5	115,64	14
31,16	6	139,16	15
39,69	7	159,74	16
47,04	8	188,16	17
61,74	9	205,8	18

### Расчет предохранительных клапанов

**Пример 2.** Для котла ДЕ-2,5 производительностью  $G_{\text{к}} = 3,5$  т/ч насыщенного пара с давлением  $P_1 = 1,2$  МПа необходимо определить пропускную способность и число устанавливаемых на котле предохранительных пружинных клапанов типа ППК-1 с диаметром проходного отверстия 25 мм. Коэффициент расхода пара для клапана равен  $\alpha = 0,6$ .

*Исходные данные*

$$G_{\text{к}} = 3,5 \text{ т/ч}; P_1 = 1,2 \text{ МПа}; d = 25 \text{ мм}; \alpha = 0,6.$$

*Решение*

Определяется площадь проходного сечения клапана:

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 25^2}{4} = 490 \text{ мм}^2.$$

Определяется пропускная способность одного клапана по насыщенному пару:

$$G_{н.п} = 0,5 \cdot 0,6 \cdot 490 (10 \cdot 1,2 + 1) = 1911 \text{ кг/ч.}$$

Определяется число клапанов, требуемое для обеспечения часовой производительности котла:

$$n = G_k / G_{н.п} = 3500 / 1911 = 1,83 \approx 2 \text{ шт.}$$

Принимается 2 клапана типа ППК-1.

**Пример 3.** На паровом котле установлено 2 предохранительных клапана с диаметром проходного сечения  $d$ , мм. Производительность котла  $G$ , т/ч, максимальное давление насыщенного пара  $P_1$ , МПа. Определить, обладают ли клапаны достаточной пропускной способностью. Коэффициент расхода пара  $\alpha$ .

*Исходные данные*

$$d = 20 \text{ мм}; P_1 = 1,4 \text{ МПа}; G_k = 5,2 \text{ т/ч}; \alpha = 0,63.$$

*Решение*

Пропускная способность предохранительного клапана для парового котла с давлением насыщенного пара в пределах 0,7–12,0 МПа определяется по формуле (6.30):

$$G_{н.п} = 0,5\alpha \cdot F (10 P_1 + 1),$$

где  $\alpha$  – коэффициент расхода пара;

$F$  – площадь проходного сечения клапана в проточной части, мм<sup>2</sup>:

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 20^2}{4} = 314 \text{ мм}^2;$$

$P_1$  – максимальное избыточное давление перед клапаном, кПа;

$$G_{н.п} = 0,5 \cdot 0,63 \cdot 314 (10 \cdot 1,4 + 1) = 1483,65 \text{ кг/ч.}$$

Для двух клапанов

$$\Sigma G_{н.п} = 2 \cdot 1483,65 = 2967,3 \text{ кг/ч.}$$

Таким образом, данные клапаны не обладают необходимой пропускной способностью для обеспечения часовой производительности котла 5,2 т/ч.

$$\Sigma G_{н.п} = 2,967 \text{ т/ч} < G_{к} = 6,3 \text{ т/ч.}$$

### Расчет заземлителя в однородном грунте

#### Пример 4

*Исходные данные* (принимаются студентом для условий своего предприятия)

Трансформаторная подстанция ТП 10/0,4 кВ расположена в третьей климатической зоне. От подстанции отходят две воздушные линии 400/230 В, на которых намечено выполнить шесть повторных заземлений нулевого провода. Удельное сопротивление грунта, измеренное при нормальной влажности по данным электрослужбы,  $\rho_{изм} = 120 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ . Заземляющий контур в виде прямоугольника выполняется путем заложения в грунт вертикальных стальных стержней длиной  $l_{в} = 5 \text{ м}$  и диаметром  $d = 12 \text{ мм}$ , соединенных между собой стальной полосой  $40 \times 4 \text{ мм}$ . Глубина заложения стержней  $t_{в} = 0,6 \text{ м}$ , полосы  $t_{г} = 0,7 \text{ м}$ . Ток замыкания на землю на стороне 10 кВ по данным РЭС  $I_3 = 8 \text{ А}$ .

#### Решение

Расчет искусственного заземляющего устройства состоит из двух этапов:

- расчет общего сопротивления повторных заземлений;
- расчет общего сопротивления заземляющего контура.

Для определения расчетного сопротивления грунта для вертикальных заземлителей  $\rho_{р.в}$  необходимо найти значения коэффициента сезонности  $K_c = 1,15$  и коэффициента состояния грунта при измерении  $K_2 = 1$  (таблицы Н.1, Н.2):

$$\rho_{р.в} = K_c \cdot K_2 \cdot \rho_{изм} = 1,15 \cdot 1,0 \cdot 120 = 138 \text{ Ом}\cdot\text{м.} \quad (\text{Н.1})$$

Таблица Н.1 – Значения коэффициентов сезонности по климатическим зонам

Климатическая зона	Климатические признаки		Коэффициент сезонности $K_c$ для электродов				
	Средняя многолетняя температура, °С		Продолжительность заморзания вод, дней	вертикальных		горизонтальных	
	низшая (январь)	высшая (июль)		длиной 3 м	длиной 5 м	длиной 10 м	длиной 50 м
II	От -15	От +18	~150	1,45	1,25	3,5	3,0
	До -10	До +22					
III	От -10	От +22	~100	1,30	1,15	2,5	2,0
	До 0	До +24					

Таблица Н.2 – Значения коэффициентов, учитывающих состояние грунта при измерении удельного сопротивления земли

Тип электрода и его длина	Условия измерения удельного сопротивления земли		
	$K_1$ (при значительной влажности)	$K_2$ (при средней влажности)	$K_3$ (при сухом грунте)
Вертикальный:			
– 3 м	1,15	1	0,92
– 5 м	1,10	1	0,95
Горизонтальный:			
– 10 м	1,70	1	0,75
– 50 м	1,60	1	0,80

Определяется сопротивление растеканию тока одного вертикального электрода, Ом:

$$R_B = \frac{0,366\rho_{PB}}{l_B} \left( \lg \frac{K_B \cdot l_B}{d} + 0,5 \lg \frac{4t_{B.C} + l_B}{4t_{B.C} - l_B} \right), \quad (H.2)$$

где  $K_B$  – числовой коэффициент (для круглых стержней  $K_B = 2$ , для уголков  $K_B = 2,1$ );

$d$  – внешний диаметр трубы или диаметр стержня, а для уголка – ширина полки, м;

$t_{B.C}$  – расстояние от поверхности земли до середины вертикального электрода, м:

$$t_{B.C} = t_B + \frac{l_B}{2}, \quad (H.3)$$

$$t_{\text{в.с}} = 0,6 + \frac{5}{2} = 3,1 \text{ м.}$$

Согласно ТКП 339–2022 сопротивление повторного заземления нулевого провода  $r_{\text{зп}}$  на ВЛ напряжением 400/230 В не должно превышать 30 Ом, а для всех повторных и грозозащитных заземлений одной такой линии  $r_{\text{зпл}} \leq 10$  Ом при  $\rho \leq 100$  Ом·м. При  $\rho > 100$  Ом·м для одного повторного заземлителя допускается принимать, Ом:

$$r_{\text{зп}} \leq \frac{30\rho}{100}. \quad (\text{Н.4})$$

Для данного примера

$$r_{\text{зп}} = \frac{30\rho_{\text{рв}}}{100} = \frac{30 \cdot 138}{100} \approx 41 \text{ Ом.}$$

Для повторного заземления принимается длина стержня  $l_{\text{в}} = 5$  м и диаметр 12 мм, сопротивление  $R_{\text{в}} = 31,4$  Ом  $< r_{\text{зп}} = 41$  Ом (стержень для повторных заземлений такой же, как и для контура заземления).

Общее сопротивление всех шести повторных заземлений

$$r_{\text{зпл}} = \frac{R_{\text{в}}}{n} = \frac{31,4}{6} = 5,2 \text{ Ом.}$$

Определяется расчетное сопротивление заземления нейтрали трансформатора с учетом повторных заземлений при условии, что сопротивление заземляющего устройства согласно ТКП 339–2011  $r_3 \leq 4$  Ом при  $\rho \leq 100$  Ом·м.

В данном случае  $\rho_{\text{р.в}} = 138$  Ом·м, то

$$r_3 \leq 4 \cdot \frac{138}{100} = 5,5 \text{ Ом.} \quad (\text{Н.5})$$

Таким образом, повторное заземление обеспечивает выполнение условия, т. к.  $r_{\text{зпл}} < r_3$ .

Согласно другому условию значение сопротивления искусственного заземляющего устройства при подсоединении к нему электрооборудования



до и свыше 1000 В не должно составлять более 10 Ом и  $\frac{125}{I_3}$ , если последнее значение меньше 10 Ом:

$$r_{\text{н}} = \frac{125}{8} = 15,6 \text{ Ом},$$

где  $I_3 = 8 \text{ А}$  согласно условию.

Так как  $10 \text{ Ом} < 15,6 \text{ Ом}$ , для расчета принимается  $r_{\text{н}} = 10 \text{ Ом}$ .

Определяется теоретическое число стержней:

$$n_{\text{т}} = \frac{R_{\text{в}}}{r_{\text{н}}} = \frac{31,4}{10} = 3,14. \quad (\text{Н.6})$$

Принимается четыре стержня, которые располагаются на расстоянии  $a$  друг от друга, не меньше длины стержня, т. е.  $a = l_{\text{в}} = 5 \text{ м}$ .

Длина полосы связи  $l_{\text{п}} = a \cdot n = 5 \cdot 4 = 20 \text{ м}$ .

Согласно таблицам Н.1, Н.2 для полосы связи  $K_{\text{с}} = 2,1$ ;  $K_1 = 1$ .

Расчетное сопротивление грунта, Ом·м, для полосы связи:

$$\rho_{\text{гр}} = K_{\text{с}} \cdot K_1 \cdot \rho_{\text{изм}}, \quad (\text{Н.7})$$

$$\rho_{\text{гр}} = 2,1 \cdot 1,0 \cdot 120 = 252 \text{ Ом}\cdot\text{м}.$$

Расчетное сопротивление полосы связи, Ом, определяется по формуле

$$R_{\text{г}} = \frac{0,366 \rho_{\text{гр}}}{l_{\text{п}}} \lg \frac{K_{\text{г}} \cdot l_{\text{п}}^2}{d_{\text{г}} \cdot t_{\text{г}}}, \quad (\text{Н.8})$$

где  $K_{\text{г}}$  – коэффициент горизонтального заземлителя (для круглого сечения  $K_{\text{г}} = 1$ , для прямоугольной полосы  $K_{\text{г}} = 2$ );

$$R_{\text{г}} = \frac{0,366 \cdot 252}{20} \lg \frac{2 \cdot 20^2}{0,04 \cdot 0,7} = 20,5 \text{ Ом}.$$

В зависимости от  $n$  и  $\frac{a}{l_B}$  определяются коэффициенты использования вер-

тикальных заземлителей  $\eta_B$  и горизонтальных  $\eta_H$ .

При  $n = 4$  и  $\frac{a}{l_B} = \frac{5}{5} = 1$  по таблицам Н.3, Н.4 находятся соответственно

$\eta_B = 0,69$ ,  $\eta_H = 0,45$ .

