МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УПРАВЛЕНИЕ ОХРАНОЙ ТРУДА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ. ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов
учреждений высшего образования по специальности
«Управление охраной труда в сельском хозяйстве»*

Минск
БГАТУ
2019

УДК 631.158:658.34(07)
ББК 65.246я7
У66

Составители:
кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой управления охраной труда *В. Г. Андруш*,
кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры управления охраной труда *Л. Т. Ткачева*,
кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры управления охраной труда *Т. В. Молош*

Рецензенты:
кафедра «Охрана труда» БНТУ
(доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой *А. М. Лазаренков*);
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой
безопасность жизнедеятельности БГСХА *В. Н. Босак*

У66 **Управление** охраной труда в сельском хозяйстве. Дипломное проектирование : учебное пособие / сост.: В. Г. Андруш, Л. Т. Ткачева, Т. В. Молош. – Минск : БГАТУ, 2019. – 224 с.
ISBN 978-985-519-988-6.

Учебное пособие служит руководством к выполнению дипломного проекта. В нем изложены методика выполнения основной части дипломного проекта, требования к оформлению пояснительной записки и графической части проекта. В приложении приведены примеры оформления отдельных листов пояснительной записки и ее содержания, методы и справочные данные для выполнения различных вариантов расчетов и заданий.

Для студентов учреждений высшего образования очной и заочной форм обучения по специальности 1-74 06 07 Управление охраной труда в сельском хозяйстве.

УДК 631.158:658.34(07)
ББК 65.246я7

ISBN 978-985-519-988-6

© БГАТУ, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 6
1 Общие положения 7
2 Цели и задачи дипломного проектирования 8
3 Тематика дипломного проектирования 9
4 Организация дипломного проектирования 12
4.1 Задание и календарный план 12
4.2 Консультирование и контроль выполнения дипломного проектирования 13
4.3 Работа над дипломным проектом 14
4.4 Порядок защиты дипломных проектов 15
5 Объем, структура и обозначение проектной документации 19
5.1 Объем проекта 19
5.2 Структура дипломного проекта 20
5.3 Обозначение проектной документации 25
6 Методика выполнения основной части дипломного проекта 27
6.1 Разделы основной части дипломного проекта 27
6.2 Содержание основных разделов пояснительной записки 28
6.2.1 Характеристика производственной деятельности и основные направления развития предприятия (организации) 28
6.2.2 Анализ состояния охраны труда на предприятии 29
6.2.3 Оценка состояния производственной безопасности и условий труда на объекте проектирования 37
6.2.4 Разработка инженерных решений по улучшению условий труда и совершенствованию производственной безопасности 39
6.2.4.1 Инженерные решения по совершенствованию производственной безопасности 40
6.2.4.2 Инженерные решения по совершенствованию условий труда 65
6.2.5 Обеспечение пожарной безопасности 70
6.2.6 Экологическая безопасность 81
6.3 Графические материалы 117
7 Оформление дипломного проекта 118
7.1 Оформление структурных элементов 118

7.2 Правила построения текстового материала 121
7.3 Изложение текста пояснительной записки 123
7.3.1 Общие положения 123
7.3.2 Формулы 125
7.3.3 Построение таблиц 126
7.3.4 Оформление иллюстраций 131
7.3.5 Ссылки 132
7.3.6 Сноски 133
7.4 Оформление графической части проекта 133
Список использованной литературы 144
ПРИЛОЖЕНИЯ 146
Приложение А Форма задания на дипломное проектирование 147
Приложение Б Форма отзыва руководителя дипломного проекта 149
Приложение В Показатели оценки степени овладения инженерным проектированием 151
Приложение Г Форма рецензии на дипломный проект 155
Приложение Д Пример выполнения этикетки на обложке ПЗ и графической части дипломного проекта 157
Приложение Е Пример выполнения титульного листа ПЗ дипломного проекта 158
Приложение Ж Форма ведомости комплекта проектной документации 159
Приложение И Пример оформления реферата к дипломному проекту 160
Приложение К Пример оформления листа «Содержание» ПЗ 161
Приложение Л Примеры оформления записей использованных источников 163
Приложение М Форма и пример выполнения спецификации 177
Приложение Н Пример выполнения диаграмм, характеризующих производственно-экономическую деятельность предприятия 178
Приложение П Пример выполнения структурно-технологической схемы производственного процесса 179
Приложение Р Пример представления результатов анализа опасных и вредных факторов 180
Приложение С Пример оформления чертежа опасных зон 181

Приложение Т Методика расчета естественной вентиляции в животноводческом помещении 182
Приложение У Методика расчета местной вентиляции сварочного поста..... 188
Приложение Ф Методика расчета механической общеобменной вентиляции производственных помещений 191
Приложение Х Методика расчета искусственного освещения производственных помещений..... 201
Приложение Ц Методика расчета виброизоляции 215
Приложение Ш Пример оформления чертежа общего вида 222
Приложение Щ Пример оформления сборочного чертежа 223

Введение

Одной из основных задач, стоящих перед системой образования в соответствии с Государственным образовательным стандартом ОСВО 1-74 06 07–2018 (1 ступень), является подготовка специалистов с высоким уровнем теоретических знаний, практических навыков и профессиональных компетенций по охране труда.

Дипломное проектирование является завершающих этапом подготовки инженеров в БГАТУ по специальности 1-74 06 07 Управление охраной труда в сельском хозяйстве. Учебно-методическое пособие по дипломному проектированию разработано на основе Государственного образовательного стандарта подготовки специалиста для специальности «Управление охраной труда в сельском хозяйстве».

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 пояснительной записки 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 умений пользоваться современными методами исследований, способность разрабатывать организационные мероприятия, выполнять технические и графические работы по обеспечению охраны труда работающих в сельскохозяйственном производстве.

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 07–2018 (I ступень), утвержденного приказом Министерства образования Республики Беларусь по направлению подготовки дипломированного специалиста для специальности «Управление охраной труда в сельском хозяйстве».

Дипломный проект является квалификационной работой обучающегося, по уровню выполнения и результатам защиты которого Государственная экзаменационная комиссия (ГЭК) осуществляет объективный экспертный контроль степени сформирования 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 «Управление охраной труда в сельском хозяйстве» – призвана выявить способность студента на основе полученных знаний самостоятельно решать конкретные практические задачи в области защиты человека на производстве; выбирать оптимальные, экономически обоснованные методы и средства коллективной и индивидуальной защиты, обеспечивающие сохранение здоровья человека и комфортные условия деятельности на объекте сельскохозяйственного производства.

Отличительной особенностью дипломного проекта является самостоятельный, творческий подход в решении актуальных задач в области охраны труда и обеспечения безопасности на производстве.

Дипломный проект является комплексной выпускной работой студента, состоящей из теоретических и (или) экспериментальных исследований, расчетов, чертежей и предусматривающей разработку конкретных технических решений по защите человека, систем, обеспечивающих повышение безопасности технологических процессов, машин и оборудования, а также рассмотрение комплекса мероприятий по защите окружающей среды.

При работе над проектом студент-дипломник должен показать умение пользоваться современными методами исследований, способность выполнять технические и экономические расчеты, графические работы, применять передовые достижения науки и техники. При этом он должен использовать 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 производственной безопасности и охраны труда;
- применение знаний при решении конкретных задач по повышению безопасности и улучшению условий труда работающих;
- приобретение навыков контроля надежности персонала;
- применение новых информационных технологий в научно-практической работе;
- выявление степени подготовленности студентов к самостоятельной работе.

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы студент должен решить следующие задачи:

1. На основе анализа состояния охраны труда на объекте проектирования обосновать актуальность выбранной темы, ее значение для повышения безопасности технологических процессов и производств.

2. Изучить теоретические положения, законодательную и нормативную документацию, статистические материалы по избранной теме и ознакомиться с фактическим уровнем опасных и вредных факторов на производстве по материалам аттестации рабочих мест по условиям труда или на основе анализа реестра ранжирования рисков. На основании этого провести анализ собранных данных, используя соответствующие методы обработки и анализа информации, установить нарушаемые положения и требования нормативных актов.

3. Разработать и обосновать расчетами предлагаемые технические и технологические решения в области охраны труда и производственной безопасности.

4. Сделать заключение и разработать рекомендации на основе проведенных исследований по повышению эффективности работы предприятия в области обеспечения безопасности.

5. Выполнить обязательные разделы по обеспечению пожарной и экологической безопасности.

6. Провести экономическое обоснование эффективности предлагаемых мероприятий в области охраны труда и производственной безопасности.

7. Оформить выпускную квалификационную работу в соответствии с нормативными требованиями, предъявляемыми к подобным материалам.

3 Тематика дипломного проектирования

Многоплановость и полифункциональность профессиональной деятельности инженера по специальности «Управление охраной труда в сельском хозяйстве» предопределяют 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.

Тематика дипломного проектирования должна учитывать показатели травматизма на сельскохозяйственных предприятиях, охватывать актуальные научно-технические проблемы агропромышленного комплекса Республики Беларусь, соответствовать современному состоянию и перспективам научно-технического прогресса в сельскохозяйственном производстве и, по возможности, увязываться с производственной деятельностью студента-дипломника заочного отделения в настоящее время или по месту направления студента дневного отделения на работу.

Студентам предоставляется право выбора темы ДП с обоснованием необходимости ее разработки, при этом особое внимание следует уделять профилактическим мероприятиям, направленным на снижение уровня травматизма и заболеваемости работающих. 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 охраны труда и производственной безопасности и, кроме того, должна соответствовать современному уровню развития науки и техники.

Примерная тематика дипломных проектов:

1. Совершенствование охраны труда в организации с разработкой инженерно-технических решений по повышению производственной (электро- и пожарной) безопасности при эксплуатации оборудования (машины).

2. Анализ эффективности функционирования системы управления охраной труда в организации с разработкой мероприятий по ее совершенствованию.

3. Модернизация (наименование системы, механизма) с целью улучшения условий труда (безопасности) при выполнении (наименование производственной операции, процесса) в организации.

4. Исследование эффективности функционирования СУОТ на предприятии и разработка рекомендаций по ее повышению.

5. Использование СУОТ в условиях многопрофильного предприятия.

6. Разработка мероприятий по профилактике вредного и опасного действия факторов производственной среды и трудового процесса в организации.

7. Профилактика профессиональных заболеваний на основе инженерных решений по улучшению условий труда на предприятии.

8. Анализ организации работы по охране труда на предприятии и разработка предложений по ее совершенствованию.

9. Применение здоровьесберегающих технологий в организации труда персонала.

10. Улучшение условий труда на основе результатов аттестации рабочих мест на предприятии.

11. Профилактика травмоопасных аварийных ситуаций, обусловленных влиянием человеческого фактора.

12. Комплексная оценка условий труда работающих на объекте АПК.

13. Анализ производственного травматизма и разработка мероприятий по снижению его уровня.

14. Организация безопасного производства работ на объекте повышенной опасности.

15. Комплексная оценка безопасности труда при осуществлении технологического процесса.

16. Разработка инженерно-технических мероприятий по предупреждению аварий на производственном объекте.

17. Разработка организационно-технических мероприятий по охране труда на производстве на основе аттестации рабочих мест по условиям труда.

18. Совершенствование охраны труда с разработкой инженерно-технических мероприятий по обеспечению производственной безопасности при осуществлении технологических процессов.

19. Улучшение условий и безопасности труда на предприятии с разработкой инженерно-технических мероприятий по обеспечению безопасности производства работ.

20. Оценка состояния охраны труда на предприятии с разработкой мероприятий по ее совершенствованию.

21. Совершенствование производственной и экологической безопасности на предприятии с разработкой инженерно-технических мероприятий.

22. Обеспечение электробезопасности на производственном объекте.

23. Обеспечение пожарной безопасности на предприятии АПК.

24. Разработка организационно-технических мероприятий по охране труда при осуществлении технологического процесса.

25. Мониторинг состояния охраны труда при осуществлении технологического процесса с разработкой инженерно-технических мероприятий по обеспечению безопасности производства работ.

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, технические задания организаций на разработку вопросов безопасности и т. п.

Получив задание, студент продумывает его, намечает вопросы, которые ему нужно хорошо изучить во время практики, чтобы собрать исчерпывающие материалы. Исходные данные для проектирования студент собирает самостоятельно, согласовывает их с руководителем проекта и консультантами.

В период прохождения практики следует собрать необходимые материалы по теме проекта (исходные данные, характеризующие экономические показатели предприятия, структуру производства, основное и вспомогательное оборудование, состав машинно-тракторного парка (МТП), основные показатели машиноиспользования, состояние производственной базы по ремонту и техническому обслуживанию машин, применяемые технологические, технические или другие решения, показатели, характеризующие организацию и состояние охраны труда, и иные сведения. К сбору этих материалов необходимо отнестись с особой ответственностью, так как 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 том числе отраслевые журналы. В процессе сбора материал должен подвергаться обработке и систематизации.