Таблица Н.3 – Значения коэффициентов использования  $\eta_B$  вертикальных электродов группового заземления (труб, уголков и т. п.) без учета влияния полосы связи

Отношение расстояний между вертикальными заземлителями к их длине $\frac{a}{l_B}$	Число заземлителей $n$							
	2	4	6	10	20	40	60	100
Электроды размещены в ряд								
1	0,85	0,73	0,65	0,59	0,48	–	–	–
2	0,91	0,83	0,77	0,74	0,67	–	–	–
3	0,94	0,89	0,85	0,81	0,76	–	–	–
Электроды размещены по контуру								
1	–	0,69	0,61	0,56	0,47	0,41	0,39	0,36
2	–	0,78	0,73	0,68	0,63	0,58	0,55	0,52
3	–	0,85	0,80	0,76	0,71	0,66	0,64	0,62

Таблица Н.4 – Значения коэффициентов использования  $\eta_H$  горизонтального полосового электрода, соединяющего вертикальные электроды (трубы, уголки и т. п.) группового заземлителя

Отношение расстояний между вертикальными заземлителями к их длине $\frac{a}{l_B}$	Число заземлителей $n$							
	2	4	6	10	20	40	60	100
Вертикальные электроды размещены в ряд								
1	0,85	0,77	0,72	0,62	0,42	–	–	–
2	0,94	0,80	0,84	0,75	0,56	–	–	–
3	0,96	0,92	0,88	0,82	0,68	–	–	–
Вертикальные электроды размещены по контуру								
1	–	0,45	0,40	0,34	0,27	0,22	0,20	0,19
2	–	0,55	0,48	0,40	0,32	0,29	0,27	0,23
3	–	0,70	0,64	0,56	0,45	0,39	0,36	0,33

В первом приближении определяется действительное число стержней  $n_d$ :

$$n_d = \frac{R_b \cdot \eta_r}{\eta_b} \left( \frac{1}{r_i \cdot \eta_r} - \frac{1}{R_r} \right),$$

$$n_d = \frac{31,4 \cdot 0,45}{0,69} \left( \frac{1}{10 \cdot 0,45} - \frac{1}{20,5} \right) = 3,6.$$

К монтажу принимается  $n_d = 4$  стержня, проводится поверочный расчет.

Действительное сопротивление искусственного заземления определяется по формуле

$$r_{\text{при}} = \frac{R_b \cdot R_r}{R_r \cdot n_d \cdot \eta_b + R_b \cdot \eta_r}, \quad (\text{H.9})$$

$$r_{\text{при}} = \frac{31,4 \cdot 20,5}{20,5 \cdot 4 \cdot 0,69 + 31,4 \cdot 0,45} = 9,2 \text{ Ом} < 10 \text{ Ом}.$$

Сопротивление заземляющего устройства с учетом повторных заземлений находится по формуле

$$r_3 = \frac{r_d \cdot r_{\text{зпл}}}{r_d + r_{\text{зпл}}}, \quad (\text{H.10})$$

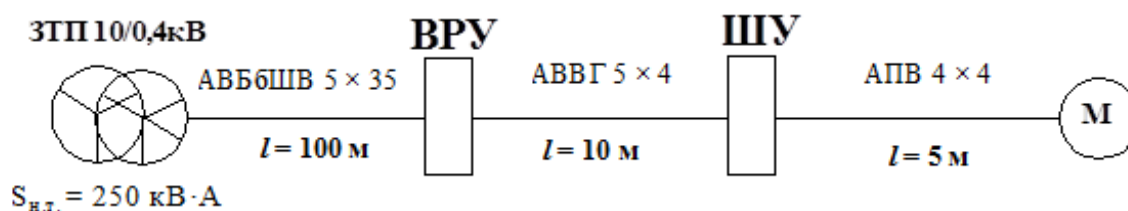
$$r_3 = \frac{9,2 \cdot 5,2}{9,2 + 5,2} = 3,3 \text{ Ом} < 5,5 \text{ Ом}.$$

Расчетное сопротивление удовлетворяет требованиям ТКП. Заземлитель представляет собой квадрат  $5 \times 5$  м, внутри которого расположена подстанция. К заземлителю подключены нулевые провода линий, имеющих шесть повторных заземлений, одно из повторных заземлений каждой линии расположено в непосредственной близости от ТП (не более 100 м).

## Расчет проверки эффективности зануления электрооборудования

### Пример 5

Расчет производится для линии самого удаленного электроприемника – электродвигателя вентиляционной установки, состоящей из трех участков (рисунок Н.1).



ВРУ – вводное распределительное устройство; ШУ – шкаф управления

Рисунок Н.1 – Функциональная схема

### Решение

Электроприемник защищен автоматическим выключателем ВА51Г-25 с электромагнитным расцепителем.

Технические характеристики автоматического выключателя:

$$I_{н. расц} = 20 \text{ А}, \quad I_{н. авт} = 25 \text{ А}, \quad I_{ср. расц} = 20 \cdot 7 = 140 \text{ А}.$$

Значение мощности трансформатора ТМ  $P_{нт} = 250 \text{ кВ} \cdot \text{А}$ , а схема его соединения – «звезда–звезда с нулем».

Значения удельного сопротивления кабелей постоянному току, Ом/км, находятся по формуле

$$R = \frac{\rho}{S},$$

где  $\rho$  – удельное электрическое сопротивление материала: для меди –  $18 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{км}$ ; для алюминия –  $28 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{км}$ ;

$S$  – площадь сечения проводника,  $\text{мм}^2$ ;

$$R_{\phi. y. 1} = \frac{28}{35} = 0,8 \text{ Ом/км},$$

$$R_{\phi. y. 2} = \frac{28}{4} = 7 \text{ Ом/км},$$

$$R_{\phi. y. 3} = \frac{28}{4} = 7 \text{ Ом/км}.$$

Сопротивление фазы трансформатора току однофазного короткого замыкания, Ом, при вторичном номинальном напряжении трансформатора 400/230 В можно приближенно рассчитать по формуле

$$Z_{\tau} = \frac{K_{\tau}}{P_{\text{н}}} = \frac{26}{250} = 0,104 \text{ Ом},$$

где  $K_{\tau}$  – коэффициент, равный 26 при схеме трансформатора «звезда–звезда с нулем» и номинальном первичном напряжении, равном 6–35 кВ.

Полное сопротивление петли «фаза–нуль»

$$z_{\text{п}} = \sum_{i=1}^n l \sqrt{(R_{\phi} + R_{\text{н}})^2 + (X_{\phi} + X_{\text{н}} + X_{\text{п}})^2},$$

где  $n$  – количество участков линии определенного сечения;

$l$  – длина данного участка линии, км;

$R_{\phi}$ ,  $R_{\text{н}}$  – значения удельного активного сопротивления фазного и нулевого проводников соответственно, Ом/км;

$X_{\phi}$ ,  $X_{\text{н}}$  – значения удельного внутреннего индуктивного сопротивления фазного и нулевого проводников соответственно, Ом/км (если проводники выполнены из цветных металлов, значения можно считать равными нулю);

$X_{\text{п}}$  – удельное внешнее индуктивное сопротивление петли проводников «фаза–нуль»: для воздушных линий ориентировочно 0,6 Ом/км; для проводки на изоляторах внутри помещений 0,5 Ом/км; для проводки на роликах 0,4 Ом/км; для проводки в трубах 0,15 Ом/км; для кабелей – 0.

Для кабельной линии принимается  $X_{\Pi} = 0,15$  Ом/км (для воздушной линии следует принимать  $X_{\Pi} = 0,6$  Ом/км):

- на первом участке:  $z_{\Pi 1} = 0,1\sqrt{(0,8 + 0,8)^2 + 0,15^2} = 0,16$  Ом;

- на втором участке:  $z_{\Pi 2} = 0,01\sqrt{(7 + 7)^2 + 0,15^2} = 0,14$  Ом;

- на третьем участке:  $z_{\Pi 3} = 0,005\sqrt{(7 + 7)^2 + 0,15^2} = 0,04$  Ом.

Ток короткого замыкания

$$I_{к.з} = \frac{U_{\phi}}{Z_{\Pi 1} + Z_{\Pi 2} + Z_{\Pi 3} + Z_T} = \frac{230}{(0,16 + 0,14 + 0,04 + 0,104)} = 518 \text{ А.}$$

Условие эффективности зануления:

$$I_{к.з} \geq k \cdot I_y,$$

где  $I_{кз}$  – ток однофазного короткого замыкания в конце данного участка;

$k$  – коэффициент чувствительности защиты (кратности тока);

$I_y$  – ток уставки защитного аппарата данной электрической установки;

$$518 \text{ А} \geq 1,25 \cdot 140 \text{ А},$$

$$518 \text{ А} \geq 175 \text{ А.}$$

Так как полученное расчетное значение тока короткого замыкания  $I_{к.з} = 518$  А превышает наименьший допустимый ток по условиям автомата защиты  $I_{к.з. доп} = 175$  А, то эффективность зануления обеспечена.

## **Расчет толщины теплоизоляции производственного оборудования**

### ***Пример 6***

#### *Исходные данные*

Необходимо рассчитать толщину теплоизоляции вакуум-аппарата диаметром  $d = 1,5$  м, изготовленного из стали. Толщина стенки аппарата  $\delta_{ст} = 10$  мм. Температура среды в аппарате  $t_{вн} = 118$  °С; температура воздуха в помещении  $t_{в}$

принимается до 23 °С. В качестве изоляции используется изоляционный материал – войлок шерстяной.

### *Решение*

При расчете изоляции сначала устанавливаются допустимые тепловые потери объекта при наличии изоляции, задав температуру на поверхности изоляции  $t_{из} = 45$  °С.

Количество теплоты, Вт/м<sup>2</sup>, отдаваемой единицей поверхности тела в единицу времени в окружающую среду:

$$q = \alpha(t_{из} - t_{в}) = 10,59(45 - 23) = 231, \quad (Н.1)$$

где  $\alpha$  – суммарный коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности изоляции к воздуху, Вт/м<sup>2</sup>·°С;

$t_{из}$  – температура на наружной поверхности изоляции, °С;

$t_{в}$  – температура воздуха в помещении, °С.

Суммарный коэффициент теплоотдачи

$$\alpha = \alpha_k + \alpha_{л} = 4,5 + 6,096 = 10,59 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°С}, \quad (Н.2)$$

где  $\alpha_k$  – коэффициент теплоотдачи от изолируемой стенки к воздуху путем конвекции, Вт/м<sup>2</sup>·°С;

$\alpha_{л}$  – коэффициент теплоотдачи от изолируемой стенки к воздуху путем лучеиспускания, Вт/м<sup>2</sup>·°С.

Коэффициенты теплоотдачи от изолируемой стенки к воздуху:

- путем конвекции:

$$\alpha_k = \frac{Nu \cdot \lambda}{l} = \frac{262,4 \cdot 0,0259}{1,5} = 4,5, \quad (Н.3)$$

где  $Nu$  – критерий Нуссельта;

$\lambda$  – коэффициент теплопроводности воздуха, Вт/м·°С (таблица Н.1);

$l$  – характерный размер тела, м; для цилиндра – диаметр; для вертикального параллелепипеда – высота; для горизонтального параллелепипеда – ширина;

- путем лучеиспускания:

$$\alpha_{\text{л}} = \frac{5,7\varepsilon \left[ \left( \frac{T_{\text{вн}}}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_{\text{в}}}{100} \right)^4 \right]}{T_{\text{вн}} - T_{\text{в}}} = \frac{5,7 \cdot 0,65 \left[ \left( \frac{391}{100} \right)^4 - \left( \frac{318}{100} \right)^4 \right]}{(273 + 118) - (273 + 45)} = 6,096, \quad (\text{Н.4})$$

где 5,7 – коэффициент излучения абсолютно черного тела, Вт/(м<sup>2</sup>·К<sup>4</sup>);

$\varepsilon$  – степень черноты тела, для стали равна 0,65; чугуна – 0,95; меди – 0,023; красного кирпича – 0,93; алюминия – 0,04; латуни – 0,6;

$T_{\text{вн}}$  – температура внутри аппарата, К;

$T_{\text{в}}$  – температура воздуха в помещении, К.