Следует отметить, что качество дипломного проекта во многом определяется полнотой и качеством собранных материалов, а пробелы, допущенные при сборе материала, 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 и систематическое 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 на законченную выпускную квалификационную работу.

В период дипломного проектирования по усмотрению выпускающей кафедры 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 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, и поэтому окончательные решения принимает сам. Однако он, в случае необходимости, должен выполнять указания руководителя о проведении дополнительной разработки определенных вопросов, производстве расчетов

нескольких вариантов по основным заданиям проекта и т. д. За достоверность информации и обоснованность принятых в выпускной квалификационной работе решений ответственность несет дипломник.

Внесение исправлений в 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 пояснительная записка (ПЗ) 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 на него 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;
- способность 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, подписанный всеми консультантами, предъявляется на нормоконтроль комплектно (графическая часть и пояснительная записка).

Нормоконтролер проверяет:

- соответствие проекта типовой структуре и техническому заданию;
- наличие всех необходимых разделов дипломного проекта (работы) и подписей;
- соответствие обозначения, присвоенного документу (пояснительной записке, чертежам), установленной системе обозначений;
- правильность выполнения основной надписи;
- соблюдение требований стандарта на правильность выполнения текстовой части (пояснительной записки) дипломного проекта;
- правильность выполнения чертежей в соответствии с требованиями стандарта на правильность выполнения графической части (на форматы, масштабы, изображения, виды, разрезы, сечения, условное изображение конструкторских элементов, условное изображение 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 требование из перечисленных выше, дипломный проект (работа) возвращается на доработку.

После прохождения нормоконтроля ДП и отзыв руководителя представляются 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 не допуске к защите дипломного проекта представляется декану факультета.

Допуск студента к защите подтверждается подписью заведующего кафедрой на титульном листе 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 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 (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 минут. 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 минут, следует изложить цель 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 с иллюстрацией 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 проектной документации

5.1 Объем проекта

В состав проектной документации по разрабатываемым дипломным проектам входят:

- пояснительная записка (ПЗ), 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 исполнение 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 − при этом рекомендуется, набирая текст в текстовом редакторе Word, использовать шрифты Times New Roman размером 14 pt (пунктов) с полуторным интервалом, выравнивание – по ширине, абзацный отступ – 1,25 см;

б) рукописный − выполняется четким почерком − шрифтом 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 пояснительной записки − не менее 100 страниц рукописного текста или 70–80 страниц машинописного текста на листах формата А4 (без приложений).

ПЗ 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 %). При этом 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. При этом необходимо стремиться к минимальной номенклатуре форматов. При необходимости 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. При этом на каждом чертеже приводится основная надпись.

5.2 Структура дипломного проекта

Состав и содержание ПЗ 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 ниже структуры пояснительной записки:

- обложка;
- титульный лист;
- задание на проектирование;
- ведомость комплекта проектной документации;
- реферат;
- содержание;
- 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 ПЗ 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 ПЗ. 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 приведены 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 том числе, 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.

Содержание предназначено для облегчения поиска необходимых материалов при чтении записки, а также для общего ознакомления с работой и представления об объемах всех разделов. Содержание начинает текстовую часть записки. Его размещают сразу после листа реферата с новой страницы и при необходимости продолжают на последующих листах. Слово «Содержание» пишут с прописной буквы и полужирным шрифтом посредине страницы. В содержании 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 содержания приводят основную надпись по форме, соответствующей основной надписи первого листа текстового материала в соответствии с рисунком 7.12.

Пример оформления содержания приведен в приложении К.

Во введении рассматриваются актуальность темы, основные положения и документы, лежащие в основе разрабатываемого проекта, кратко характеризуется современное состояние вопроса или проблемы, обосновывается необходимость их решения.

Список использованных источников. Составление списка использованных источников является завершением 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, – видеозапись, звукозапись, изоматериал, карты, кинофильм, мультимедиа, рукопись, текст, электронный ресурс 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, в 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 «/», при этом 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 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. При этом 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 ПЗ 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 Е, З, Й, О, Ч, Ь, 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 содержании 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:

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

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

X_3X_4 – индекс кафедры; Индекс кафедры «Управление охраной труда» – 89;

$X_5X_6X_7$ – 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;

ПЗ – 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) 01.89.015.00.000 ПЗ – пояснительная записка, дипломного проекта (01), выполненного на кафедре Управление охраной труда (89) с номером темы по приказу (015);

2) 01.89.015.00.000 ВО – чертеж общего вида изделия;

3) 01.89.015.00.000 СБ – сборочный чертеж изделия, если чертеж общего вида не разрабатывается;

4) 01.89.015.01.000 СБ – сборочный чертеж первой сборочной единицы изделия;

5) 01.89.015.00.012 – чертеж 12-й детали изделия;

6) 01.89.015.02.004 – чертеж 4-й детали 2-й сборочной единицы изделия;

7) 01.89.015.00.000 ПД – ведомость проектной документации (ведомость проекта).

6 Методика выполнения основной части дипломного проекта

6.1 Разделы основной части дипломного проекта

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

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

В этой части пояснительной записки должны быть рассмотрены следующие вопросы:

1. Характеристика производственной деятельности и основные направления развития предприятия (организации).

1.1. Основные показатели производственной деятельности предприятия (организации).

1.2. Анализ технического оснащения производственных процессов и характеристика технического оборудования и объектов.

1.3. Характеристика производственного персонала, уровень квалификации.

2. Анализ состояния охраны труда на предприятии.

2.1. Характеристика системы управления охраной труда в организации.

2.2. Оценка состояния охраны труда на предприятии (в организации).

2.2.1. Показатели состояния условий и охраны труда на предприятии.

2.2.2. Анализ производственного травматизма.

2.3. Мероприятия по улучшению охраны труда на предприятии.

3. Оценка состояния производственной безопасности и условий труда на объекте проектирования.

3.1. Характеристика технологического процесса или выполняемых работ.

3.2. Анализ опасных и вредных факторов (опасных зон) при выполнении работ или расчет производственных рисков при выполнении производственного процесса (в соответствии с темой проекта).

3.3. Обеспечение безопасности труда при проведении работ.

4. Разработка инженерных решений по улучшению условий труда и совершенствованию производственной безопасности.

4.1. Выбор и обоснование объекта для разработки инженерно-технических решений, направленных на повышение производственной безопасности.

4.2. Описание предлагаемого устройства.

4.3. Расчеты (прочностные расчеты модернизируемого оборудования, оградительных, предохранительных устройств; устойчивости машинно-тракторного агрегата; тормозной динамики МТА и др.).

4.4. Инженерные решения по совершенствованию условий труда.

5. Обеспечение пожарной безопасности.

6. Экологическая безопасность.

7. Социально-экономическая эффективность предлагаемых мероприятий.

6.2 Содержание основных разделов пояснительной записки

6.2.1 Характеристика производственной деятельности и основные направления развития предприятия (организации)

В данном разделе проекта дается краткая характеристика организации: наименование; географическое расположение; специализация предприятия (растениеводство, животноводство, перерабатывающая отрасль и т. п.); характер и назначение выпускаемой продукции или оказываемых услуг, оценка хозяйственной деятельности (показатели за последние 3 года, указываются резервы и направления дальнейшего его развития.

В подразделе «Анализ технического оснащения производственных процессов и характеристика технического оборудования и объектов» приводится характеристика технического оборудования и объектов предприятия, в том числе вспомогательных и обслуживающих участков; описывается состав машинно-тракторного парка как по типажу и маркам тракторов и машин, так и по их количественному составу и сроку службы; дается характеристика ремонтной базы, уровень механизации и автоматизации производства и др.

В подразделе «Характеристика производственного персонала» следует привести численность работников предприятия, в том числе работающих женщин, сведения об обеспеченности предприятия

кадрами рабочих профессий, в том числе трактористами-машинистами и водителями, животноводами, операторами машинного доения; уровень подготовки и квалификации работников, в том числе по возрасту, образованию и пр.

Результаты производственной деятельности предприятия представляются в графической части дипломного проекта в виде таблиц или диаграмм.

Пример диаграмм, характеризующих производственно-экономическую деятельность предприятия, показан в приложении Н.

Раздел выполняется в объеме до 10–15 страниц. Содержание и объем подразделов (1.1; 1.2; 1.3) определяются с учетом особенностей объекта проектирования.

Результаты этого этапа позволяют объективно оценить производственно-экономическую деятельность предприятия, техническую оснащенность производственных процессов и экономические возможности. В этом разделе необходим анализ, а не просто аннотирование имеющихся сведений.

6.2.2 Анализ состояния охраны труда на предприятии

В данном разделе следует дать характеристику и оценку существующей системе управления охраной труда на предприятии.

При проведении анализа и оценке состояния условий и охраны труда рассматривают:

- организацию и управление охраной труда на предприятии (необходимо описать или показать схематично структуру управления охраной труда на предприятии; наличие приказа о возложении руководства, а также ответственности за обеспечение безопасных условий труда работников в организации по каждому структурному подразделению, обязанности должностных лиц предприятия в области охраны труда);
- наличие на предприятии службы по охране труда или специалиста (инженера) по охране труда, его роль в организации охраны труда, наличие кабинета (учебного класса) по охране труда, его оборудование и оснащение, обеспеченность организации нормативными документами по охране труда;
- соблюдение законодательства о режиме труда и отдыха работающих;

- порядок обучения вопросам охраны труда, проведения инструктажей;

- обеспеченность инструкциями по охране труда;

- осуществление контроля за охраной труда;

- обеспеченность 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;

- санитарно-бытовые условия работников;

- соблюдение требований безопасности при использовании оборудования, грузоподъемных машин и сосудов, работающих под давлением и др.

Далее следует проанализировать состояние производственного травматизма на предприятии за последние 3 года. Для анализа производственного травматизма используют статистический метод, который позволяет дать количественную и качественную оценку производственного травматизма. Метод оперирует двумя условными показателями: коэффициентом частоты $К_ч$ и коэффициентом тяжести $К_т$ производственного травматизма.

Желательно привести данные в виде таблицы, произвести расчет коэффициентов частоты, тяжести травматизма и потерь рабочего времени и показать состояние травматизма и заболеваемости (таблица 6.1);

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

Отчетный период (год)	Среднесписочное кол-во работников (Р, чел.)	Кол-во несчастных случаев (Т)	Кол-во дней нетрудоспособности всех пострадавших ($Д_н$, дней)	Коэффициент частоты $К_ч$	Коэффициент тяжести $К_т$	Коэффициент потерь рабочего времени $К_{п.в.}$

Коэффициент частоты травматизма рассчитывается по формуле

$$К_ч = \frac{1000 \cdot Т}{Р} \qquad (6.1)$$

где Т – количество несчастных случаев с потерей работоспособности на день и более, чел.;

Р – среднесписочное число работающих за отчетный период, чел.

Коэффициент тяжести травматизма

$$К_т = \frac{Д}{Т}, \qquad (6.2)$$

где Д – суммарное число дней нетрудоспособности всех пострадавших.

Коэффициент потерь рабочего времени

$$К_{п.в.} = \frac{1000Д}{Р}. \qquad (6.3)$$

По согласованию с руководителем дипломного проекта результаты анализа состояния охраны труда на предприятии могут быть представлены в графической части дипломного проекта в виде таблиц. В таблицах 6.2 и 6.3 показаны примеры представления показателей состояния охраны труда на предприятии.

Таблица 6.2 – Пример представления показателей состояния охраны труда

Показатели	Ед. измерения	2014 год	2015 год	2016 год
1	2	3	4	5
1. Среднесписочное число работников, из них: женщин несовершеннолетних	чел.	293 94 –	285 97 –	255 102 –
2. Количество работающих в условиях воздействия вредных производственных факторов	чел.	145	137	87

Продолжение таблицы 6.2

1	2	3	4	5
3. Сокращение численности работающих в условиях труда, не соответствующих государственным нормативным требованиям	чел.	–	8	50 чел.
4. Численность специалистов по охране труда:				
нормативная	чел.	2	2	2
фактическая	–«–	1	2	1
5.Система управления охраной труда, разработанная в соответствии с действующими стандартами (применяется/ не применяется)		применяется	применяется	применяется
6. Наличие кабинета охраны труда/ его площадь	кв. м	1/25,6	1/25,6	1/25,6
7. Удельный вес аттестованных по условиям труда рабочих мест от общего числа подлежащих аттестации	%	100	100	100
8. Обеспеченность работников согласно нормам средствами индивидуальной защиты	%	50	70	100
9. Обеспеченность работников санитарно-бытовыми помещениями и устройствами в соответствии с ТКП 45-3.02-209–2010 «Административные и бытовые здания»	%	40	60	90
10. Удельный вес работников, прошедших периодические медицинские осмотры, от общей численности работников, подлежащих их прохождению	%	100	100	100
11. Выполнение плана мероприятий по охране труда: - количество запланированных мероприятий – всего - из них выполнено - запланировано средств на выполнение плана мероприятий: - всего - фактически израсходовано средств	 ед. тыс. руб.	 12 12 66,0 89,0	 18 11 451,0 367,2	 8 5 1307,0 1070,7

Окончание таблицы 6.2

1	2	3	4	5
12. Повысили квалификацию по вопросам охраны труда в соответствии с законодательством	чел.	72	94	25
13. Проведено и составлено актов проведения «Дня охраны труда»	ед.	4	4	4
14. Предъявлено предписаний вышестоящих и контролирующих организаций	ед.	15	10	5
15. Выписано предписаний по предприятию	ед.	14	17	21
16. Удельный вес работников, охваченных предсменными медицинскими осмотрами и освидетельствованием, от их общего количества в организации	%	20	50	100

Анализ состояния охраны труда на предприятии проводят таким образом, чтобы можно было определить предпосылки для разработки мероприятий по снижению травматизма, профессиональных заболеваний и улучшению условий труда.