Таблица Н.1 – Значения коэффициента теплопроводности воздуха в зависимости от температуры и соответствующие им значения коэффициента кинематической вязкости и критерия Прандтля

Температура воздуха, °С	Коэффициент теплопроводности воздуха $\lambda$ , Вт/м·°С	Коэффициент кинематической вязкости $\nu$ , м <sup>2</sup> /С·10 <sup>-6</sup>	Критерий Прандтля $Pr$
10	0,0251	14,16	0,705
20	0,0259	15,06	0,703
30	0,0267	16,00	0,701
40	0,0276	16,96	0,699
50	0,0283	17,95	0,698

В свою очередь:

$$Nu = c(Gr \cdot Pr)^n = 0,135 \cdot (0,735 \cdot 10^{10})^{\frac{1}{3}} = 1,94 \cdot 10^3 \cdot 0,135 = 262,4, \quad (\text{Н.5})$$

где  $c$  и  $n$  – эмпирические коэффициенты, приведены в таблице Н.2;

$Gr$  – критерий Грасгофа;

$Pr$  – критерий Прандтля (таблица Н.1).



Таблица Н.2 – Значения коэффициентов  $c$  и  $n$

$Gr \cdot Pr$	$c$	$n$
$1 \cdot 10^{-3}$	0,500	0
$1 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^2$	1,180	$1/8$
$5 \cdot 10^2 - 2 \cdot 10^7$	0,540	$1/4$
$2 \cdot 10^7 - 1 \cdot 10^{18}$	0,135	$1/3$

### Критерий Грасгофа

$$Gr = \beta \cdot g \cdot \frac{l^3}{\nu^2} (t_{из} - t_{в}) = 0,0034 \cdot 9,81 \cdot \frac{1,5^3}{(15,3 \cdot 10^{-6})^2} \cdot (45 - 23) =$$

$$= \frac{9,81 \cdot 3 \cdot 375 \cdot 22}{69290,64 \cdot 10^{-12}} = 0,10419 \cdot 10^{11},$$
(Н.6)

где  $\beta$  – коэффициент объемного расширения, °С:

$$\beta = \frac{1}{273 + t_{в}} = \frac{1}{273 + 23} = 0,0034,$$
(Н.7)

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $g = 9,81$ ;

$\nu$  – коэффициент кинематической вязкости (таблица Н.1);

Выражение для определения толщины теплоизоляции имеет вид:

$$\delta_{из} = \lambda_{из} \left( \frac{1}{K} - \frac{1}{\alpha} - \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} \right) = 0,05 \left( \frac{1}{2,43} - \frac{1}{10,59} - \frac{0,01}{45,4} \right) = 0,015,$$
(Н.8)

где  $\delta_{ст}$ ,  $\delta_{из}$  – толщина стенки и изоляционного материала, м (таблица Н.3);

$\lambda_{ст}$ ,  $\lambda_{из}$  – коэффициент теплопроводности стенки и изоляционного материала, Вт/м·°С (таблица Н.3);

$K$  – коэффициент теплопередачи стенки, Вт/м<sup>2</sup>·°С, который можно определить из выражения

$$q = K(t_{вн} - t_{в}) = 10,59(45 - 23) = 231.$$
(Н.9)

Таблица Н.3 – Значения коэффициентов теплопроводности

Материал	Температура, °С	Коэффициент теплопроводности, Вт/м·°С
Альфоль	50	0,0465
Асбест листовой	30	0,1200
Волокно (асбестовое)	50	0,1100
Войлок шерстяной	30	0,0524
Глина огнеупорная	450	1,0400
Дерево сосна	20	0,1100
Картон гофрированный	20	0,0600
Кирпич изоляционный	100	0,1400
Кирпич строительный	20	0,23–0,30
Гипс	–	0,291
Пробка	20	0,0384
Штукатурка	20	0,7800
Кожа	30	0,1600
Резина	0	0,1600
Стекланная вата	0	0,0400
Шлаковая вата	100	0,4700
Алюминий	0	204,0
Бронза	20	64,0
Латунь	0	85,5
Сталь	0	45,4
Чугун	0	63,0

### **Расчет ориентировочного уровня шума, создаваемого проектируемой установкой**

#### *Пример 7*

#### *Исходные данные*

Требуется рассчитать ориентировочный уровень шума, создаваемый модернизируемым куттером.

Номинальная мощность электродвигателя марки 4A132S4EY3 – 7,5 кВт; номинальная мощность электродвигателя марки AIP71B6Y3 – 0,55 кВт. Основными источниками шума при работе куттера являются два двигателя и редуктор, а также шум, возникающий от взаимодействия ножей с продуктом.

#### *Решение*

Рассчитывается ориентировочный суммарный уровень шума, создаваемого источниками шума.

Общий уровень аэродинамического шума электродвигателя марки АИР71В6УЗ

$$L = 10 \lg N + 20 \lg n + (8-10),$$

где  $N$  – номинальная мощность, кВт;

$n$  – синхронная частота вращения, об/мин;

(8–10) – величина, зависящая от конструктивных особенностей и класса электродвигателя.

Тогда

$$L_{\text{дв1}} = 10 \lg 0,55 + 20 \lg 1000 + 8 = 65,4 \text{ дБ.}$$

Общий уровень аэродинамического шума электродвигателя марки 4А132S4ЕУЗ

$$L_{\text{дв2}} = 10 \lg 7,5 + 20 \lg 1500 + 8 = 80,3 \text{ дБ.}$$

Уровень шума редуктора ориентировочно определяется по формуле

$$L = L_0 + 23 \lg v_{\text{окр}},$$

где  $L_0$  – слагаемая уровня шума, зависящая от качества изготовления зубчатых колес и не зависящая от окружной скорости и передаваемой мощности. Для передач малой и средней мощности  $L_0 = 40-50$  дБ;

$v_{\text{окр}}$  – окружная скорость, м/с ( $v_{\text{окр}} = 6,5$  м/с).

Тогда

$$L = 45 + 23 \lg 6,5 = 63,7 \text{ дБ.}$$

Для нахождения уровня шума, возникающего при взаимодействии ножей с продуктом, дБ, используется формула

$$L = 10 \lg(W / W_0),$$

где  $W$  – мощность излучателя шума, Вт;

$W_0$  – пороговое значение звуковой мощности ( $W_0 = 10^{-12}$  Вт).

Мощность излучателя шума, Вт, ориентировочно определяется по формуле

$$W = \rho \cdot c \cdot S \cdot V^2,$$

где  $\rho$  – плотность воздуха ( $\rho = 1,29 \text{ кг/м}^3$ );

$c$  – скорость звука в воздухе ( $c = 340 \text{ м/с}$ );

$S$  – площадь излучаемой поверхности,  $\text{м}^2$  ( $S = 0,000186 \text{ м}^2$ );

$V$  – колебательная скорость, усредненная по вибрирующей поверхности,  $\text{м/с}$ :

$$V = 2\pi \cdot f \cdot A,$$

где  $f$  – частота колебаний вибрации, Гц;

$A$  – амплитуда колебаний вибрации, мм.

Частота колебаний вибрации

$$f = n / 60,$$

где  $n$  – число оборотов вращения ножей, об/мин.

$$f = 1500 / 60 = 25 \text{ Гц.}$$

Амплитуда колебаний вибрации ориентировочно

$$A = \frac{L_{\max}}{100h^2},$$

где  $L_{\max}$  – максимальный линейный размер вибрирующей поверхности, мм ( $L_{\max} = 180 \text{ мм}$ );

$h$  – толщина вибрирующей поверхности, мм ( $h = 3 \text{ мм}$ ).

Таким образом:

$$V = 2 \cdot 3,14 \cdot 25 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} = 0,0314 \text{ м/с.}$$

Тогда

$$W = 1,29 \cdot 340 \cdot 0,000186 \cdot 0,0314^2 = 8 \cdot 10^{-5} \text{ Вт,}$$

$$L = 10 \lg \frac{8 \cdot 10^{-5}}{10^{-12}} = 79 \text{ дБ.}$$

Уровень шума, создаваемый четырьмя ножами:

$$L_4 = L_1 + 10 \lg n = 79 + 10 \lg 4 = 85 \text{ дБ.}$$

Суммарный уровень шума от всех источников

$$L_c = 10 \lg [10^{0,1L_{дв1}} + 10^{0,1L_{дв2}} + 10^{0,1L} + 10^{0,1L_4}],$$
$$L_c = 10 \lg [10^{0,1 \cdot 65,4} + 10^{0,1 \cdot 80,3} + 10^{0,1 \cdot 79} + 10^{0,1 \cdot 85}] = 89,1 \text{ дБ.}$$

По результатам исследования фактический уровень шума составляет 86 дБ.

Откидная крышка с шумоизоляцией должна быть установлена на куттерах всех типов. На куттерах типов 2 и 3 она должна быть заблокирована с приводом ножевого вала таким образом, чтобы при открытой крышке скорость вращения ножей не превышала половины максимальной скорости. Допускается использование дополнительной шумоизолирующей крышки, которая должна быть по возможности небольшой.

### **Расчет виброизоляторов из упругого материала (резиновых виброизоляторов)**

#### ***Пример 8***

##### *Исходные данные*

Произвести расчет пассивной виброизоляции энергетической установки с использованием виброизоляторов из упругого материала, если масса энергетической установки  $m_{уст} = 270$  кг; масса железобетонной плиты  $m_{пл} = 310$  кг; частота вращения рабочего колеса вентилятора  $n = 1500$  об/мин; допустимое напряжение в материале виброизолятора  $\sigma = 0,4$  МПа; динамический модуль упругости  $E_D = 20$  МПа; число виброизоляторов  $N = 6$  шт.

##### *Решение*

Определяется частота вынужденных колебаний:

$$f_v = \frac{n}{60},$$

где  $n$  – частота вращения, об/мин,

$$f_b = \frac{1500}{60} = 25 \text{ Гц.}$$

Определяется частота собственных колебаний установки на амортизаторах:

$$f_0 = \frac{5}{\sqrt{x_{ст}}},$$

где  $x_{ст}$  – статическая осадка амортизаторов под воздействием веса установки, см:

$$x_{ст} = \frac{h \cdot \sigma}{E_D},$$

где  $h$  – толщина прокладки, см;

$\sigma$  – допустимое напряжение в материале виброизолятора, МПа;

$E_D$  – динамический модуль упругости материала, МПа.

Для облегчения расчета амортизаторов из упругих прокладок в таблице Н.1 приведены характеристики некоторых распространенных материалов.