Предлагаемые мероприятия должны предусматривать решение следующих основных задач:

- устранение (снижение) профессиональных рисков, улучшение охраны и (или) условий труда;
- сокращение численности работников, занятых в опасных и (или) вредных условиях труда;
- доведение обеспеченности работников санитарно-бытовыми помещениями до установленных норм, оснащение их необходимыми устройствами и средствами;
- обеспечение в установленном порядке обучения, инструктажа и проверки знаний работников по вопросам охраны труда;
- внедрение передового опыта по охране труда.

К таким мероприятиям можно отнести:

1. Установка защитной сигнализации, которая будет оповещать о сбое в работе оборудования, систем аварийной остановки, спецсредств, исключающих возможность возникновения несчастных случаев при остановке энергоснабжения.

2. Защита элементов рабочего оборудования от потенциальных опасностей вроде летящих предметов, движущихся частей.

3. Модернизация коллективных защитных средств либо покупка новых.

4. Нанесение знаков безопасности, сигнальных цветов на оборудование, знаки контроля и управления.

5. Введение автоматизированных систем контроля за производственными факторами, вызывающими опасения.

6. Внедрение, модернизация технических устройств, обеспечивающих электробезопасность.

7. Монтаж предохранительных приспособлений, защиты, сигнализации.

8. Автоматизация и механизация технологических операций, которые связаны с выделением вредных веществ необходимостью выполнения операций с резервуарами, наполненными опасными производственными жидкостями.

9. Механизация работ, связанных со складированием, транспортировкой.

10. Механизация процессов наведения порядка в производственных помещениях (или уборка), обезвреживание отходов.

11. Модернизация оборудования (восстановление либо замена), технологических процессов для снижения влияния негативных факторов на работающих.

12. Реконструкция завес, пылегазоулавливающих установок, систем отопления и вентиляции помещений для создания комфортного микроклимата в рабочих помещениях. Если ремонт невозможен, производится замена оборудования.

13. Рациональное освещение на рабочих местах.

14. Создание мест для организованного отдыха сотрудников в ходе рабочего дня.

15. Установка автоматов с питьевой водой.

16. Обеспечение сотрудников средствами индивидуальной защиты, обеспечение условий для их хранения, средствами ухода.

17. Проведение инструктажей по ОТ.

18. Обучение работников правилам оказания первой помощи.

19. Проведение медицинских осмотров.

20. Контроль за соблюдением требований безопасности на производстве в установленном порядке.

21. Обеспечение необходимыми инструкциями по охране труда и др.

Таблица 6.3 – Пример представления показателей состояния охраны труда на предприятии

Показатели	Оценка				Мероприятия по улучшению организации и охраны труда
	2	3	4	5	
Организация и управление охраной труда					
Наличие уголков, кабинета по охране труда, инструкций по охране труда				+	
Организация обучения и проверки знаний по охране труда рабочих и административно-технического персонала			+		Осуществлять своевременный контроль за проведением обучения и проверки знаний по охране труда
Наличие, учет и использование средств индивидуальной защиты и спецодежды			+		Осуществлять постоянный контроль за применением работниками СИЗ и их хранением
Финансирование по охране труда, эффективность использования выделенных средств			+		Повысить эффективность использования выделенных средств на основе улучшения планирования
Наличие нормативной документации по охране труда, реестра и фонда НПА и ТНПА			+		Своевременно актуализировать Реестр и Фонд НПА
Проведение медосмотров и предрейсовых медицинских осмотров водителей и работников предприятия				+	
Условия труда работающих					
Проведение оценки, паспортизации и контроля условий труда				+	
Проведение мероприятий по улучшению условий труда			+		Проведение аттестации рабочих мест по условиям труда
Санитарно-бытовые условия работающих			+		Провести ремонт умывальников и гардеробных
Содержание производственных помещений			+		Своевременная уборка производственных помещений
Уровень шума и вибрации на рабочих местах			+		Использование СИЗ

Окончание таблицы 6.3

Показатели	Оценка				Мероприятия по улучшению организации и охраны труда
	2	3	4	5	
Производственная и пожарная безопасность					
Наличие ограждений и других защитных устройств				+	Своевременно проводить проверку исправности защитных устройств
Защита от статического электричества				+	Периодически проверять исправность заземляющих устройств
Контроль сопротивления изоляции проводов			+		Периодически проверять сопротивление заземляющих устройств
Обеспечение пожарными извещателями				+	Своевременно проверять исправность автоматических пожарных извещателей
Обеспечение первичными средствами пожаротушения				+	Периодическая проверка сроков годности и опломбирование огнетушителей

6.2.3 Оценка состояния производственной безопасности и условий труда на объекте проектирования

В данном разделе необходимо в соответствии с заданием охарактеризовать и дать оценку с точки зрения охраны труда объекту проектирования (технологический процесс, рабочее место или выполняемые работы).

Описание технологического процесса начинают с указания технологического назначения и области применения. Характеристика процесса включает описание последовательности выполняемых операций с указанием степени (уровня) их механизации и автоматизации, видов выполняемых работ, применяемого оборудования и машин, веществ и материалов. Приводится характеристика помещения, в котором осуществляется процесс, численность персонала, задействованного в данном процессе, наличие средств безопасности для предупреждения травматизма и заболеваемости.

В графической части дипломного проекта можно привести структурно-технологическую схему производственного процесса или планировочные решения по организации производственного процесса в соответствии с особенностями размещения оборудования для выполнения отдельных технологических операций. Пример выполнения структурно-технологической схемы производственного процесса приведен в приложении П.

На основании изучения заданного технологического процесса рассматриваются источники образования и анализируются опасные и вредные производственные факторы.

При анализе следует учитывать, что все опасные и вредные производственные факторы по природе действия подразделяются:

- на физические;
- химические;
- биологические;
- психофизиологические.

К физическим факторам относятся:

- движущиеся машины и механизмы;
- подвижные части машин, оборудования;
- острые кромки, заусенцы, шероховатость поверхностей;
- высокое расположение рабочего места от уровня земли (пола);
- падающие с высоты или отлетающие предметы;

- повышенный уровень вредных аэрозолей, паров, газов, ионизирующих, инфракрасных, ультрафиолетовых, электромагнитных, лазерных излучений, статического электричества, шума, вибрации;

- наличие тока в электрической цепи;

- повышенная или пониженная температура, подвижность, влажность, ионизация воздуха;

- атмосферное давление, повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования;

- отсутствие или недостаток естественного света, пульсация светового потока, повышенная контрастность, прямая или отраженная блесткость.

Химические факторы подразделяются:

- по характеру воздействия на организм человека – токсические, раздражающие, сенсибилизирующие, канцерогенные, мутагенные, влияющие на репродуктивную функцию;

- по пути проникновения в организм человека – через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожные покровы и слизистые оболочки.

Биологические факторы включают следующие биологические объекты: патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты, грибы, простейшие) и продукты их жизнедеятельности, а также макроорганизмы (растения и животные).

Психофизиологические факторы – физические нагрузки (статические и динамические) и нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

Проводится сравнительный анализ состояния данных факторов в соответствии с требованиями технических нормативных правовых актов и дается их оценка.

При необходимости следует провести оценку условий труда рабочих основных профессий в соответствии с классификацией по степени вредности и опасности, тяжести и напряженности.

В графической части дипломного проекта приводятся результаты анализа опасных и вредных факторов в виде таблицы (приложение Р).

Изучив технологический процесс и идентифицировав опасные и вредные факторы, в конце данного раздела следует привести меры обеспечения безопасности труда при проведении работ в соответствии с действующими нормативными документами. При этом

следует рассматривать организационные вопросы обеспечения безопасности технологического процесса (подготовка и допуск обслуживающего персонала; подготовка рабочих мест и площадок; размещение и установка оборудования; выбор помещения (площадки); техническое состояние машин и оборудования; наличие средств защиты работающих от опасных и вредных производственных факторов: требования пожарной безопасности), а также меры безопасности при эксплуатации средств механизации при выполнении заданного технологического процесса.

6.2.4 Разработка инженерных решений по улучшению условий труда и совершенствованию производственной безопасности

Четвертый раздел должен быть посвящен раскрытию основной проблемы, решению поставленных задач и обоснованию получаемых выводов. В данном разделе следует предусмотреть организационные и технические мероприятия, позволяющие обеспечить безопасные и благоприятные условия труда при выполнении заданного технологического процесса. Могут быть приведены технические расчеты ограждающих, предохранительных, блокировочных устройств, устойчивости мобильных средств механизации, системы молниезащиты, средства обеспечения электробезопасности, сигнализации, дистанционного контроля, оборудования, технологических процессов и др.

Приводится обоснование предлагаемых решений по повышению эффективности средств защиты от опасных производственных факторов, систем вентиляции, осветительных установок, устройств защиты от повышенных шумов и вибраций, излучений. В ряде случаев эти решения могут быть нацелены на создание постов и комнат психологической разгрузки, на рациональную цветовую отделку интерьеров, оборудования и производственных помещений, на изменение ритма и режима труда, на использование функциональной музыки, на эффективный учет биологических, ритмов человека при организации и управлении производственными процессами, на применение перспективных разработок эргономики, научной организации труда.

6.2.4.1 Инженерные решения по совершенствованию производственной безопасности

Студент-дипломник должен предложить инженерно-технические мероприятия, предотвращающие воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов, а также предупреждающие аварийные ситуации. При разработке мероприятий следует обратить внимание на следующие аспекты:

- комплексную автоматизацию и механизацию опасных и тяжелых работ, использование технических средств, их влияние на условия труда;
- инженерно-технические средства безопасности (оградительные, тормозные, предохранительные устройства, сигнальные цвета и знаки безопасности, габариты и разрывы безопасности);
- инженерные решения, связанные с герметичностью оборудования, температурными режимами нагрева наружных поверхностей;
- эргономические требования по созданию безопасных условий труда;
- техническую эстетику для оптимизации деятельности работающих;
- вопросы обеспечения электробезопасности с указанием разработанных инженерных мероприятий, направленных на уменьшение опасности поражения электрическим током (выбор исполнения электрического оборудования с учетом класса взрыво- или пожароопасных зон, характеристики производственной среды помещений, мероприятий по защите от контакта с токоведущими частями электрооборудования и т. д.);
- расчет средств коллективной защиты (вентиляция, освещение, защитное заземление и т. д.).

При разработке инженерно-технических решений должны быть учтены основные требования к технологическим процессам, производственному оборудованию и средствам защиты от опасных и вредных производственных факторов.

Общие требования безопасности к производственным процессам

Требования безопасности к технологическим процессам закладываются при их проектировании и реализуются при организации и проведении технологических процессов. Поэтому учет требований

безопасности при разработке и осуществлении технологических процессов имеет большое профилактическое значение для предупреждения производственного травматизма.

Общие требования безопасности к технологическим процессам изложены в ГОСТ 12.3.002 ССБТ «Процессы производственные. Общие требования безопасности».

Безопасность производственных процессов обеспечивается комплексом проектных и организационных решений, предусматривающих соответствующий выбор технологических процессов, рабочих операций и порядка обслуживания производственного оборудования и условий его размещения; способов хранения и транспортирования исходных материалов, заготовок полуфабрикатов и готовой продукции, а также удаления отходов производства; средств защиты работающих.

Большое значение имеет правильное распределение функций между человеком и оборудованием в целях уменьшения тяжести и напряженности труда, обеспечения его безопасности.

Производственные процессы должны быть пожаро- и взрывобезопасными, а также не загрязнять окружающую среду выбросами вредных веществ и не являться источниками вредных физических факторов (шума, вибрации и т. п.).