Таблица Н.1 – Допустимое напряжение  $\sigma$ , модуль упругости  $E_D$  и допустимая величина статической осадки  $x_{ст}$

Материал	$\sigma$ , Н/м <sup>2</sup>	$E_D$ , Н/м <sup>2</sup>	$\frac{E_D}{\sigma}$	$x_{ст}$ , см
Резина губчатая	$0,3 \cdot 10^5$	$30 \cdot 10^5$	100	$0,01h$
Резина мягкая	$0,8 \cdot 10^5$	$50 \cdot 10^5$	63	$0,016h$
Ребристая резиновая плита или плита с отверстиями	$(0,8-1,0) 10^5$	$(40-50) 10^5$	50	$0,02h$
Резина средней жесткости	$(3-4) 10^5$	$(200-250) 10^5$	64	$(0,015-0,016)h$
Пробка натуральная	$(1,5-2,0) 10^5$	$(30-40) 10^5$	20	$0,05h$
Плита из пробковой крошки	$(0,6-1,0) 10^5$	$60 \cdot 10^5$	60-100	$(0,010-0,017)h$
Войлок мягкий	$(0,2-0,3) 10^5$	$20 \cdot 10^5$	65-100	$(0,010-0,015)h$
Войлок жесткий прессованный	$1,4 \cdot 10^5$	$90 \cdot 10^5$	64	$0,015h$

Задав значение толщины прокладки  $h = 8$  см, рассчитывают статическую осадку амортизаторов:

$$x_{\text{ст}} = \frac{8 \cdot 0,4}{20} = 0,16 \text{ см.}$$

Частота собственных колебаний

$$f_c = \frac{5}{\sqrt{0,16}} = 12,5 \approx 13 \text{ Гц.}$$

Необходимая эффективность работы амортизаторов по условию отсутствия резонанса достигается при отношении частоты вынужденных колебаний к частоте собственных колебаний  $\frac{f_{\text{в}}}{f_c}$  в диапазоне от 2 до 5. Выполняется проверка условия:

$$\frac{f_{\text{в}}}{f_c} = \frac{25}{13} = 1,9.$$

Условие не выполняется, поэтому принимается значение  $h = 0,12$  м и расчет повторяется:

$$x_{\text{ст}} = \frac{12 \cdot 0,4}{20} = 0,24 \text{ см,} \quad f_c = \frac{5}{\sqrt{0,24}} = 10,2 \approx 10 \text{ Гц,} \quad \frac{f_{\text{в}}}{f_c} = \frac{25}{10} = 2,5.$$

Условие выполняется, поэтому толщина прокладки принимается окончательно 12 см.

Определяется площадь всех виброамортизаторов и их размеры под установку. Суммарная площадь виброамортизаторов

$$S = \frac{P}{\sigma},$$

где  $P$  – вес установки, МН,

$$P = (m_{\text{пл}} + m_{\text{уст}}) g \cdot 10^{-6},$$

где  $g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ .

После подстановки исходных данных

$$S = \frac{(310 + 270) 9,81 \cdot 10^{-6}}{0,4} = 0,142 \text{ м}^2.$$

Размеры отдельных прокладок определяются исходя из условия равномерного распределения массы на все прокладки.

При числе амортизаторов, равном  $N = 6$ , площадь одного

$$S_1 = \frac{S}{N} = \frac{0,142}{6} = 0,024 \text{ м}^2.$$

Учитывая, что размеры сторон виброамортизатора не должны превышать его толщину (высоту) более чем в 2–3 раза, следует принять размеры прокладки  $0,2 \times 0,12$  м при высоте 0,12 м.

Определяется коэффициент виброизоляции, %:

$$K = \frac{9 \cdot 10^{-6}}{x_{\text{ст}} \cdot n^2},$$

$$K = \frac{9 \cdot 10^{-6}}{0,24 \cdot 1500^2} = 16,7 \text{ \%}.$$

Согласно расчетам принята резиновая прокладка со следующими параметрами: длина – 0,2 м, ширина – 0,12 м, высота – 0,12 м. Коэффициент виброизоляции составил 16,7 %.

### **Расчет пружинных виброизоляторов**

#### ***Пример 9***

##### *Исходные данные*

Произвести расчет пассивной виброизоляции с использованием пружинных виброизоляторов энергетической установки, если масса энергетической установки  $m = 470$  кг; частота вращения рабочего колеса вентилятора  $N = 970$  об/мин;



число виброизоляторов  $n = 6$  шт.; допускаемое касательное напряжение при кручении  $[t] = 3,8 \cdot 10^2$  МПа; модуль сдвига для материала пружин  $G = 8,0 \cdot 10^4$  МПа; расчетная амплитуда вертикальных колебаний установки  $\alpha_{0z} = 6,0 \cdot 10^{-5}$  м.

*Решение*

Определяется частота вынужденных колебаний:

$$f_B = \frac{n}{60},$$

$$f_B = \frac{970}{60} = 16,2 \text{ Гц.}$$

Необходимая эффективность работы амортизаторов достигается при отношении частоты вынужденных колебаний к частоте собственных колебаний  $\frac{f_B}{f_c}$  в диапазоне от 3 до 4. Принимается  $\frac{f_B}{f_c} = 4$ , тогда

$$f_c = \frac{f_B}{4} = \frac{16,2}{4} = 4,05.$$

Принимается  $f_c \approx 4$  Гц.

Определяется статическая осадка виброизоляторов под действием веса установки, при которой виброизолированная установка будет иметь полученную частоту собственных колебаний:

$$f_c = \frac{5}{\sqrt{x_{ст}}},$$

где  $x_{ст}$  – статическая осадка виброизоляторов под действием веса, см.

После преобразования выражения и подстановки исходных данных вычисляется значение статической осадки:

$$f_c = \left(\frac{5}{4}\right)^2 = 1,56 \text{ см} = 15,6 \text{ мм.}$$

Общая жесткость пружин в вертикальном напряжении, Н/м:

$$K_z = m \cdot \omega_z^2,$$

где  $\omega_z$  – круговая частота собственных колебаний в вертикальном направлении, рад/с:

$$\omega_z = \frac{\omega_0}{\frac{f_0}{f_c}},$$

где  $\omega_0$  – круговая частота вынужденных колебаний, рад/с:

$$\omega_0 = \frac{2\pi \cdot N}{60},$$

$$\omega_0 = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 970}{60} = 101,5 \text{ рад/с},$$

$$\omega_z = \frac{101,5}{4} = 25,38 \text{ рад/с}.$$

Жесткость виброизоляции в вертикальном направлении

$$K_z = 470 \cdot 25,382 = 30,3 \cdot 10^4 \text{ Н/м}.$$

Жесткость одной пружины

$$K_{z1} = \frac{K_z}{n} = \frac{30,3 \cdot 10^4}{6} = 5,05 \cdot 10^4 \text{ Н/м}.$$

Статическая нагрузка на одну пружину

$$P_{ст1} = \frac{P}{n} = \frac{m \cdot g}{n} = \frac{470 \cdot 9,81}{6} = 768,5 \text{ Н}.$$

Расчетная нагрузка на одну пружину

$$P_1 = P_{ст1} + 1,5P_{дин1},$$

где  $P_{дин1}$  – динамическая нагрузка на одну пружину, Н:

$$P_{дин1} = a_{0z} \cdot K_{z1}.$$

После подстановки данных

$$P_{\text{дин1}} = 6,0 \cdot 10^{-5} \cdot 5,05 \cdot 10^4 = 3,1 \text{ Н},$$

$$P_1 = 768,5 + 1,5 \cdot 3,1 = 773,1 \text{ Н}.$$

Диаметр прутка пружины, м:

$$d \geq 1,6 \sqrt{\frac{k \cdot P_1 \cdot c}{[\tau]}},$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий повышение напряжения в точках сечения прутка, лежащих на поверхности цилиндра диаметром  $(D - d)$ ; определяется по таблице Н.1;

$c$  – индекс пружины; принимается в пределах от 4 до 10, рассчитывается из условия  $c = D / d$ .

В соответствии со значением  $c = 6,5$  по таблице Н.1 устанавливается  $k = 1,225$ .

Таблица Н.1 – Зависимость коэффициента  $k$ , учитывающего повышение напряжения в сечении пружины, от индекса  $c$  при расчете пружинных виброизоляторов

$\varepsilon = D / d$	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0
$k$	1,60	1,40	1,30	1,25	1,21	1,18	1,16	1,14	1,12	1,11	1,10

Тогда диаметр прутка пружины

$$d \geq 1,6 \sqrt{\frac{1,225 \cdot 773,1 \cdot 6,5}{3,8 \cdot 10^2}} = 6,4 \text{ мм}.$$

По ГОСТ 13766–86 «Пружины винтовые цилиндрические сжатия и растяжения из стали круглого сечения. Основные параметры витков» принимается стандартное значение диаметра  $d = 8$  мм.

Определяется средний диаметр пружины:

$$D = c \cdot d,$$

$$D = 6,5 \cdot 8 = 52 \text{ мм.}$$

Число рабочих витков пружины

$$i = \frac{G \cdot d}{8c^3 \cdot K_{z1}},$$

где  $G$  – модуль сдвига для материала пружин, МПа,

$$i = \frac{8 \cdot 10^4 \cdot 10^6 \cdot 8 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 6,5^2 \cdot 5,1 \cdot 10^4} = 5,89.$$

Принимается  $i = 6$ .

Число мертвых витков  $i_2$  принимается для обоих концов пружины в зависимости от полученного значения  $i$ :  $i_2 = 1,5$  при  $i < 7$ ;  $i_2 = 2,5$  при  $i > 7$ .

Полное число витков

$$i_1 = i + i_2,$$

$$i_1 = 6 + 1,5 = 7,5.$$

Высота ненагруженной пружины

$$H_0 = H + i(h - d),$$

где  $H$  – высота пружины, сжатой до соприкосновения ее витков предельной нагрузкой, мм:

$$H = (i_1 - 0,5)d,$$

$h$  – шаг пружины:

$$h = d + \frac{x_{ст}^{факт}}{i} + \delta_p,$$

где  $x_{ст}^{факт}$  – фактическая статическая осадка виброизоляторов под действием веса, см:

$$x_{ст}^{факт} = \frac{P_1}{K_{z1}},$$

$\delta_p$  – зазор между витками при максимальной рабочей нагрузке; принимается  $\delta_p \geq 0,1d$  при максимальной рабочей нагрузке  $P_1$ .

После подстановки значений

$$H = (7,5 - 0,5) 8 = 56 \text{ мм},$$

$$x_{ст} = \frac{813,1}{5,1 \cdot 10^4} = 16,5 \text{ мм}.$$

Рассчитывается необходимое количество пружинных виброамортизаторов для обеспечения прочности:

$$n_{\text{необх}} \geq \frac{m \cdot g}{\frac{\pi \cdot d^2 \cdot [\tau]}{8k \cdot c} - 1,5P_{\text{дин1}}},$$

$$n_{\text{необх}} \geq \frac{470 \cdot 9,81}{\frac{3,14 \cdot 8^2 \cdot 3,8 \cdot 10^2}{8 \cdot 1,225 \cdot 6,5} - 1,5 \cdot 29,7} = \frac{4610,7}{1154,3} = 3,99.$$

Определяется коэффициент передачи:

$$\text{КП} = \frac{1}{\left(\frac{f_B}{f_c}\right)^2 - 1} = \frac{1}{\left(\frac{16,2}{4,05}\right)^2 - 1} = 0,067 \text{ \%}.$$

Эффективность виброизоляции, дБ:

$$\Delta L_{\text{вибр}} = 20 \lg \left( \frac{1}{\text{КП}} \right) = 20 \lg \left( \frac{1}{0,067} \right) = 20 \lg 14,9 \approx 23,5 \text{ дБ}.$$

Согласно расчетам выбрана пружина со следующими параметрами: диаметр прутка – 8 мм, средний диаметр – 52 мм, полное число витков – 7,5, высота в ненагруженном состоянии – 87,2 мм, также установлено, что по условию обеспечения прочности имеется запас, т. к. необходимое число пружин – 4, а по заданию – 6, при этом коэффициент виброизоляции составил 0,067 % и ее эффективность равна 23 дБ.

## Расчет искусственного освещения в производственных помещениях

### Пример 10

#### Исходные данные

Выполнить расчет общего искусственного освещения в производственном помещении.

Размеры производственного помещения: длина  $A = 16$  м, ширина  $B = 12$  м, высота  $H = 5$  м. Разряд зрительной работы, производимой в помещении, – IV (т. е. наименьший размер объекта различения – 0,5–1 мм). Фон светлый, контраст объекта различения с фоном большой. Содержание в воздушной среде рабочей зоны пыли и копоти составляет менее 1 мг/м<sup>3</sup>. Коэффициент отражения от потолка – 50 %, от стен – 30 %, от рабочей поверхности – 10 %.

#### Решение

Расчет производится методом коэффициента использования светового потока.

Для помещения с повышенным уровнем запыленности выбирается светильник типа ЛСП02. Длина светильника – 1540 мм.

По разряду и подразряду выполняемой работы определяется необходимая минимальная освещенность при общем равномерном освещении  $E = 200$  лк (таблица Н.1).

Таблица Н.1 – Сортамент и рекомендации по применению светильников ЛСП люминесцентными лампами

Серия, тип	Число, шт.× мощность, Вт	Источник, характеристика помещения, модификация	Длина, мм
ЛСП02	2×36 2×58	Общее освещение производственных зданий, с решеткой, подвесной	1240 1540
ЛСП24	1×40, 2×40, 2×36, 2×58	Общее освещение пыльных и влажных производственных зданий, с решеткой, подвесной	1290 1590
ЛСП40	2×40	Общее освещение сырых и пыльных промышленных зданий, помещений с рассеивателем, подвесной	1279

Окончание таблицы Н.1

Серия, тип	Число, шт. × мощность, Вт	Источник, характеристика помещения, модификация	Длина, мм
ЛСП44	1×40, 2×40	Общее освещение с химическими агрессивными средами, складских помещений, корпус и рассеиватель из поликарбоната, подвесной	1279
ЛСП46	2×36	Общее освещение производственных зданий, с рассеивателем, подвесной	1235

Расчетная высота подвеса светильников  $h_p$  определяется исходя из геометрических размеров помещения:

$$h_p = H - (h_c + h_{\text{п}}) = 5 - (2 + 0,8) = 2,2 \text{ м},$$

где  $H$  – высота помещения, м;

$h_c$  – расстояние светильника от перекрытия («свес» светильника), м;

$h_{\text{п}}$  – высота рабочей поверхности над полом (принимается  $h_{\text{п}} = 0,8$  м).

Определяется расстояние между рядами светильников (рисунок Н.1):

$$L = \lambda \cdot h_p = 1,8 \cdot 2,2 = 3,96 \text{ м},$$

где  $\lambda$  – оптимальное значение отношения  $L / h_p$  (для светильников с газоразрядными лампами  $\lambda = 1,4-1,8$ ).

При условии, что рабочие места в помещении расположены у стен, а светильники размещаются параллельно продольной оси здания, определяется расстояние от стены помещения до первого ряда светильников:

$$L_1 = 0,3L = 0,3 \cdot 3,96 = 1,2 \text{ м}.$$

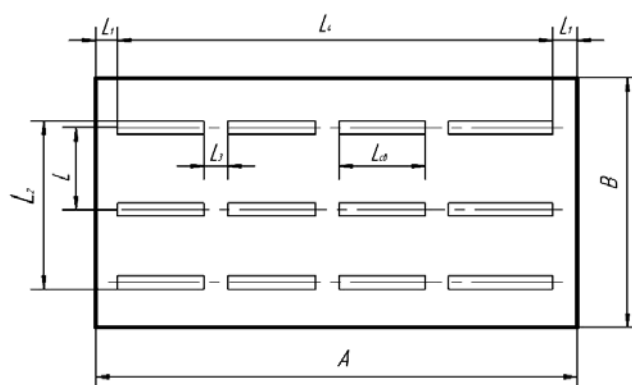


Рисунок Н.1 – Размещение светильников на плане помещения

Расстояние между крайними рядами светильников по ширине помещения

$$L_2 = B - 2L_1 = 12 - 2 \cdot 1,2 = 9,6 \text{ м},$$

где  $B$  – ширина помещения, м.

Количество рядов светильников по ширине помещения, шт.:

$$n_{\text{р. св}} = \left( \frac{L_2}{L} \right) + 1 = \left( \frac{9,6}{3,96} \right) + 1 = 3,4.$$

Принимается  $n_{\text{р. св}} = 3$ , т. е. светильники расположены в три ряда, рабочие места у стен.

Расстояние между светильниками в ряду, м:

$$L_3 = 0,5h_p = 0,5 \cdot 2,2 = 1,1 \text{ м}.$$

Расстояние между крайними светильниками по длине ряда, м:

$$L_4 = A - 2L_1 = 16 - 2 \cdot 1,2 = 13,6 \text{ м}.$$

Количество светильников в ряду

$$n_{\text{св. р}} = \frac{L_4 + L_3}{L_{\text{св}} + L_3} = \frac{13,6 + 1,1}{1,540 + 1,1} = 5,6,$$

где  $L_{\text{св}}$  – длина светильника ЛСП24.

Количество светильников в ряду принимается равным 6.

Общее количество светильников в помещении

$$N_{\text{св}} = n_{\text{р. св}} \cdot n_{\text{св. р}} = 3 \cdot 6 = 18 \text{ шт}.$$

Индекс помещения

$$i = \frac{A \cdot B}{h_p(A + B)} = \frac{12 \cdot 16}{2,2(12 + 16)} = \frac{192}{2,2 \cdot 28} = 3.$$



По таблице Н.2 находится коэффициент использования светового потока при условии, что коэффициент отражения от потолка – 50 %, от стен – 30 %, от рабочей поверхности – 10 %:  $\eta = 0,45$ .

Световой поток одной лампы

$$F_{\text{расч}} = \frac{E_{\text{н}} \cdot K_3 \cdot Z \cdot S_{\text{п}}}{N_{\text{св}} \cdot n_{\text{л}} \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 1,4 \cdot 1,1 \cdot 192}{18 \cdot 2 \cdot 0,45} = 3650 \text{ лм},$$

где  $K_3$  – коэффициент запаса;  $K_3 = 1,4$  при содержании в воздушной среде рабочей зоны пыли и копоти менее  $1 \text{ мг/м}^3$  (таблица Н.3);

$Z$  – коэффициент неравномерности освещения (для люминесцентных ламп  $Z = 1,1$ );

$N_{\text{св}}$  – количество светильников, определяемое из условия равномерного освещения;

$n_{\text{л}}$  – количество ламп в светильнике (для люминесцентных ламп).

По полученному результату расчета, т. е. требуемому световому потоку, выбирается ближайшая стандартная лампа ЛД-65, у которой световой поток равен 3750 лм (таблица Н.4).

Последним этапом расчета искусственной освещенности является определение мощности системы освещения:

$$P = P_{\text{л}} \cdot n_{\text{л}},$$

$$P = 57 \cdot 36 = 2880 \text{ Вт} = 2,05 \text{ кВт}.$$

На основе проведенного расчета делается вывод о соответствии расчетной и фактической освещенности. В случае необходимости предлагаются мероприятия по усовершенствованию фактической освещенности производственного помещения (например, за счет увеличения числа светильников) или по замене люминесцентных ламп на лампы другого типа и с более высоким световым потоком.

Таблица Н.2 – Коэффициенты использования светового потока при светильниках ЛСП

Показатели	Тип светильника																								
	ЛСП02 2×36 2×58					ЛПО46 2×36					ЛСП24 1×40 2×40 2×36 2×58					ЛСП44 1×40 2×40					ЛПО40 2×40				
Коэффициент отражения, %																									
$\rho_{\text{п}}$	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0
$\rho_{\text{пт}}$	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0
$\rho_{\text{р}}$	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0
Коэффициент использования $\eta$ , %																									
$i$ :																									
0,50	28	27	21	18	16	30	28	20	16	14	22	18	13	11	9	28	27	20	13	11	27	26	21	16	15
0,60	33	32	25	22	20	34	32	24	20	18	25	23	17	14	12	33	32	22	17	14	32	30	24	20	18
0,70	38	36	30	26	24	38	36	29	24	22	28	27	20	16	15	38	36	27	20	17	40	37	31	27	25
0,80	42	39	33	29	28	42	40	32	27	24	31	29	23	19	17	42	40	30	23	20	40	37	31	27	25
0,90	46	42	37	32	31	47	43	36	30	28	34	32	26	21	19	47	44	34	26	22	44	40	34	30	28
1,00	49	45	40	35	34	50	46	30	28	39	37	34	28	23	21	51	47	37	29	25	47	43	37	32	30
1,10	52	48	42	38	36	53	49	41	35	32	39	36	30	25	23	54	50	39	31	27	49	45	39	34	32
1,25	55	50	45	40	39	56	52	44	38	35	42	38	32	27	25	57	53	43	34	29	52	48	42	37	34
1,50	60	54	49	45	44	61	56	48	42	39	46	42	36	30	28	63	57	47	38	33	56	51	46	41	38
1,75	63	57	52	48	47	65	59	52	46	42	49	44	38	33	30	67	61	50	42	36	59	54	49	44	41
2,00	65	59	55	51	49	68	61	54	48	44	51	46	40	35	32	70	63	53	44	38	62	56	50	46	43
2,25	68	62	57	53	52	70	64	56	50	46	53	49	42	37	34	73	66	55	47	40	61	58	52	48	45
2,50	70	63	58	55	54	73	66	58	52	48	55	50	43	39	35	76	68	57	49	42	69	63	53	47	41
3,00	73	65	61	58	56	76	68	60	55	50	58	52	45	41	37	80	71	60	52	44	68	62	56	52	48
3,50	75	67	62	60	58	78	69	62	57	52	60	53	47	43	39	82	73	62	54	46	70	63	57	53	50
4,00	77	68	64	61	69	80	71	64	59	53	61	54	48	44	40	85	75	64	56	48	72	64	68	55	51
5,00	80	70	67	65	62	84	74	67	62	56	65	57	51	48	43	90	79	69	61	52	76	66	61	58	53

Таблица Н.3 – Значение коэффициента запаса  $K_3$  (извлечение из СН 2.04.03–2020)