Технологические процессы переработки сельскохозяйственной продукции чрезвычайно разнообразны, однако имеется ряд общих требований, осуществление которых способствует безопасности технологических процессов, а именно:

- устранение непосредственного контакта людей с исходными веществами, материалами, комплектующими изделиями (узлами, элементами), готовой продукцией и отходами производства, оказывающими на работающих вредное воздействие;
- замена технологических процессов и операций, связанных с возникновением вредных и опасных производственных факторов, процессами и операциями, где эти факторы отсутствуют или не превышают предельно допустимых концентраций или уровней;
- применение комплексной механизации, автоматизации или дистанционного управления в тех случаях, когда действие вредных и опасных производственных факторов нельзя устранить;
- обеспечение надлежащей герметизации и теплоизоляции производственного оборудования, создание повышенного (фиксируемого

по прибору) или пониженного давления (осуществление процессов под вакуумом), что предотвращает выделение вредных веществ, теплоты и влаги в рабочую зону;

- оснащение оборудования средствами коллективной защиты работающих от воздействия опасных и вредных производственных факторов различного происхождения;
- применение систем непрерывного управления технологическими процессами, режимами работы оборудования, а также их контроля, включая автоматизацию внешней и внутренней диагностик на базе ЭВМ, обеспечивающими защиту работающих и предупреждение аварий путем сигнализации и своевременного отключения производственного оборудования;
- оснащение технологических процессов устройствами, обеспечивающими получение своевременной информации о возникновении пожаро- и взрывоопасных, аварийных ситуаций, превышении ПДК вредных веществ или допустимых уровней воздействия других вредных производственных факторов на отдельных технологических операциях;
- применение безотходных технологий замкнутого цикла производств, а также своевременное удаление, обезвреживание и захоронение отходов, являющихся источником вредных производственных факторов; использование системы оборотного водоснабжения;
- применение рациональной организации обслуживания технологических процессов, оптимальных режимов труда и отдыха для предотвращения монотонности, гиподинамии, физических и нервно-психологических перегрузок.

Требования безопасности к технологическому процессу включают в нормативно-техническую и технологическую документацию.

Производственные помещения должны соответствовать требованиям действующих строительных норм и правил. Уровни опасных и вредных производственных факторов в этих помещениях и на рабочих местах не должны превышать величин, определяемых нормами.

Безопасность технологических процессов зависит от правильного размещения оборудования и организации рабочих мест. Оборудование следует размещать с учетом действующих технологических, строительных, санитарных, противопожарных и других требований. Должны быть обеспечены удобство и безопасность обслуживания оборудования, безопасность эвакуации работников при возникновении

аварийных ситуаций, исключено воздействие опасных и вредных производственных факторов.

Рабочее место является основным звеном производственной структуры, поэтому оно должно быть рационально организовано. Для создания оптимальных условий труда на рабочем месте необходимо учитывать следующие требования:

1) *экономические* (повышение технической вооруженности труда; наиболее полное использование оборудования и рациональная организация рабочих мест; выбор оптимальной технологии, устранение и уменьшение ненужных затрат рабочего времени; регламентация темпа и ритма работы);

2) *эргономические* (соответствие скоростных, энергетических, зрительных и других физиологических возможностей человека в рассматриваемом технологическом процессе; введение рациональных режимов труда и отдыха, сокращение объема информации, нервно-эмоционального напряжения и физиологических нагрузок; профессиональный отбор работников);

3) *психофизиологические* (соответствие закрепленных и формируемых навыков работника возможностям восприятия, памяти и мышления);

4) *антропометрические* (соответствие орудий труда размерам, форме и массе тела человека, его силе и направлению движений);

5) *санитарно-гигиенические* (создание оптимальных метеорологических условий, физико-химического состава воздушной среды, освещенности, а также уровней шума, вибраций, ультра- и инфразвуков, различных видов производственных излучений в соответствии с требованиями ТНПА).

Уровни опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах должны соответствовать требованиям стандартов безопасности по всем видам опасных и вредных факторов;

6) *эстетические* (соответствие эстетических потребностей человека и реализуемых в художественно-конструкторских решениях рабочих мест, орудий труда и производственной среды);

7) *социальные* (повышение профессиональной подготовки работающих, содержательности их труда, творческой активности, эффективности управления производственными процессами).

Рациональная организация рабочего места включает его планировку, оснащение и обслуживание, позволяющие создать необходимые условия для ритмичной и безопасной работы на протяжении всей смены.

Требования безопасности к производственному оборудованию

Основными требованиями, предъявляемыми к оборудованию, являются: безопасность для здоровья и жизни людей, а также надежность и удобство в эксплуатации.

Несмотря на большое разнообразие технологического оборудования по назначению, устройству и особенностям эксплуатации, к нему предъявляются общие требования безопасности, соблюдение которых при конструировании обеспечивает безопасность эксплуатации. Эти требования сформулированы в ГОСТ 12.2.003 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности». Согласно этому стандарту безопасность производственного оборудования обеспечивается следующим:

- правильным выбором принципов действия, конструктивных схем, источников энергии и характеристик энергоносителей, безопасных элементов конструкций, материалов и т. п.;
- применением встроенных в конструкцию средств защиты работающих, а также средств, предупреждающих о возникновении опасных ситуаций;
- надежностью конструкции и ее элементов;
- применением в конструкции средств механизации, автоматизации, дистанционного управления;
- выполнением требований эргономики;
- включением требований безопасности в техническую документацию по монтажу, эксплуатации, ремонту, транспортированию и хранению.

Требования к конструкции и ее отдельным частям. Материалы конструкции производственного оборудования на всех заданных режимах работы не должны оказывать опасное и вредное воздействие на организм человека. Производственное оборудование должно быть пожаро- и взрывобезопасным. Оно не должно создавать опасности для здоровья и жизни работника в результате воздействия влажности, солнечной радиации, механических колебаний, высоких и низких давлений и температур, агрессивных веществ, микроорганизмов и т. п.

Конструкции производственного оборудования и его отдельных частей должны исключать возможность их падения, опрокидывания

или самопроизвольного смещения. Движущиеся части производственного оборудования, являющиеся возможным источником травматизма, должны быть ограждены или расположены так, чтобы исключить возможность прикосновения к ним работников.

Составные части оборудования (в том числе трубопроводы, провода, кабели и т. п.) должны выполняться с таким расчетом, чтобы исключалась возможность их случайного повреждения, вызывающего опасность. Конструкция оборудования, имеющего газо-, паро-, пневмо-, гидро- и другие системы, должна отвечать соответствующим требованиям безопасности.

Движущиеся части оборудования, являющиеся источником опасности для людей, должны быть ограждены, за исключением частей, ограждение которых препятствует их функциональному назначению. В этих случаях предусматривается применение сигнализации, предупреждающей о пуске машины в работу, и средств останова и отключения источников энергии. При наличии протяженных машин (например транспортеров) средства останова должны располагаться через каждые 10 м (или менее).

Элементы конструкции производственного оборудования не должны иметь острых углов, кромок и поверхностей с неровностями и т. п., представляющими источник опасности для работника, если их наличие не определяется функциональным назначением оборудования.

Конструкция оборудования должна исключать возможность случайного соприкосновения работающих с горячими и переохлажденными частями этого оборудования. Выделение и поглощение оборудованием тепла в производственные помещения, а также влаги не должны превышать их предельно допустимые уровни, концентрации в пределах рабочей зоны.

Производственное оборудование, обслуживание которого связано с перемещением персонала, должно быть снабжено безопасными и удобными по конструкции и размерам проходами и приспособлениями для ведения работ (рабочими площадками, лестницами и т. п.). В необходимых случаях конструкция оборудования должна предусматривать установку средств местного освещения, соответствующего условиям эксплуатации; при этом должна исключаться возможность случайного прикосновения к токоведущим частям установленных средств.

Конструкцией производственного оборудования должна предусматриваться сигнализация и средства автоматического останова и отключения оборудования от источников энергии при опасных для работников неисправностях, авариях, а также режимах работы, близких к опасным. В необходимых случаях производственное оборудование должно иметь средства торможения, эффективность действия которых должна быть достаточной для обеспечения безопасности и соответствовать требованиям стандартов на изделия. Срабатывание экстренного останова не должно создавать опасности.

Рабочие органы оборудования, захватывающие зажимные и подъемные устройства или их приводы, должны быть оборудованы средствами, предотвращающими возникновение опасности при полном или частичном прекращении подачи энергоносителя (электрического тока, жидкости в гидросистемах, сжатого воздуха и т. п.) к приводам этих устройств, а также средствами, исключающими самовключение приводов рабочих органов при восстановлении подачи энергоносителей.

Конструкция оборудования должна предусматривать защиту работников от поражения электрическим током (включая случаи ошибочных действий обслуживающего персонала), а также исключать возможность накопления зарядов статического электричества в опасных для жизни количествах.

Производственное оборудование должно иметь встроенные устройства для удаления выделяющихся в процессе работы вредных, взрыво- и пожароопасных веществ непосредственно от мест их образования и скопления или места для установки таких устройств, не входящих в конструкцию оборудования. При необходимости оборудование должно иметь устройства, сбрасывающие опасные и вредные вещества в аварийные емкости.

Конструкция производственного оборудования должна обеспечивать исключение шума, ультразвука, вибрации или снижение их уровней до регламентированных значений.

Требования к системе управления и средствам защиты. ГОСТ 12.2.003 и отраслевые стандарты ССБТ содержат также требования к органам управления производственным оборудованием и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования.

Система управления должна обеспечивать надежное и безопасное для людей функционирование производственного оборудования

во всех режимах его работы, предусмотренных условиями эксплуатации. На рабочих местах должны быть надписи, схемы и другие средства информации о необходимой последовательности управляющих действий.

Система управления производственным оборудованием должна включать средства экстренного торможения и аварийного останова, сигнализации (предупреждающие о нарушениях функционирования оборудования), а в необходимых случаях – специальные средства блокировки пуска оборудования.

Органы управления должны располагаться вне опасной зоны, быть легкодоступными, различимыми, выполненными так, чтобы их форма, размеры и поверхности контакта с работником соответствовали его способу захвата (пальцами, кистью) или нажатия (пальцем, ладонью, стопой ноги).

Средства защиты делятся на общие и специальные. К общим средствам относятся: ограждения, блокировки, предохранительные устройства, тормоза и др. К специальным средствам относят защитные устройства от радиоактивных излучений, электрического тока, проявления атмосферного электричества и т. п., предусматриваемые при проектировании оборудования. Съемные, откидные и раздвижные ограждения рабочих органов, предотвращающие опасность, возникающую при работе оборудования, а также открывающиеся дверцы, крышки, щитки в этих ограждениях или в корпусе оборудования должны иметь устройства, исключающие случайное снятие этих ограждений и открывание (замки, снятие при помощи инструмента и т. п.), а при необходимости – иметь блокировки, обеспечивающие прекращение рабочего процесса при съеме или открывании ограждения.

Технические средства обеспечения безопасности

Для снижения и предупреждения травматизма на производстве применяют современные средства обеспечения безопасности (рисунок 6.1). Несмотря на их непрерывное совершенствование, полностью устранить опасности из производственного процесса и исключить их влияние на работающих не удается, так как нулевой риск возможен лишь в системах, лишенных запасенной энергии, а также химических или биологических активных компонентов.

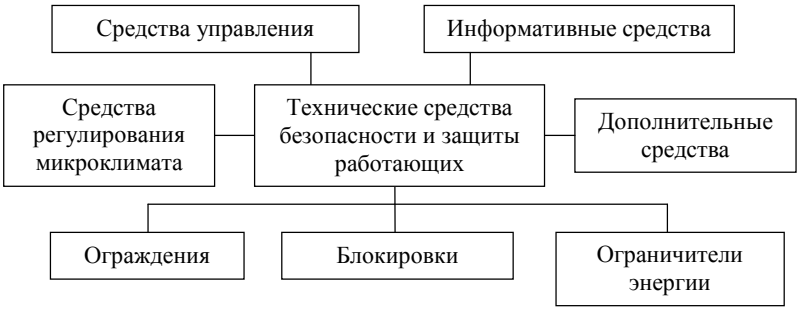


Рисунок 6.1 – Классификация технических средств безопасности

Опасные зоны машин и механизмов

Опасной называют зону, в которой постоянно действуют или периодически возникают факторы, создающие угрозу для жизни и здоровья человека. У машин такие зоны существуют вблизи движущихся или вращающихся деталей, вокруг открытых токоведущих частей и т. д. Различают постоянные и переменные опасные зоны.

Постоянные зоны – зоны, размещающиеся у подвижных частей оборудования при наличии определенной закономерности их перемещения во время работы. К таким зонам относят пространства между матрицей и пуансоном пресса, сходящимися венцами зубчатых колес, набегающей ветвью приводного ремня и шкивом и т. д.

Переменные зоны существуют вокруг источников опасности, которые с течением времени изменяют свое направление в соответствии с создавшимися условиями и режимами выполнения операций трудового процесса, а также свойствами материалов. Например, при обработке деталей на токарных станках траектория отлетающих стружек и, следовательно, дальность и сила их поражающего действия зависят от многих факторов: режимов резания, физико-химических свойств материала, направления подачи, геометрии режущего инструмента и др. К переменным относят также зоны, возникающие в процессе погрузочно-разгрузочных работ при различных положениях стрелы, тележки или ходовой платформы крана, заточке инструментов на наждачном круге, эксплуатации мобильных сельскохозяйственных машин.