Помещения и территории	Примеры помещений	Искусственное освещение			Естественное освещение			
		Коэффициент запаса $K_3$			Коэффициент запаса $K_3$			
		Количество чисток светильников в год			Количество чисток остекления светопроемов в год			
		Эксплуатационная группа светильников			Угол наклона светопропускающего материала к горизонту, град.			
		1–4	5–6	7	0–15	16–45	46–75	76–90
1 Производственные помещения с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне:								
а) свыше 5 мг/м <sup>3</sup> пыли, дыма, копоти	Агломерационные фабрики, цементные заводы и обрубные отделения литейных цехов	$\frac{2,0}{18}$	$\frac{1,7}{6}$	$\frac{1,6}{4}$	$\frac{2,0}{4}$	$\frac{1,8}{4}$	$\frac{1,7}{4}$	$\frac{1,5}{4}$
б) от 1 до 5 мг/м <sup>3</sup> пыли, дыма, копоти	Цехи кузнечные, литейные, мартеновские, сборного железобетона	$\frac{1,8}{6}$	$\frac{1,6}{4}$	$\frac{1,6}{2}$	$\frac{1,8}{3}$	$\frac{1,6}{3}$	$\frac{1,5}{3}$	$\frac{1,4}{3}$
в) менее 1 мг/м <sup>3</sup> пыли, дыма, копоти	Цехи инструментальные, сборочные, механические, механосборочные, пошивочные	$\frac{1,5}{4}$	$\frac{1,4}{2}$	$\frac{1,4}{1}$	$\frac{1,6}{2}$	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1,4}{2}$	$\frac{1,3}{2}$
г) значительные концентрации паров, кислот, щелочей, газов, способных образовывать с влагой слабые растворы кислот, щелочей, а также обладающих коррозирующей способностью	Цехи химических заводов по выработке кислот, щелочей, едких химических реактивов, ядохимикатов, удобрений, цехи гальванических покрытий и различных отраслей промышленности с применением электролиза	$\frac{1,8}{6}$	$\frac{1,6}{4}$	$\frac{1,6}{2}$	$\frac{2,0}{3}$	$\frac{1,8}{3}$	$\frac{1,7}{3}$	$\frac{1,5}{3}$

Таблица Н.4 – Технические характеристики люминесцентных ламп (согласно ГОСТ 6825–91)

Тип лампы	Световой поток, лм	Длина лампы, мм
ЛД36-7	2300	1213,6
ЛХБ36-7	2700	
ЛБ36-7	2800	
ЛТБ36-7	2800	
ЛД58-7	3750	1517,2
ЛХБ58-7	4400	
ЛБ58-7	4600	
ЛТБ58-7	4600	
ЛД65-7	3750	1514,2
ЛХБ65-7	4400	
ЛБ65-7	4600	
ЛТБ65-7	4600	
ЛД80-7	4250	1514,2
ЛХБ80-7	5000	
ЛБ80-7	5200	
ЛТБ80-7	5200	
ЛД90	4500	1512,8
ЛХБ90	5300	
ЛБ90	5000	

## ПРИЛОЖЕНИЕ П (рекомендуемое)

### Пример раздела «Расчет экономической эффективности внедрения проекта в производство»

---

#### 1 Расчет затрат на модернизацию

Целью дипломного проекта является модернизация мукопосыпочной машины, установленной на линии производства ржаного хлеба на втором хлебозаводе КУП «Минскхлебпром», которая будет направлена на повышение производительности машины, ухода от приобретения покупных изделий.

В ходе модернизации в конструкции базового образца планируется установка новых валов и заслонок для увеличения производительности.

Результатом модернизации станет:

- повышение производительности оборудования;
- уход от покупных изделий;
- повышение надежности;
- уменьшение затрат на исходный продукт;
- улучшения условий работы оператора.

Затраты на модернизацию мукопосыпальной машины рассчитываются по формуле

$$Z_m = M + Q_{\text{пр}} + C_n + Q_p, \quad (\text{П.1})$$

где  $Z_m$  – затраты на модернизацию, р.;

$M$  – стоимость материала на модернизацию, р.;

$Q_{\text{пр}}$  – расходы на оплату труда, р.;

$C_n$  – отчисления на социальные нужды, р.;

$Q_p$  – общепроизводственные расходы, р.

Ассортимент и стоимость материалов и комплектующих для проведения модернизации представлены в таблице П.1.

Таблица П.1 – Стоимость материалов и комплектующих для модернизации

Элемент затрат	Количество единиц, шт.	Стоимость единицы, р.	Общая стоимость, р.
1. Материалы:			
Кругляк диаметром 65 мм, длина 210 мм	1	88,16	88,16
Металлическая пластина 300×200×2 мм	1	90,22	90,22
2. Расходники:			
Лерка	1	36,46	36,46
Фреза пальчиковая	1	42,58	42,58
Резцы токарные	2	4,32	8,64
Сварочные электроды «Ресанта» ПРО-46	1	26,48	26,48
Припой ВПр-11-40Н	1	25,70	25,70
Стоимость использованных материалов	–	–	318,24

Суммарная стоимость новых муфт и валов с НДС  $M = 318,24$  р.

Расходы на оплату труда работников, проводящих модернизацию, определяются по формуле

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{п}} + Q_{\text{доп}}, \quad (\text{П.2})$$

где  $Q_{\text{п}}$  – основная заработная плата производственных рабочих, р.;

$Q_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата, р.;

$$Q_{\text{п}} = T_{\text{в}} \cdot C_{\text{ср}} \cdot K_{\text{ув}}, \quad (\text{П.3})$$

где  $T_{\text{в}}$  – трудоемкость модернизации, ч;

$C_{\text{ср}}$  – среднечасовая тарифная ставка, р./ч;

$K_{\text{ув}}$  – коэффициент увеличения, учитывающий различные виды доплат к основной заработной плате;  $K_{\text{ув}} = 1,5$ .

Модернизацию выполняет 1 слесарь-ремонтник 4 разряда за 4 ч, 1 токарь-фрезеровщик 5 разряда за 6 ч и сварщик 6 разряда за 2 ч.

Среднечасовая тарифная ставка

$$C_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \cdot n_i}{\sum_{i=1}^n n_i}, \quad (\text{П.4})$$

где  $C_i$  – часовая тарифная ставка работника  $i$  разряда, р./ч (слесарь-ремонтник 4 разряда – 2 р./ч; токарь-фрезеровщик 5 разряда – 2,20 р./ч, сварщик 6 разряда – 2,40 р./ч);  
 $n_i$  – количество работников  $i$  разряда, чел.,

$$C_{\text{ср}} = (2 + 2,20 + 2,40) / 3 = 2,22 \text{ р./ч.}$$

Принимается  $K_{\text{ув}} = 1,5$ , по формуле (П.3)

$$Q_{\text{п}} = 12 \cdot 2,22 \cdot 1,5 = 39,96 \text{ р.}$$

Дополнительная заработная плата

$$Q_{\text{доп}} = (0,10-0,15) Q_{\text{п}}. \quad (\text{П.5})$$

Дополнительная заработная плата принимается в размере 10 % от основной заработной платы в соответствии с формулой (П.5):

$$Q_{\text{доп}} = 0,139,96 = 3,99 \text{ р.},$$

$$Q_{\text{п}} = 39,96 + 3,99 = 43,95 \text{ р.}$$

Отчисления на социальные нужды определяется по формуле

$$C_{\text{н}} = Q_{\text{пр}} \cdot \Phi_{\text{с}} \quad (\text{П.6})$$

где  $\Phi_{\text{с}}$  – отчисления в фонд социальной защиты населения, равные 34 % от значения  $Q_{\text{пр}}$ , р.;

$$C_{\text{н}} = 0,34 \cdot 43,95 = 14,94 \text{ р.}$$

Общепроизводственные расходы, р., планируются в процентах от расходов на оплату труда производственных рабочих:

$$Q_{\text{р}} = Q_{\text{пр}} \cdot R_{\text{ор}} / 100, \quad (\text{П.7})$$

где  $R_{\text{ор}}$  – процентное соотношение расходов, уточняемое на предприятии ( $R_{\text{ор}} = 80 \%$ ),

$$Q_{\text{р}} = 43,95 \cdot 80 / 100 = 35,16 \text{ р.}$$

Тогда по формуле (П.1) определяется величина затрат на модернизацию посадчика тестовых заготовок:

$$Z_m = 318,24 + 43,95 + 14,94 + 35,16 = 412,29 \text{ р.}$$

## 2 Расчет экономической эффективности

Исходные данные для расчета экономической эффективности модернизации мукопосыпальной машины приведены в таблице П.2.

Таблица П.2 – Исходные данные для расчета экономической эффективности модернизации мукопосыпальной машины

Наименование показателя	Обозначение	Единица измерения	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Балансовая стоимость оборудования	Б	р.	10 843	10 657
Годовая загрузка	$T_r$	ч.	5952	5952
Количество обслуживающего персонала	Л	чел.	1	1
Часовая тарифная ставка работника, обслуживающего машину (4 разряд)	$C_r$	р./чел.-ч.	2	2
Тариф на электроэнергию для КУП «Минскхлебпром»	$e$	р./кВт·ч	0,24295	0,24295
Норма амортизационных отчислений	$a$	отн. ед.	0,1	0,1
Норма отчислений на ТО и ТР	$r$	отн. ед.	0,05	0,04
Годовая производительность	$n$	т	3744	4070

### *Расчет эксплуатационных издержек*

Определяется годовое потребление электроэнергии, кВт·ч:

$$Q = q \cdot n, \quad (\text{П.8})$$

где  $q$  – удельные энергозатраты, кВт·ч/т.



Удельные энергозатраты определяются как отношение мощности двигателя, кВт, к часовой производительности оборудования, т/ч:

- для базового варианта:

$$q = 1,65 / 0,92 = 1,79 \text{ кВт}\cdot\text{ч/т};$$

- для нового варианта:

$$q = 1,65 / 1 = 1,65 \text{ кВт}\cdot\text{ч/т}.$$

Рассчитывается годовое потребление электроэнергии:

- для базового варианта:

$$Q = 1,79 \cdot 3744 = 6714,7 \text{ кВт}\cdot\text{ч};$$

- для нового варианта:

$$Q = 1,65 \cdot 4070 = 6715,5 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

*Затраты труда на обслуживание оборудования, чел.-ч/т:*

$$Z_T = L \cdot T_r / n, \quad (\text{П.9})$$

где  $L$  – количество обслуживающего персонала, чел.;

$T_r$  – годовая загрузка, ч.

Для базового варианта:

$$Z_{Tб} = 1 \cdot 5952 / 3744 = 1,58 \text{ чел.-ч/т}.$$

Для нового варианта:

$$Z_{Tн} = 1 \cdot 5952 / 4070 = 1,46 \text{ чел.-ч/т}.$$

*Затраты на оплату труда обслуживающего персонала, р./т.:*

$$Z_o = Z_T \cdot C_T \cdot K_{ув}, \quad (\text{П.10})$$

где  $C_T$  – средняя часовая тарифная ставка оператора, р./чел.-ч.;

$K_{ув}$  – коэффициент увеличения, учитывающий различные виды доплат к основной заработной плате,  $K_{ув} = 1,70$ .

Для базового варианта:

$$З_{об} = 1,58 \cdot 2,2 \cdot 1,7 = 5,9 \text{ р./т.}$$

Для нового варианта:

$$З_{он} = 1,46 \cdot 2,2 \cdot 1,7 = 5,46 \text{ р./т.}$$

*Отчисления на социальные нужды, р./т.:*

$$C_n = З_o \cdot \Phi_{сзн}, \quad (\text{П.11})$$

где  $\Phi_{сзн}$  – отчисления в фонд социальной защиты населения, р./т,  $\Phi_{сзн} = 0,34$ .