Границы постоянных опасных зон можно легко определить, так как они не меняются в процессе выполнения работ, а границы

переменных зон не имеют четких очертаний в пространстве. Поэтому для создания безопасных условий труда очень важно найти максимальное расстояние, в пределах которого возможно воздействие на человека опасных производственных факторов эксплуатируемых машин и оборудования. Пример анализа и графического оформления опасных зон машинно-тракторного агрегата приводится в приложении С.

Характеристика защитных устройств

Защитные устройства должны удовлетворять следующим требованиям:

- быть достаточно прочными, простыми в изготовлении и применении;
- исключать возможность травмирования;
- надежно фиксироваться в требуемом положении;
- не мешать при работе, техническом обслуживании или ремонте машин и механизмов.

Конструкция защитного устройства должна быть такой, чтобы при отказе его отдельных элементов действие других не прекращалось раньше завершения действия опасного производственного фактора. Средства защиты не должны снижать производительности труда и качества обработки, ухудшать условия наблюдения при выполнении трудовых операций.

Ограждения. Ограждают все потенциально опасные вращающиеся или движущиеся части машин, механизмов и оборудования (кроме тех, которые нельзя оградить с учетом их функционального назначения); зоны возможного выброса рабочего материала и инструмента; зоны факторов повышенной опасности (высоких температур, напряжений, излучений).

Защитные ограждения, приспособления и устройства должны исключать:

- возможность соприкосновения работника с движущимися частями машины;
- выпадение или вылет обрабатываемых деталей (материалов), а также частей рабочих органов при их поломках;
- попадание в работающих частичек обрабатываемого материала;
- возможность травмирования при установке и смене рабочих органов, инструментов.

Внутренние поверхности защитных ограждений и посадочные места для них окрашивают в красный цвет, сигнализирующий об опасности в случае их открывания, а на наружной поверхности наносят предупреждающий знак. Для удержания ограждений при съеме и установке их снабжают рукоятками, скобами и другими устройствами, не допускающими самопроизвольного открывания во время работы. Ограждения должны отвечать эстетическим требованиям, быть компактными, пропорциональными, без выступающих крепежных деталей и острых углов.

Предохранительные устройства. Устройства, обеспечивающие безопасную эксплуатацию машин и оборудования посредством ограничения скорости, давления, температуры, электрического напряжения, механической нагрузки и других факторов, которые способствуют возникновению опасных ситуаций, называют предохранительными. Они должны срабатывать автоматически с минимальным инерционным запаздыванием при выходе контролируемого параметра за допустимые пределы.

Предохранителями от механических перегрузок служат срезные шпильки и штифты, пружинно-кулачковые, фрикционные и зубчато-фрикционные муфты, центробежные, пневматические и электронные регуляторы, концевые выключатели, ловители.

Тормозные устройства. Тормозные устройства предназначены для удержания движущихся частей, поднятого груза; снижения скорости движения и останова машин, механизмов, спуска груза; поглощения энергии поступательно движущихся или вращающихся масс оборудования, машин, механизмов и груза.

По конструктивному исполнению тормозные устройства могут быть колодочными, ленточными, дисковыми и коническими;

по схеме включения – открытого (торможение происходит от усилия, прилагаемого к рукоятке или педали), замкнутого (рабочие органы постоянно прижимаются специальным грузом, сжатой пружиной или поднимаемым грузом) типов и автоматические (включаются в работу без участия человека);

по виду привода – механическими, электромагнитными, пневматическими, гидравлическими и комбинированными;

по назначению – рабочими, резервными, стояночными и экстренного торможения.

Блокировочные устройства. Блокировкой называют совокупность методов и средств, обеспечивающих фиксацию частей машин или элементов электрических схем в определенном состоянии, которое сохраняется независимо от наличия или прекращения воздействия.

Блокировочные устройства должны отвечать следующим требованиям:

- исключать возможность выполнения операций при незафиксированном рабочем материале или его неправильном положении (установке);
- не допускать самопроизвольных перемещений рабочих устройств, транспортных средств, механизмов подъема, поворота и других подвижных элементов линий, оборудования;
- не допускать выполнения следующего цикла до окончания предыдущего;
- обеспечивать останов линии при снятии или открывании ограждения и входе человека в зону ограждения;
- обеспечивать невозможность пуска линии при снятых или открытых ограждениях, а также при нахождении человека в зоне ограждения;
- исключать возможность одновременного использования дублированных органов или пультов управления;
- обеспечивать останов при выходе исполнительных устройств оборудования за пределы запрограммированного пространства, отказе оборудования или выходе параметров энергоносителей за допустимые пределы;
- обеспечивать удержание заготовки и инструментов в случае неожиданного прекращения подачи электроэнергии, воздуха, масла и т. д.

По принципу действия блокировочные устройства подразделяют на механические, электрические, фотоэлектрические, электронные, электромагнитные, пневматические, гидравлические, оптические, радиационные и комбинированные, а по исполнению – на открытые, закрытые и взрывозащищенные. Их выбор зависит от особенностей окружающей среды.

Отдельные расчеты технических средств для защиты персонала от опасных и вредных производственных факторов могут быть выполнены в соответствии с методиками, приведенными ниже.

Расчет границ опасных зон и ограждений

Границы постоянных опасных зон можно легко определить, так как они не меняются в процессе выполнения работ, а границы переменных зон не имеют четких очертаний в пространстве. Поэтому для создания безопасных условий труда очень важно найти максимальное расстояние, в пределах которого возможно воздействие на человека опасных производственных факторов эксплуатируемых машин и оборудования. При работах, выполняемых на высоте, опасной зоной считают участок, расположенный под рабочей площадкой, границы которого определяют горизонтальной проекцией, увеличенной на безопасное расстояние $L_{без}$ (м):

$$L_{без} = 0{,}3H, \tag{6.4}$$

где H – высота, на которой выполняют работу, м.

Максимальное расстояние (м) от строящегося объекта, в пределах которого могут возникать опасности:

$$l = \frac{S_с}{9{,}81m}(20h + 0{,}235h_П^2) + 0{,}45v\sqrt{h_П}, \tag{6.5}$$

где $S_с$ – эффективная площадь поперечного сечения падающего предмета, м^2 (определяют как среднее арифметическое значений площадей наибольшего и наименьшего сечений);

9,81 – ускорение свободного падения, м/с^2;

m – масса падающего предмета, кг;

$h_П$ – высота падения предметов, м;

v – горизонтальная составляющая скорости падения предмета, м/с.

При работе грузоподъемной машины (электротельфера, кран-балки и т. п.) возможное расстояние (м), на которое отлетает груз при обрыве одной из строп (рисунок 6.2), определяют по формуле

$$L_{от} = 2\sqrt{h_Г[l_с(1-\cos\alpha)+a]}, \tag{6.6}$$

где $h_Г$ – высота подъема груза, м;

$l_с$ – длина ветви стропа, м;

α – угол между стропами и вертикалью, град;

a – расстояние от центра тяжести груза до его края, м.

Для стреловых кранов дополнительно учитывают вылет стрелы при расчете расстояния, на которое отлетает груз в случае обрыва стропы. Тогда

$$L_{от} = l_в + 2\sqrt{h_Г[l_с(1-\cos\alpha)+a]}, \qquad (6.7)$$

где $l_в$ – вылет стрелы крана, м.

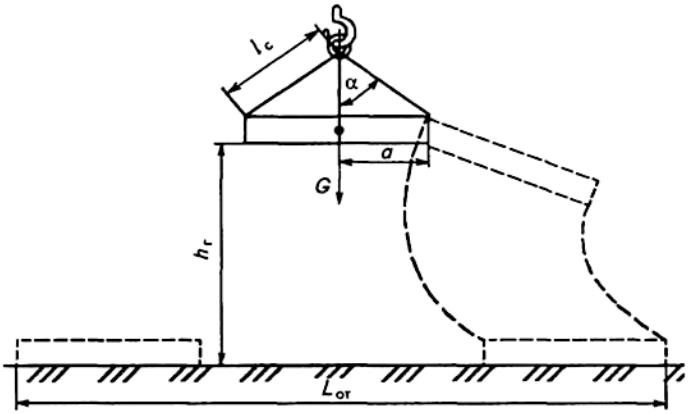


Рисунок 6.2 – Схема определения границ опасной зоны при обрыве стропы грузоподъемной машины: *G* – сила тяжести

При перемещении механических транспортных средств по ходу их движения возникает опасная зона, границы которой определяют скоростью движения, массой транспортного средства, временем реакции водителя, эффективностью тормозного устройства и коэффициентом сцепления шин с поверхностью дороги.

Для абразивного круга или вращающейся детали в случае их разрыва на две части ударная нагрузка на ограждение равна

$$P_{огр} = \frac{m_к \cdot v_{окр}^2}{2 \cdot R_0}, \qquad (6.8)$$

где $m_к$ – масса круга или детали, кг;

$v_{окр}$ – окружная скорость вращения, м/с;

R_0 – радиус центра тяжести половины абразивного круга или детали, м.

Радиус центра тяжести

$$R_0 = \frac{4(R^3 - r^3)}{3\pi(R^2 - r^2)}, \qquad (6.9)$$

где R – радиус внешней окружности круга или детали, м;

r – радиус центрального отверстия круга или детали, м;

Ударная (центробежная) сила отлетающей детали (H)

$$P_{\text{отл}} = \frac{m_{\text{д}} \cdot v_{\text{д}}^2}{r_{\text{д}}}, \qquad (6.10)$$

где $m_{\text{д}}$ – масса детали, части, кг;

$v_{\text{д}}$ – скорость движения детали, части, м/с;

$r_{\text{д}}$ – радиус кривизны траектории отрыва детали, части, м.

По найденному значению $P_{\text{огр}}$ или $P_{\text{отл}}$ (таблица 6.4) определяют толщину стенки ограждения.

Таблица 6.4 – 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

Сплошные ограждения, толщину стенок которых находят по указанному методу, могут быть заменены сетчатыми или решетчатыми после соответствующего расчета конструкции ограждения в зависимости от характера нагрузки (растяжение, изгиб, срез).

Для ограждений станков и элементов конструкций животноводческих ферм расчетное усилие F, развиваемое животным, равно

$$F = 40m, \qquad (6.11)$$

где m – масса животного, кг.

Расположение защитных устройств с учетом скоростей приближения частей тела человека

Методология расположения устройств обнаружения или приведения в действие предохранительного оборудования – в соответствии со стандартом ИСО 13855–2006 «Безопасность оборудования. Расположение защитных устройств с учетом скоростей приближения частей тела человека» заключается в следующем:

1) идентифицировать опасности и оценить риски (ИСО/ТО 12100–1, ИСО 14121);

2) выбрать один из установленных типов предохранительного оборудования по стандарту типа *C* для конкретной машины (если он существует) и использовать значение расстояния, указанное в этом стандарте;

3) использовать формулы для расчета минимального расстояния для выбранного предохранительного оборудования, приведенные в данном стандарте, если стандарт типа *C* отсутствует или не устанавливает минимальные расстояния. Выбор подходящего типа предохранительного оборудования должен быть выполнен согласно соответствующим стандартам типов *A* и *B*.

Расчет минимальных расстояний для электрочувствительного предохранительного оборудования, использующего радиоактивные электронно-оптические предохранительные устройства, производится с учетом скорости приближения частей тела человека. Минимальное расстояние *S*, мм, от опасной зоны до точки, линии, плоскости или зоны обнаружения следует рассчитывать по формуле

$$S = \mathrm{K}T + \mathrm{C}, \qquad (6.12)$$

где К – параметр, полученный по данным скоростей приближения тела человека или его частей, мм/с;

T – общая характеристика останова системы, с;

С – дополнительное расстояние, полученное по перемещению в направлении опасной зоны до приведения в действие предохранительного оборудования, мм.

Минимальное расстояние *S* от опасной зоны до точки, линии, плоскости или зоны обнаружения – это время или перемещение, проходящие от момента приведения в действие функции обнаружения до прекращения опасного движения или до перехода машины в безопасное состояние, включающее минимально две стадии:

$$T = t_1 + t_2, \qquad (6.13)$$

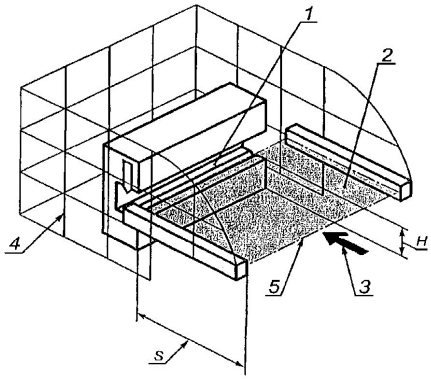
где t_1 – максимальное время между приведением в действие функции обнаружения и выходным сигналом коммутационного устройства, находящегося в состоянии «выключено», с;

t_2 – максимальное время срабатывания машины, т. е. время, требуемое для останова машины или исключения рисков после получения выходного сигнала от предохранительного оборудования. t_2 зависит от различных факторов, например: от температуры, времени переключения клапанов, старения элементов, с.