Для базового варианта:

$$C_{нб} = 5,9 \cdot 0,34 = 2 \text{ р./т.}$$

Для нового варианта:

$$C_{нн} = 5,46 \cdot 0,34 = 1,84 \text{ р./т.}$$

*Амортизационные отчисления на оборудование, р./т:*

$$A = \Sigma (B_i \cdot a_i / n), \quad (\text{П.12})$$

где  $B$  – балансовая цена, р.;

$a$  – норма амортизационных отчислений, отн. ед.,  $a = 0,1$ ;

$n$  – годовая производительность, т.

Для базового варианта:

$$A_б = 10\,843 \cdot 0,1 / 3744,4 = 0,28 \text{ р./т.}$$

Для нового варианта:

$$A_n = 10\,657 \cdot 0,1 / 4070 = 0,26 \text{ р./т.}$$

*Затраты на технический ремонт и обслуживание, р./т:*

$$P = \Sigma (B_i \cdot r / n), \quad (\text{П.13})$$

Для базового варианта:

$$P_6 = 10\,843 \cdot 0,05 / 3744 = 0,14 \text{ р./т.}$$

Для нового варианта:

$$P_n = 10\,657 \cdot 0,04 / 4070 = 0,11 \text{ р./т.}$$

*Оплата за потребленную энергию, р./т:*

$$Z_3 = Q \cdot e_3 / n, \quad (\text{П.14})$$

где  $e$  – тариф на электроэнергию, р./кВт·ч,  $e = 0,242\,95$  р./кВт·ч.

Для базового варианта:

$$Z_{3,6} = 6712,4 \cdot 0,242\,95 / 3744 = 0,43 \text{ р./т.}$$

Для нового варианта:

$$Z_{3,n} = 6715,5 \cdot 0,242\,95 / 4070 = 0,4 \text{ р./т.}$$

*Прочие расходы, р./т:*

$$P_p = Z_0 \cdot R_{pp}, \quad (\text{П.15})$$

где  $R_{pp}$  – норма отчислений на прочие расходы,  $R_{pp} = 0,9$ .

Для базового варианта:

$$P_{p,6} = 0,43 \cdot 0,9 = 0,39 \text{ р./т.}$$

Для нового варианта:

$$P_{p,n} = 0,4 \cdot 0,9 = 0,36 \text{ р./т.}$$

*Прямые удельные эксплуатационные затраты, р./т:*

$$U = Z_0 + A + P + Z_3 + C_n + P_p. \quad (\text{П.16})$$

Для базового варианта:

$$U_6 = 5,9 + 0,28 + 0,14 + 0,43 + 2 + 0,39 = 9,14 \text{ р./т.}$$

Для нового варианта:

$$U_n = 5,46 + 0,26 + 0,11 + 0,4 + 1,84 + 0,36 = 8,07 \text{ р./т.}$$

Прямые капитальные вложения, р./т:

$$K_{уд} = \sum B_i / n, \quad (\text{П.17})$$

где  $B$  – балансовая цена, р./т.

Для базового варианта:

$$K_{уд. б} = 10\,843 / 3744 = 2,88 \text{ р./т.}$$

Для нового варианта:

$$K_{уд. н} = 10657 / 4070 = 2,61 \text{ р./т.}$$

Приведенные затраты, р./т:

$$\Pi = U + E_n \cdot K_{уд}, \quad (\text{П.18})$$

где  $E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений,  $E_n = 0,3$ .

Для базового варианта:

$$\Pi_б = 9,14 + 0,3 \cdot 2,88 = 10,04 \text{ р./т.}$$

Для нового варианта:

$$\Pi_n = 8,07 + 0,3 \cdot 2,61 = 8,85 \text{ р./т.}$$

Элементы эксплуатационных затрат приведены в таблице П.3.

Таблица П.3 – Элементы эксплуатационных затрат

Элементы затрат	Варианты		Отклонения, ±р.
	базовый, р./т	новый, р./т	
Затраты на оплату труда	5,90	5,46	–0,44
Затраты на электроэнергию	0,43	0,40	–0,03
Затраты на техническое обслуживание и ремонт	0,14	0,11	–0,03
Затраты на амортизацию оборудования	0,28	0,26	–0,02

Окончание таблицы П.3

Элементы затрат	Варианты		Отклонения, ±р.
	базовый, р./т	новый, р./т	
Затраты на социальные нужды	2,00	1,84	-0,12
Прочие затраты	0,39	0,36	-0,03
Итого	9,14	8,43	-0,71

*Экономия:*

- удельная, р./т:

$$\mathcal{E}_{\text{уд}} = \Pi_{\text{н}} - \Pi_{\text{б}}, \quad (\text{П.19})$$

$$\mathcal{E}_{\text{уд}} = 10,0 - 8,85 = 1,15 \text{ р./т.}$$

- годовая, р.:

$$\mathcal{E}_{\text{г}} = n_{\text{н}} (U_{\text{н}} - U_{\text{б}}), \quad (\text{П.20})$$

$$\mathcal{E}_{\text{г}} = 4070 (10 - 8,85) = 4680 \text{ р.}$$

*Годовой доход:*

$$D_{\text{г}} = \mathcal{E}_{\text{г}} + (A_{\text{н}} \cdot n_{\text{н}} - A_{\text{б}} \cdot n_{\text{б}}), \quad (\text{П.21})$$

$$D_{\text{г}} = 4680 + (0,26 \cdot 4070 - 0,38 \cdot 3744) = 4316 \text{ р.}$$

*Срок окупаемости, лет:*

$$T_{\text{ок}} = Z_{\text{г}} / D_{\text{г}}, \quad (\text{П.22})$$

$$T_{\text{ок}} = 412,29 / 4316 = 0,096 \text{ года.}$$

Результаты расчетов экономической эффективности модернизации мукопосыпальной машины сведены в таблицу П.4.

Таблица П.4 – Показатели экономической эффективности модернизации мукопосыпальной машины

Наименование показателя	Единицы измерения	Значения показателей		Отклонения, +/-
		базовый вариант	проектируемый вариант	
Балансовая стоимость оборудования	р.	10 843	10 657	-186
Затраты на модернизацию	р.	-	412,29	-

## Окончание таблицы П.4

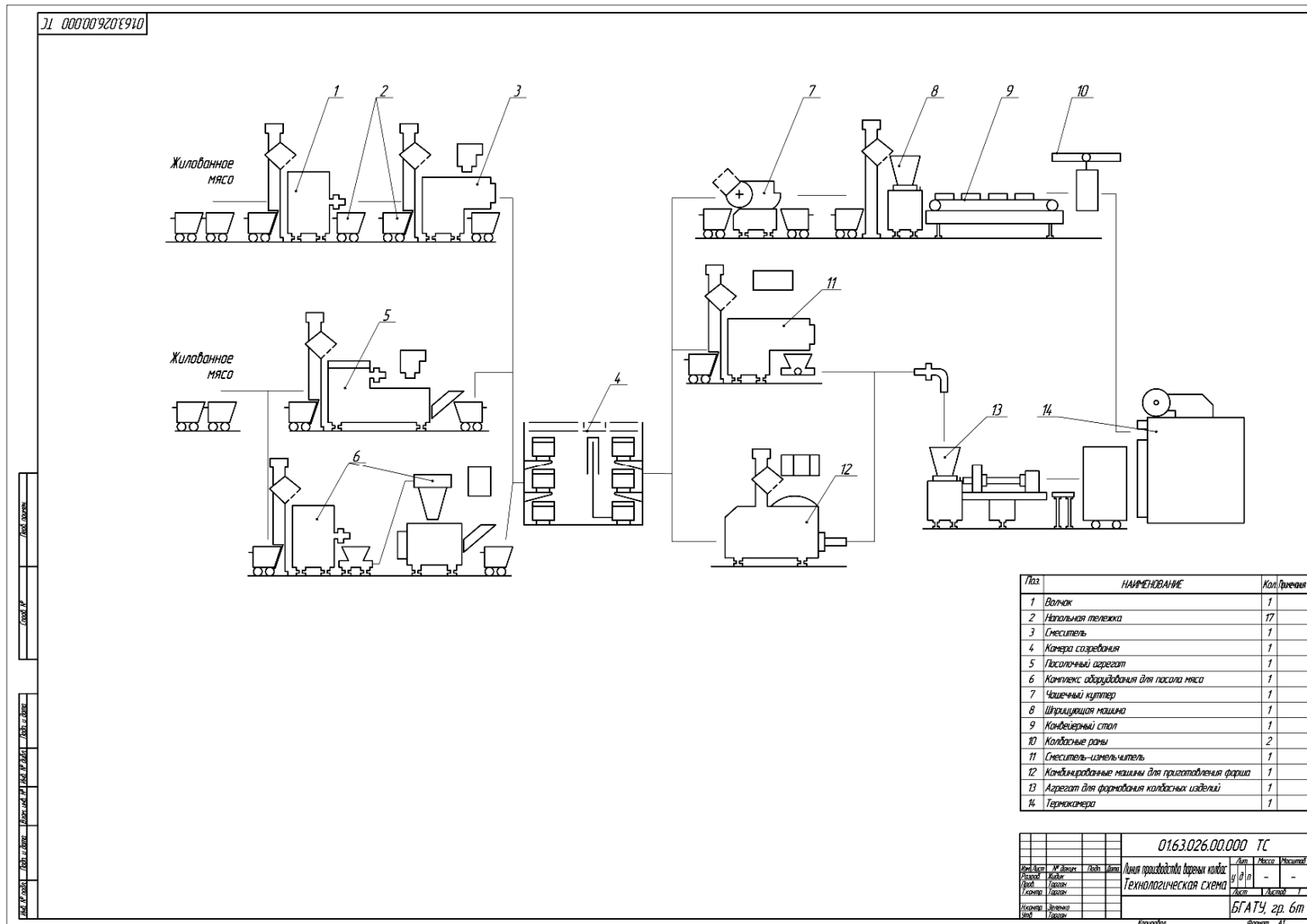
Наименование показателя	Единицы измерения	Значения показателей		Отклонения, +/-
		базовый вариант	проектируемый вариант	
Годовая производительность	т	3744,4	4070	325,6
Количество обслуживающего персонала	чел.	1	1	–
Прямые удельные эксплуатационные затраты	р./т	9,14	8,07	–1,07
- расходы на оплату труда персонала	р./т	5,90	5,46	–0,44
- амортизационные отчисления	р./т	0,28	0,26	–0,02
- затраты на технический ремонт и обслуживание	р./т	0,14	0,11	–0,03
- затраты на электроэнергию	р./т	0,43	0,40	–0,03
- отчисления на социальные нужды	р./т	2,00	1,84	–0,16
- прочие расходы	р./т	0,39	0,36	–0,03
Годовой экономический эффект	р.	–	4680	–
Срок окупаемости	лет	–	0,096	–

Модернизация мукопосыпальной машины для заготовок является экономически целесообразной. Внедрение модернизации позволит получить годовой экономический эффект в размере 4680 р. Срок окупаемости проекта – 0,096 года.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Р (рекомендуемое)

### Пример оформления чертежа «Машинно-аппаратурная схема процесса производства продукции»

167



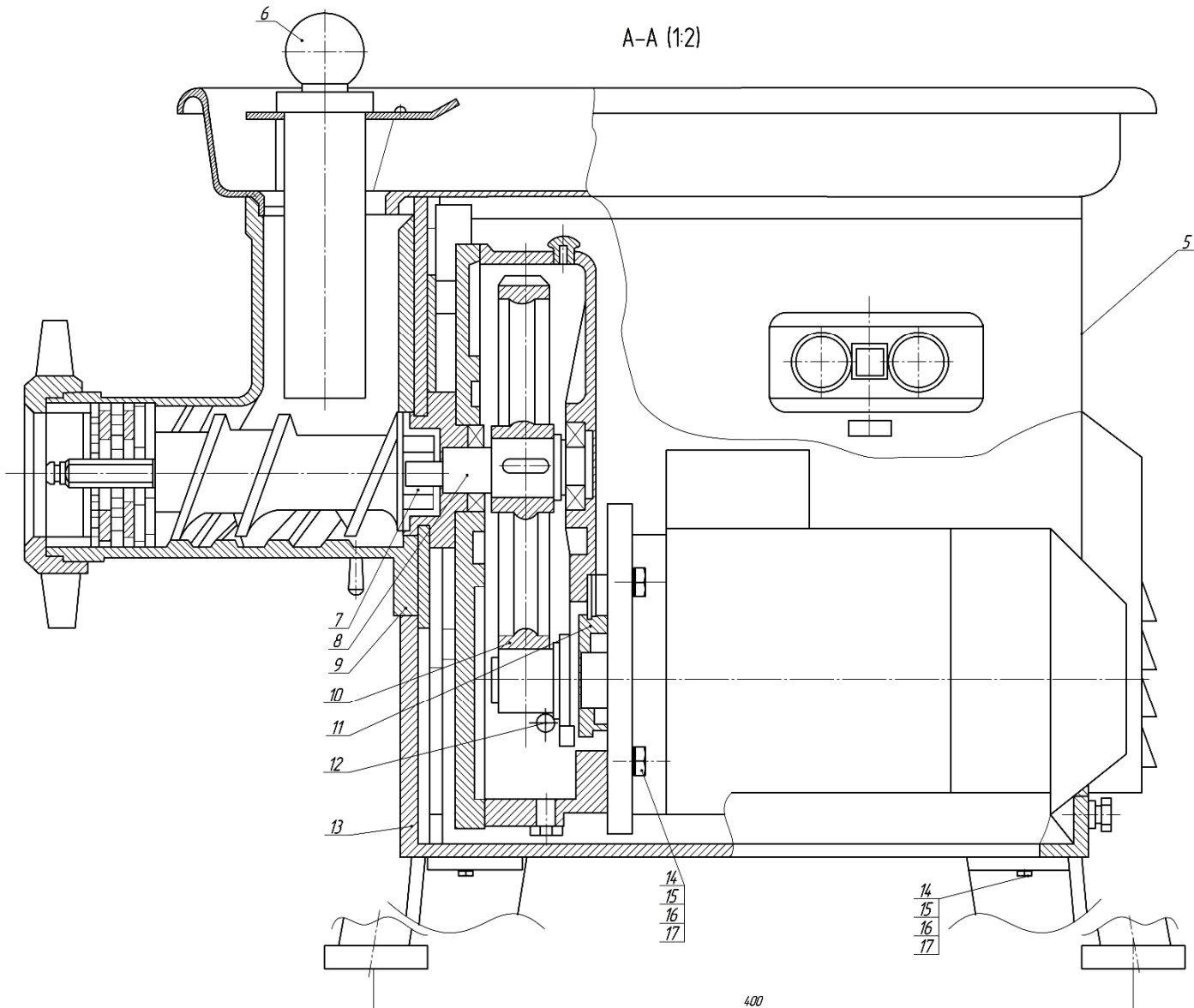






01.63.026.00.000 C5

A-A (1:2)



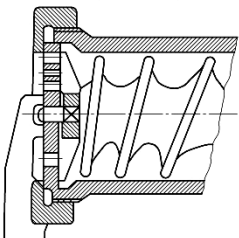
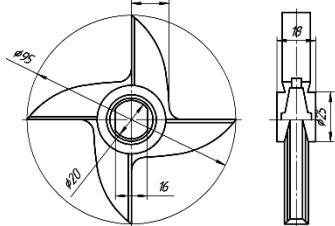
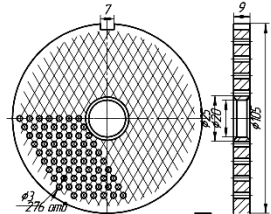
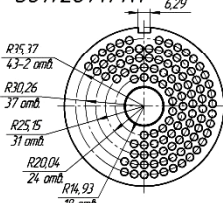
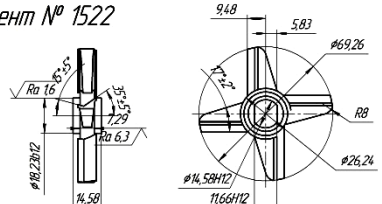
170


400


01.63.026.00.000 C5  
Контрактор  
Чертеж А1

**ПРИЛОЖЕНИЕ У**  
(рекомендуемое)

**Пример оформления чертежа «Патентный поиск»**

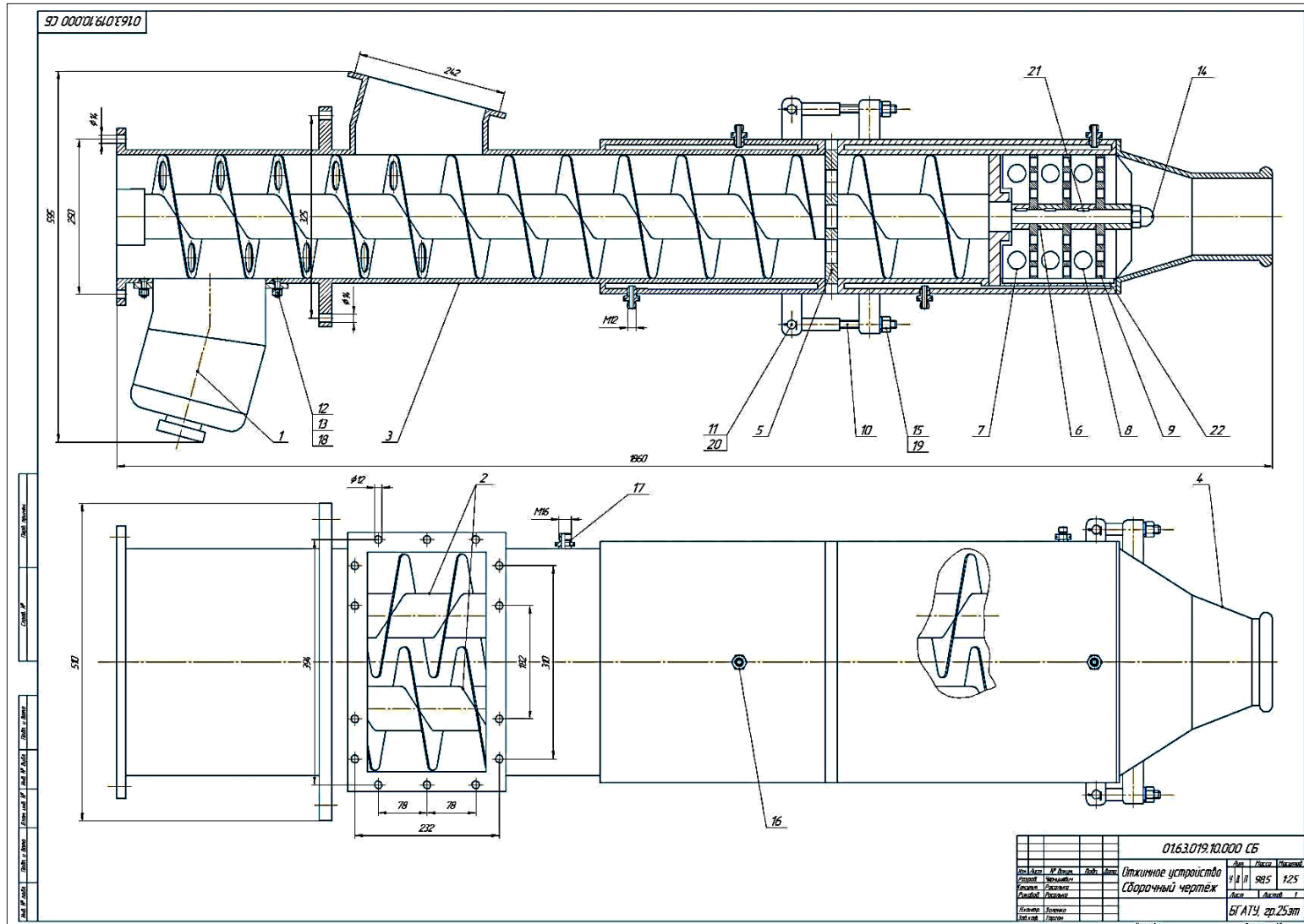
Схемы конструкций	Достоинства	Недостатки
<p align="center">Патент № 3748</p> 	<p>Высокая производительность. Долгий срок эксплуатации. Сниженные энергозатраты</p>	<p>Плохое качество измельчения сырья. Быстрое изнашивание режущей кромки</p>
<p align="center">Патент № 6960</p> 	<p>Высокая однородность размера частиц измельченного сырья. Высокая производительность</p>	<p>Малый срок службы ножа вследствие того, что режущая кромка лопасти имеет одинаковый угол заострения, а скорость резания по длине режущей кромки разная</p>
<p align="center">Патент № 3301</p> 	<p>Хорошее качество измельчения сырья. Небольшое энергопотребление</p>	<p>Невысокая производительность процесса измельчения сырья. Быстрый износ рабочих органов и, как следствие, частая замена</p>
<p align="center">Патент № SU1720711 A1</p> 	<p>Высокая производительность. Высокая однородность размера частиц измельченного сырья. Хорошее качество измельчения мясного сырья. Небольшая энергоемкость процесса измельчения</p>	—
<p align="center">Патент № 1522</p> 	<p>Высокая однородность размера частиц измельченного сырья. Долгий срок эксплуатации. Высокая производительность</p>	—

0163.026.00.000 ТБ1

					0163.026.00.000 ТБ1			
Исполн.	Исп.	Исп.	Исп.	Исп.	Патентный поиск	Исп.	Исп.	Исп.
Провер.	Провер.	Провер.	Провер.	Провер.		Таблица	Исп.	Исп.
Материал	Материал	Материал	Материал	Материал		БГАТУ, гр. 6т		
Метод	Метод	Метод	Метод	Метод		Формат А1		

# ПРИЛОЖЕНИЕ Ф (рекомендуемое)

## Пример оформления чертежа «Рабочие чертежи оборудования»











Учебное издание

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ПРОЦЕССОВ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ.  
ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Учебно-методическое пособие

Составители:

**Торган** Анна Борисовна,  
**Ткачева** Людмила Тимофеевна

Ответственный за выпуск *А. Б. Торган*  
Корректор *Д. А. Значёнок*  
Компьютерная верстка *Д. А. Пекарского*  
Дизайн обложки *А. А. Покало*

Подписано в печать 27.03.2023. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>.  
Бумага офсетная. Ризография.  
Усл. печ. л. 20,46. Уч.-изд. л. 8,00. Тираж 99 экз. Заказ 10.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования  
«Белорусский государственный аграрный технический университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий

№ 1/359 от 09.06.2014.

№ 2/151 от 11.06.2014.

Пр-т Независимости, 99–1, 220012, Минск.