Потребители должны выбирать и применять электрочувствительное предохранительное оборудование, использующее радиоактивные электронно-оптические предохранительные устройства для машины согласно соответствующему стандарту типа *C* для этой конкретной машины. Если стандарт типа *C* отсутствует, то следует выполнять оценку риска в соответствии с ИСО 14121.

В случае, если направление приближения параллельно к зоне обнаружения (рисунок 6.3), то минимальное расстояние *S* должно быть рассчитано по формуле (6.14). При этом К меняется на 1600 мм/с, С – на 1200 – 0,4 *H*, но не менее 850 мм (*H* – высота зоны обнаружения над базовой плоскостью, например над полом, мм):

$$S = 1600T + (1200 - 0{,}4H). \qquad (6.14)$$



H – высота зоны обнаружения над базовой плоскостью; *S* – минимальное расстояние; 1 – опасная зона; 2 – зона обнаружения; 3 – направление приближения; 4 – неподвижное защитное ограждение; 5 – начало зоны обнаружения

Рисунок 6.3 – Пример параллельного приближения к зоне обнаружения

Для предохранительного оборудования указанного типа высота H зоны обнаружения должна быть не более 1000 мм. Если значение H больше 300 мм (или больше 200 мм для непроизводственного назначения, например, в присутствии детей), существует риск непреднамеренного, необнаруженного доступа под зоной обнаружения, что следует учитывать при оценке риска. Минимальная допустимая высота зоны обнаружения К рассчитывается по формуле

$$H = 15\,(\mathrm{d} - 50). \qquad (6.15)$$

Для заданной высоты зоны обнаружения H соответствующая способность обнаружения d должна быть рассчитана по формуле

$$\mathrm{d} = \frac{H}{15} + 50. \qquad (6.16)$$

Если известна или задана высота зоны обнаружения H, то может быть рассчитана максимальная способность обнаружения, например, при расчете горизонтальной части L-образной формы электрочувствительного предохранительного оборудования, или если известна или задана способность обнаружения, то минимальная высота может быть рассчитана вплоть до максимального допустимого значения, равного 1000 мм.

Таким образом, расчет минимальных расстояний для электрочувствительного предохранительного оборудования, использующего радиоактивные электронно-оптические предохранительные устройства, производится с учетом скорости приближения частей тела человека.

Расчет предохранительных клапанов

На предприятиях АПК нашло широкое применение оборудование, работающее под давлением. К нему относятся паровые и водогрейные котлы, баллоны, автоклавы, компрессоры и др.

Основная опасность при обслуживании таких установок состоит в том, что при нарушении техники безопасности, правил эксплуатации или неисправности контрольно-предохранительной арматуры возможен взрыв сосуда, при котором потенциальная энергия сжатой среды в короткий промежуток времени за счет ее адиабати-

ческого расширения переходит в кинетическую энергию разлетающихся осколков разрушенного оборудования. Производимая при адиабатическом расширении сжатой среды работа (в Дж) может быть определена по формуле (6.17)

$$A = \frac{p_1 \cdot V}{m-1}\left[1-\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{m-1}{m}}\right], \qquad (6.17)$$

где p_1, p_2 – абсолютное давление, соответственно, в сосуде и в окружающей среде, МПа;

V – начальный объем газа, м^3;

$m = c_p/c_v$ – показатель адиабаты, для воздуха m = 1,41 (здесь c_p – удельная теплоемкость газа при постоянном давлении, Дж/(кг·К); c_v – то же, при постоянном объеме, Дж/(кг·К)).

Мощность взрыва (МВт)

$$N = \frac{A}{\tau}, \qquad (6.18)$$

где τ – время действия взрыва, с.

Например, при вместимости сосуда 1 м^3, находящегося под давлением газа 1 МПа, мощность взрыва может достигать 13,2 МВт. Взрыв такой мощности сопровождается не только разрушением зданий, но и травматизмом с тяжелым и (или) смертельным исходом. Поэтому при эксплуатации такое оборудование всегда является потенциально опасным и требует повышенного внимания со стороны обслуживающего персонала и администрации предприятия. Для предупреждения превышения допустимого давления котлы оснащаются манометрами и предохранительными клапанами.

Пропускная способность (G,кг/ч) предохранительного клапана, установленного на паровом котле с рабочим давлением насыщенного пара в пределах от 0,7 до12,0 МПа, рассчитывается по формуле

$$G = 0,5\,a\,F\ (10\,P_1 + 1), \qquad (6.19)$$

где α – безразмерный коэффициент расхода пара через клапан, принимаемый равным 0,9 величины, установленной заводом-изготовителем клапана (в первом приближении можно принимать α = 0,6);

F – площадь проходного сечения клапана в проточной части, мм^2:

$$F = \frac{\pi\, d^2}{4}; \qquad (6.20)$$

P_1 – максимальное избыточное давление перед клапаном, МПа.

Число клапанов, требуемое для обеспечения часовой производительности котла:

$$n = \frac{G_k}{G_{\text{Н.П}}}. \qquad (6.21)$$

Взрывы при работе компрессоров могут происходить вследствие превышения давления сжатого воздуха, а также из-за повышения его температуры при сжатии. При сжатии значения температуры воздуха значительно растут и определяются по формуле

$$T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{m-1}{m}}, \qquad (6.22)$$

где T_1, T_2 – абсолютная температура воздуха до сжатия, К;

P_1, P_2 – абсолютное давление газа до и после сжатия, МПа;

m – показатели политропы, величина которой изменяется в пределах от 1 до 1,4 (*политропа* – кривая на термодинамических диаграммах, изображающая политропный процесс).

Кроме того, на предприятиях АПК широко применяются баллоны, предназначенные для хранения, перевозки и использования сжатых (азот, кислород, сероводород), сжиженных (аммиак, сернистый ангидрид, фреоны) и растворимых (ацетилен) газов под давлением до 15 МПа. При заполнении сжиженным газом всего объема баллона давление в нем при повышении температуры определяется по формуле

$$P = \frac{\alpha}{\beta} \cdot \left(t_2 - t_1\right), \qquad (6.23)$$

где α – коэффициент теплового объемного расширения;

β – коэффициент объемного сжатия;

t_1, t_2 – начальная и конечная температура баллона, °С.

Расчет теоретического остановочного пути сельскохозяйственного агрегата

Эффективность торможения мобильных машин оценивают по величине тормозного пути, который пройдет машина с момента обнаружения препятствия до момента ее остановки.

Безопасность эксплуатации тракторных средств во многом зависит от эффективности тормозных систем. Полное время t аварийной остановки движущегося транспортного средства можно разложить на отдельные составляющие:

$$t = t_1 + t_2 + t_3, \tag{6.24}$$

где t_1 – время реакции водителя (с момента обнаружения препятствия до начала воздействия на педаль тормоза), с – зависит от индивидуальных особенностей водителя и находится в пределах от 0,2 до 1,5 с (в расчетах обычно принимают t_1 = 0,8 с);

t_2 – время срабатывания тормозов зависит от конструкции привода (для тормозов с гидравлическим приводом – 0,2 с, механическим – 0,3, с пневматическим – от 0,6 до 0,7 с, для автопоезда с пневмоприводом – до 2 с;

t_3 – время от начала торможения до полной остановки транспортного средства: обычно t_3 = от 0,2 до 1,0 с.

Минимальное время торможения t_3 рассчитывают по формуле

$$t_3 = \frac{v_0}{126\varphi}, \tag{6.25}$$

где v_0 – скорость в момент начала торможения, км/ч;

φ – коэффициент сцепления шин с поверхностью дороги (таблицы 6.5 и 6.6).

Эффективность торможения транспортного средства оценивают по величине остановочного пути l_0 с момента обнаружения препятствия до момента остановки:

$$l_0 = (t_1 + t_2 + \frac{t_3}{2})\ \frac{v_0}{36} + \frac{K_у v_0^2}{254\, f} = (t_1 + t_2 + \frac{v_0}{254\, f})\ \frac{v_0}{36} + \frac{K_у v_0^2}{254\, f}, \tag{6.26}$$

где $K_у$ – коэффициент эксплуатационных условий торможения, учитывающий нарушение регулировок тормозов, их загрязнение (для легковых автомобилей – 1,2; для грузовых и автобусов – 1,4–1,6).

Для трактора или автомобиля с прицепом, не имеющим тормозов, остановочный путь определяется следующим образом:

$$l_{ОП} = (t_1 + t_2 + \frac{v_0}{252\,f})\,\frac{v_0}{3,6} + \frac{K_у\,v_0^2\,(G_а + G_п)}{254\,f\,G_а}, \qquad (6.27)$$

где $G_а$ – масса автомобиля (трактора), кг;

$G_п$ – масса прицепа, кг.

Таблица 6.5 – Коэффициенты сцепления тракторов в зависимости от типа пути

Тип пути	Коэффициент сцепления φ	
	для тракторов на пневматических шинах	гусеничных тракторов
Асфальт	0,7	–
Грунтовая сухая дорога	0,6−0,8	0,9−1,1
Целина, плотная залежь	0,7−0,9	1,0−1,2
Залежь двух-трехлетняя, скошенный луг	0,6−0,8	0,9−1,1
Стерня	0,6−0,8	0,8−1,0
Вспаханное поле	0,5−0,7	0,6−0,8
Поле, подготовленное под посев	0,4−0,6	0,6−0,7
Болотно-торфяная целина	–	0,4−0,6
Укатанная снежная дорога	0,3−0,4	0,5−0,7

Таблица 6.6 – Коэффициенты сцепления φ шин автомобилей с поверхностью дороги

Тип пути	Коэффициент сцепления φ
Асфальтированное шоссе	0,60−0,75
Гравийно-щебеночная дорога	0,50−0.65
Булыжная мостовая	0,40−0,50
Сухая грунтовая дорога	0,50−0,70
Грунтовая дорога после дождя	0,35−0,50
Песок	0,65−0,75
Снежная укатанная дорога	0,30−0,35

Расчет критической скорости на повороте

Критическая скорость $V_{кр}$, при котором возможно опрокидывание на повороте:

$$V_{кр} = 3,6\sqrt{\frac{g\,BR}{2h_{ц}}}, \qquad (6.28)$$

где g = 9,81 м/с^2– ускорение свободного падения;

R – радиус поворота, м;

B – ширина колеи транспортного средства, м;

$h_{ц}$ – высота расположения центра масс машины над поверхностью дороги, м.

Расчет устойчивости машинно-тракторного агрегата

Устойчивость машинно-тракторных агрегатов (МТА) характеризуется их способностью работать на продольных и поперечных уклонах без опрокидывания. При этом различают продольную и поперечную устойчивость МТА. В связи с модернизацией машинно-тракторного агрегата вес его изменяется, это сказывается на изменении центра тяжести, что изменяет угол опрокидывания агрегата в сравнении с базовой моделью.

Наибольший угол подъема, на котором МТА может стоять без опрокидывания, является предельным статическим углом подъема и обозначается a_n. Схема внешних сил и моментов, действующих в этом случае на колесный трактор, показана на рисунке 6.4.

Опрокидывание наступает, когда передние колеса трактора полностью разгружаются и действующая на них нормальная реакция дороги $У_n = 0$. Вся весовая нагрузка воспринимается задними колесами, поэтому на них действует нормальная реакция дороги $У_К = G \cdot \cos\alpha_n$. Под влиянием составляющей веса $G \times \sin\alpha_n$ трактор стремится скатиться вниз. Для предотвращения этого к его задним колесам приложена тормозная сила P_m. Скатыванию трактора препятствует также момент сопротивления качению задних колес M_{fk}, действующий, как показано на схеме (рисунок 6.5), по ходу часовой стрелки. Влияние его невелико, поэтому при расчетах им можно пренебречь.

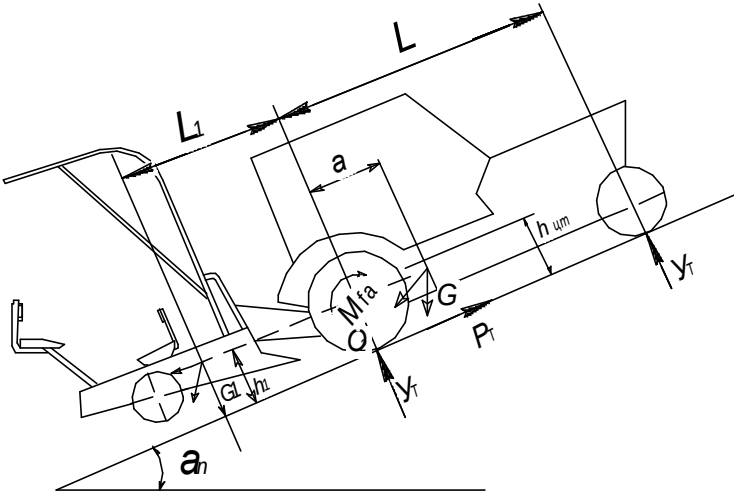


Рисунок 6.4 – Схема внешних сил и моментов,
действующих на остановившийся МТА

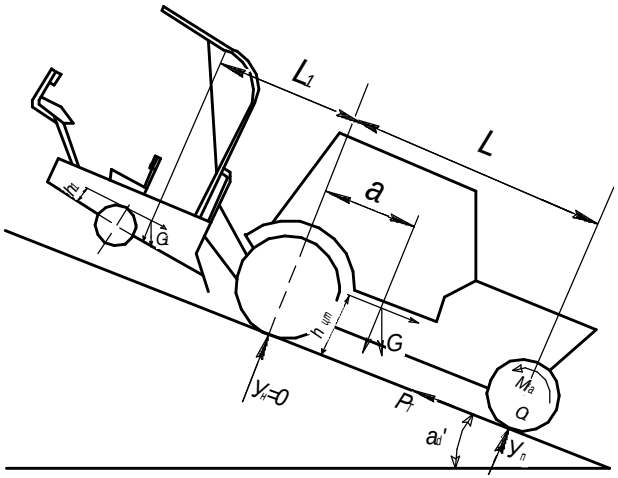


Рисунок 6.5 – Схема сил, действующих на остановившийся МТА

Из условия равновесия МТА относительно возможной оси опрокидывания O_2 имеем:

$$Ga \cdot \cos\alpha_n - G\,h_{\text{цт}} \cdot \sin\alpha_n - G_1 L_1 \cdot \cos\alpha_n - G_1 h_1 \cdot \sin\alpha_n = 0\,. \quad (6.29)$$

Отсюда

$$\mathrm{tg}\alpha_n = \frac{G \cdot a - G_1 \cdot L_1}{G \cdot h_{\text{цт}} - G_1 \cdot h_1}. \qquad (6.30)$$

Определяется предельный статический угол подъема a_n.

Введем аналогичное понятие о предельном статическом угле уклона и обозначим его α'_n. При стоянке на предельном уклоне полностью разгружаются задние колеса, и реакция $У_к = 0$. Нормальная реакция дороги на передние колеса $У_n = G \cdot \cos\alpha_n$ Моментом сопротивления качению M_{fa} передних колес ввиду малости пренебрегаем. Условно принимаем, что от скатывания вниз трактор удерживается тормозной силой P_m, приложенной к его передним нагруженным колесам. Из условия равновесия МТА относительно возможной оси опрокидывания O_1 имеем

$$\begin{gathered} G \cdot (L - a) \cdot \cos\alpha_n^{'} - G \cdot h_{\text{цт}} \sin\alpha_n^{'} + \\ + G_1 \cdot (L + L_1) \cdot \cos\alpha_n^{'} - G_1 \cdot h_1 \sin\alpha_n^{'} = 0. \end{gathered} \qquad (6.31)$$

Откуда

$$\mathrm{tg}\alpha_n^{'} = \frac{G \cdot (L - a) + G_1 \cdot (L + L_1)}{G \cdot h_{\text{цт}} + G_1 \cdot h_1}. \qquad (6.32)$$

Предельный статический угол поперечного уклона, это угол уклона, на котором агрегат может работать не опрокидываясь. На рисунке 6.6 приведена схема. Угол $\beta_{\text{пр}}$ можно определить, когда нормальная реакция почвы $Y'' = 0$.

Уравнение моментов относительно возможной оси опрокидывания:

$$\begin{gathered} G h_{\text{ц т}}\ b_{\text{пр}} - 0,5BG\ \cos b_{\text{пр}} + \\ + G_1 h_1 b_{\text{пр}} - 0,5B_1\, G_1 \sin b = 0. \end{gathered} \qquad (6.33)$$

$$\mathrm{tg}\beta_{\text{пр}} = \frac{0,5B + 0,5B_1}{h_{\text{ц т}} + h_1}. \qquad (6.34)$$

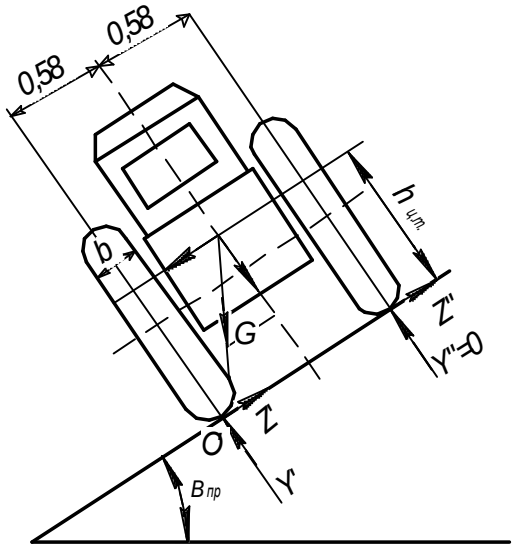


Рисунок 6.6 – Схема сил, действующих на колесный трактор при стоянке на предельном поперечном уклоне

Полученные значения предельного угла продольного подъема и уклона, соответственно, α_n, α'_n, $\beta_{пр}$ сравниваются с допустимыми значениями для условий безопасной эксплуатации машинно-тракторных агрегатов. При необходимости работы на холмистой местности с большими уклонами надо установить на передний мост трактора противовесы и стараться производить подъем в гору с небольшим поперечным уклоном.

6.2.4.2 Инженерные решения по совершенствованию условий труда

Создание для работающих благоприятных условий при осуществлении ими трудовой деятельности – одна из основных обязанностей нанимателя. Мероприятия по оздоровлению условий труда разрабатываются на основе санитарно-гигиенического анализа. При этом производится анализ результатов аттестации рабочих мест, санитарно-технической паспортизации, измерений, обследований

и исследований условий труда, на основе которого выявляются причины неблагоприятных условий труда, низкой эффективности систем нормализации воздушной среды (отопительных, вентиляционных установок, калориферов и др.), осветительных установок (общего и местного освещения), устройств защиты от шумов и вибраций (глушителей шума, средств звукоизоляции и звукопоглощения, вибродемпфирующих устройств и др.). Дается оценка условий труда на соответствие требованиям строительных, санитарных норм и правил, стандартов безопасности труда и других нормативных документов. Проводится анализ санитарно-бытовых условий работающих (наличие раздевалок, душевых, умывальников и других помещений и устройств), состояния производственной эстетики, культуры производства, использования новых направлений в решении задач улучшения условий труда (эргономических разработок, постов и комнат психологической разгрузки и др.).

С учетом санитарной характеристики следует сделать вывод о целесообразности разработки конкретных мероприятий, направленных на улучшение условий труда при выполнении заданного технологического процесса и на объекте проектирования.

Предлагаемые мероприятия будут зависеть от выбранного объекта, на котором требуется создать улучшенные условия труда, вида работ, выполняемых на этом объекте, применяемого оборудования, сырья, материалов, вида опасных и вредных факторов, характерных для данного производства, и др.

Улучшение метеорологических условий в производственных помещениях осуществляется, прежде всего, техническими средствами на стадии проектирования – это механизация и автоматизация трудоемких работ, производственных процессов, а также применение дистанционного управления и наблюдения, когда обслуживающий персонал находится в помещениях с нормальным микроклиматом.

Обеспечение нормальных параметров микроклимата достигается также в результате уменьшения тепловых потерь, теплоизоляции аппаратов и трубопроводов, применения вентиляции и душирования рабочих мест, экранирования оборудования и обеспечения его герметичности, использования средств индивидуальной защиты, соблюдения питьевого режима, рациональной организации труда и отдыха.

Важным техническим средством обеспечения нормальных метеорологических условий является вентиляция. Скорость воздуха при общеобменной вентиляции должна быть не менее 0,3 м/с, при местной – 0,7–2 м/с.

Вентиляция – комплекс взаимосвязанных устройств и процессов для создания требуемого воздухообмена в помещениях. В соответствии с СНБ 4.02.01–03, под вентиляцией понимают обмен воздуха в помещении для удаления избытков теплоты, влаги, вредных и других веществ с целью обеспечения допустимых метеорологических условий и чистоты воздуха. Основной задачей вентиляции является организация воздухообмена в помещении (удаление из рабочей зоны загрязненного, увлажненного или перегретого воздуха и подача взамен него воздуха соответствующего качества).

Для нормализации воздушной среды в производственных помещениях используют следующие системы вентиляции: естественную (аэрацию) и механическую. Механическая вентиляция подразделяется на общеобменную, местную и смешанную. Общеобменная механическая вентиляция по принципу действия может быть приточной, вытяжной и приточно-вытяжной.

Вид вентиляционной системы выбирают в зависимости от объекта и условий работы. В животноводческих помещениях применяют разные по принципу действия и конструктивным особенностям вентиляционные системы: с естественным побуждением тяги, с механическим побуждением тяги, комбинированные. Выбор той или иной системы для животноводческих помещений определяется природно-климатическими условиями, строительно-планировочными особенностями помещения, способом содержания животных. Искусственные системы вентилирования зданий наиболее эффективны, но требуют значительных энергетических затрат. Поэтому нередко обращают внимание на системы вентиляции с естественным побуждением, как на менее затратные. Однако их работа значительно труднее поддается регулированию.

Система естественной вентиляции очень проста и не требует затрат на эксплуатацию. Одним из вариантов естественной вентиляции является трубная система. Основные элементы этой системы – вытяжные трубы, которые выводятся через потолок на крышу, и приточные каналы, расположенные в верхней части стен.

Для конкретного животноводческого помещения расчет естественной вентиляции должен носить поверочный характер. Его

целью является определение необходимого количества приточных и вытяжных каналов для обеспечения требуемого воздухообмена. Затем полученные значения сравниваются с фактическими и делается заключение об эффективности применяемой системы вентиляции.

Методика расчета естественной вентиляции в животноводческом помещении приведена в приложении Т.

Местную вытяжную вентиляцию следует применять на газо- и электросварочных постах, металлорежущих и заточных станках, в кузнечных цехах, гальванических установках, аккумуляторных цехах, на постах технического обслуживания, в помещениях у мест пуска автомобилей и тракторов. Такая вентиляция предотвращает попадание опасных и вредных веществ в воздух рабочей зоны производственных помещений.

При отсутствии правильно организованной вентиляции фактическая концентрация вредных веществ в зоне дыхания сварщиков может значительно превышать допустимую. Следствием этого является достаточно высокий, по сравнению с другими профессиями, уровень профессиональных заболеваний сварщиков: болезнь органов дыхания (пневмокониоз), отравление марганцем, парами других металлов и сварочными газами. Одним из способов создания местной вытяжной вентиляции в сварочном производстве является оснащение сварочного оборудования местными отсосами. Методика расчета местной вентиляции сварочного поста приведена в приложении У.

Общеобменную вентиляцию устраивают в тех случаях, когда в производственное помещение попадают вредные выделения паров, газов, избытки тепла, пыли, когда отсутствуют строго фиксированные источники этих выделений или работа местных отсосов является недостаточно эффективной. Основным назначением общеобменной вентиляции является разбавление содержания вредных веществ в общей атмосфере помещения до ПДК.

Механическая, приточная и приточно-вытяжная вентиляция осуществляется с помощью средств механического побуждения движения воздуха (вентиляторов). Смешанная вентиляция обеспечивается путем подачи воздуха механическими средствами и вытяжки загрязненного воздуха естественным путем. Методика расчета механической общеобменной вентиляции приведена в приложении Ф.

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.

Правильно организованное освещение уменьшает количество несчастных случаев, повышает производительность труда. Путем исследований установлено, что при хорошем освещении производительность повышается примерно на 15 %.

В зависимости от источников света производственное освещение может быть естественным, искусственным и совмещенным. Естественное освещение в помещении может формироваться прямыми солнечными лучами, рассеянным светом небосвода и светом, отраженным от земли и других объектов. Искусственное освещение создается лампами накаливания или газоразрядными лампами. Совмещенное освещение представляет собой дополнение естественного освещения искусственным в темное и светлое время суток при недостаточном естественном освещении.

При проектировании естественного и искусственного освещения помещений вновь строящихся и реконструируемых зданий и сооружений различного назначения должны соблюдаться требования строительных норм Беларуси ТКП 45-2.04.153–2009 «Естественное и искусственное освещение».

Методика расчета искусственного освещения производственных помещений приведена в приложении X.

Важное место в системе мероприятий по улучшению условий труда принадлежит снижению производственного шума и вибрации. Здесь необходимо проанализировать источники шума и вибрации в рассматриваемом производственном помещении, указать источники повышенного шума и вибрации и предложить мероприятия по их снижению в соответствии с нормативными требованиями.

Выбор мероприятий для снижения шума определяется особенностями производства и оборудования, величиной превышения допустимых уровней звукового давления, характером шума и другими факторами. Наибольший эффект по снижению шума на пути

распространения звуковой волны с помощью звукоизоляции, экранирования, звукопоглощения, увеличение расстояния наблюдается для высокочастотных звуков. Звукоизоляция обеспечивает снижение шума на 25–30 дБ, звукопоглощение – на 6–10 дБ, а удвоение расстояния от источника шума до рабочего места уменьшает уровень шума примерно на 6 дБ.

К эффективным средствам снижения вибрации относится применение виброизоляции. Целью виброизоляции механизмов является создание таких условий на пути распространения колебаний, которые увеличили бы необходимые потери и тем самым уменьшили передаваемую от источника колебательную энергию. Наибольшее распространение в настоящее время получили пружинные и резиновые амортизаторы.

Пружинные амортизаторы целесообразно использовать для виброизоляции при сравнительно низкой частоте менее 33 Гц и значительной амплитуде колебаний системы, а также при высоких температурах и при наличии масел, паров щелочей и кислот. В качестве пружинных амортизаторов чаще всего применяются стальные витые пружины, изготавливаемые из прутка круглого сечения.

В соответствии с заданием (по указанию преподавателя) может быть приведен расчет виброизоляции модернизируемой конструкции. Методика расчета пружинных виброизоляторов приведена в приложении Ц.

6.2.5 Обеспечение пожарной безопасности

В отдельном разделе «Обеспечение пожарной безопасности» (раздел 5) должны быть рассмотрены вопросы обеспечения пожарной безопасности, где дипломник должен оценить пожарную безопасность объекта; отразить противопожарные мероприятия на объекте проектирования. При этом следует кратко отразить следующие аспекты, характеризующие состояние данного вопроса:

1. Организация пожарной профилактики на предприятии (в организации).
2. Основные мероприятия, характеризующие противопожарный режим на объекте проектирования.
3. Порядок обучения мерам пожарной безопасности (противопожарные инструкции и пожарно-технический минимум).

4. Наличие приказов, распоряжений и инструкций по пожарной безопасности на объекте.

5. Основные показатели взрывопожароопасности веществ и материалов, имеющихся на проектируемом предприятии (организации) в виде сырья, полупродуктов, побочных продуктов, отходов конечной продукции.

6. Категории производственных и складских помещений и зданий по взрывопожароопасности согласно ТКП-474–2013 с обоснованием отнесения к той или иной категории.

7. Степень огнестойкости строительных конструкций, зданий и сооружений на территории объекта.

8. Характеристика противопожарных разрывов на территории объекта и противопожарных преград в зданиях.

9. Обеспечение безопасной эвакуации работающих в случае возникновения пожара.

10. Защита зданий и сооружений, предприятия (организации) от прямого и вторичного проявления молнии.

11. Противопожарная профилактика в технологических процессах, реализуемых на объекте проектирования:

а) классификация взрывоопасных и пожароопасных зон в производственных помещениях и наружных установках;

б) система пожаро- и взрывопредупреждения;

в) электрооборудование во взрывоопасных и пожароопасных зонах (тип, марка, вид исполнения, обозначение);

г) защита от статического электричества (вероятность возникновения электрических зарядов на данном производстве, методы и устройства, используемые для нейтрализации и защиты от него).

12. Характеристика системы противопожарного водоснабжения предприятия (схема трубопроводов, места расположения гидрантов, насосных и т. д.).

13. Наличие и краткая характеристика систем пожарной сигнализации на объекте.

14. Наличие и характеристика стационарных систем автоматической пожарной защиты.

15. Обеспечение цехов и подразделений предприятия (организации) первичными средствами пожаротушения.

Например, для защиты зданий и сооружений, предприятия (организации) от прямого и вторичного проявления молнии могут быть выполнены расчеты в соответствии с приведенной методикой.

Молниезащита сельскохозяйственных объектов

Для всех зданий и сооружений необходимо определить критерий необходимости устройства молниезащиты.

Если молниезащита зданию требуется, это не означает, что зданию нужна внешняя молниезащита (молниеотвод), средством молниезащиты может выступать (помимо молниеотвода) уравнивание потенциалов, выравнивание потенциалов, применение устройств защиты от импульсных перенапряжений, экранирование и др.

Необходимость устройства молниезащиты, средства молниезащиты, уровень молниезащиты определяются на основании расчета рисков.

Согласно ТКП 336–2011 «Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций» риски бывают:

расчетные:

риск гибели людей R_1;

риск недопустимого нарушения коммунального обслуживания R_2;

риск потери культурных ценностей R_3;

риск нанесения ущерба материальной ценности R_4.

допустимые: R_T

Тип ущерба	R_T ($у^{-1}$)
Гибель людей или увечья	10^{-5}
Нарушение коммунального обслуживания	10^{-3}
Потеря культурных ценностей	10^{-3}

Расчет рисков

Раздел 6 ТКП 336–2011 (*для здания, сооружения*):

риск гибели людей:

$$R_1 = R_A + R_B + R^*_C + R^*_M + R_U + R_V + R^*_W + R_Z ;$$

риск недопустимого нарушения коммунального обслуживания:

$$R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z;$$

риск потери культурных ценностей:

$$R_3 = R_B + R_V;$$

риск нанесения ущерба экономической ценности (экономический):

$$R_4 = R^{**}_A + R_B + R_C + R_M + R^{**}_U + R_V + R_W + R_Z.$$

*Только для зданий или сооружений, в которых имеется опасность взрыва, и для больниц с электрическим оборудованием, применяемым для спасения жизни больных, или других сооружений, в которых повреждение внутренних систем сразу же создает угрозу безопасности людей.

**Только для сооружений, в которых могут погибнуть животные.

для системы энергоснабжения:

риск недопустимого нарушения коммунального обслуживания:

$$R'_2 = R'_V + R'_W + R'_Z + R'_B + R'_C;$$

риск нанесения ущерба экономической ценности (экономический):

$$R'_4 = R'_V + R'_W + R'_Z + R'_B + R'_C.$$

Элементы риска для здания в результате прямого удара:

R_A – элемент риска при прямом ударе молнии, когда возникает шаговое напряжение;

R_B – элемент риска при прямом ударе молнии, когда возникает взрыв или пожар;

R_C – элемент риска при прямом ударе молнии, когда возникают наводки и электромагнитные импульсы.

Элемент риска для здания при близких ударах молнии:

R_M – элемент риска при близком ударе молнии, когда возникают наводки и электромагнитные импульсы.

Элементы риска для здания в результате ударов молнии в системы энергоснабжения:

R_U – элемент риска при ударе молнии в коммуникацию, когда возникает шаговое напряжение;

R_V – элемент риска при ударе молнии в коммуникацию, когда возникает взрыв или пожар;

R_W – элемент риска, относящийся к повреждению внутренних систем.

Элемент риска для здания в результате ударов молнии вблизи системы энергоснабжения:

R_Z – элемент риска, относящийся к повреждению внутренних систем.

ТКП 336–2011 определяет исходную формулу, в которой каждый элемент риска R_A, R_B, R_C, R_M, R_U, R_V, R_W и R_Z, может быть посчитан:

$$R_X = N_X \cdot P_X \cdot L_X,$$

где N_X – среднее количество несчастных случаев;

P_X – вероятность поражения;

L_X – ущерб поражения.

Например, $R_A = N_D \cdot P_A \cdot L_A$,

$$N_D = Ng \cdot Ad \cdot Cd \cdot 10^{-6},$$

где $Ng \approx 0{,}1 \cdot Td$ – среднегодовое число ударов молнии;

Cd – фактор, учитывающий влияния окружающей обстановки;

Td – количество грозовых дней в году;

Ad – площадь стягивания молнии, m^2.

$$Ad = L \cdot W + 6 \cdot H \cdot (L + W) + 9 \cdot \pi \cdot (H)^2,$$

где L, W, H – длина, ширина, высота сооружения, м;

$Ng \approx 0{,}1 \cdot Td$ – среднегодовое число ударов молнии.

Критерии определения необходимости устройства молниезащиты:

$R_1 \le 10^{-5}$
$R_2 \le 10^{-3}$ – молниезащита не требуется
$R_3 \le 10^{-3}$

$R1 > 10^{-5}$
$R_2 \le 10^{-3}$ – молниезащита требуется
$R_3 \le 10^{-3}$

$R_1 \le 10^{-5}$
$R_2 > 10^{-3}$ – молниезащита требуется
$R_3 \le 10^{-3}$

$R_1 \le 10^{-5}$
$R_2 \le 10^{-3}$ – молниезащита требуется
$R_3 > 10^{-3}$

Молниезащита требуется, если любой из элементов риска равен или превышает допустимое значение по риску гибели людей:

$$R_1 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + Rz.$$

Типы ущерба R_T (y^{-1}): гибель людей или увечья – 10^{-5} (для R_B; R_C; R_V).

Таким образом, для обеспечения молиниезащиты сельскохозяйственных объектов:

1. Определяется необходимость молниезащиты на основании расчета рисков.

2. Определяется уровень молниезащиты.

Примечание – Следует обратить внимание, что уровни молниезащиты по таблице 7.2 ТКП 336–2011 носят рекомендательный характер, уровни, полученные при помощи расчета, – это фактические и более достоверные уровни с учетом особенностей защищаемого объекта.

3. Средства молниезащиты определяются на основании расчета.

Построение зоны защиты

В силу того, что разрядные напряжения воздушных промежутков, особенно при расстояниях в десятки метров, имеют значительные статистические разбросы, молниеотводы обеспечивают защиту объекта лишь с некоторой степенью вероятности.

Зоной защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой h является круговой конус высотой $h_0 < h$, вершина которого совпадает с вертикальной осью молниеотвода. Габариты зоны определяются двумя параметрами: высотой конуса h_0 и радиусом конуса на уровне земли r_0. Зона защиты одиночного молниеотвода приведена на рисунке 6.7.

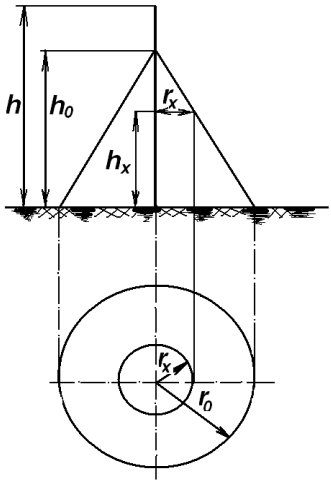


Рисунок 6.7 – Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода

Зону защиты молниеотвода с достаточной степенью надежности (для молниеотводов высотой до 30 м) можно рассчитать по формуле

$$r_x = \frac{1{,}6}{1+\frac{h_x}{h}}(h-h_x)\,, \qquad (6.35)$$

где h – высота молниеотвода, м;

r_x – радиус зоны защиты на высоте h_x, м;

h_x – рассматриваемый уровень над поверхностью земли (или высота защищаемого объекта), м.

Метод упрощенного построения зоны защиты молниеотвода высотой до 30 м приведен на рисунке 6.8 и может быть использован при необходимости быстрого расчета.

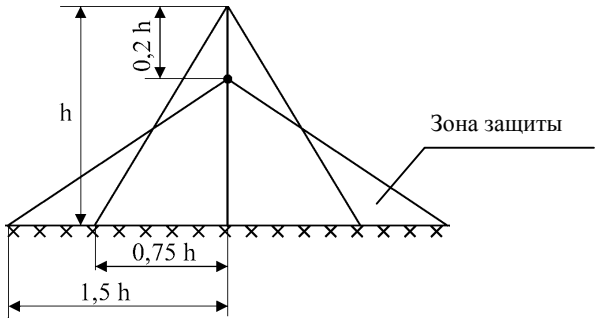


Рисунок 6.8 – Построение зоны защиты стержневого молниеотвода упрощенным методом

Чтобы быть защищенным от прямых ударов молнии, объект полностью должен находиться внутри конусообразного пространства, которое представляет собой зона защиты молниеотвода.

Эффективность молниеотводов высотой более 30 м снижается, так как при этом высота ориентировки молнии принимается постоянной, что не соответствует действительности.

В таблице 6.7 приведены расчетные формулы зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой до 150 м с учетом надежности защиты.

Стандартные зоны защиты одиночного тросового молниеотвода высотой h ограничены симметричными двускатными поверхностями, образующими в вертикальном сечении равнобедренный треугольник с вершиной на высоте $\underline{h}_0 < h$ и основанием на уровне земли 2 r_0.

Таблица 6.7 – Расчетные формулы для определения зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода

Надежность защиты $P_З$	Высота молниеотвода h, м	Высота конуса h_0, м	Радиус конуса r_0, м
0,9	От 0 до 100	$0{,}85h$	$1{,}2h$
	От 100 до 150	$0{,}85h$	$[1{,}2–10^{-3}(h–100)]h$
0,99	От 0 до 30	$0{,}8h$	$0{,}8h$
	От 30 до 100	$0{,}8h$	$[0{,}8–1{,}43\cdot10^{-3}(h–30)]h$
	От 100 до 150	$[0{,}8–10^{-3}(h–100)]h$	$0{,}7h$
0,999	От 0 до 30	$0{,}7h$	$0{,}6h$
	От 30 до 100	$[0{,}7–7{,}14\cdot10^{-3}(h–30)]h$	$[0{,}6–1{,}43\cdot10^{-3}(h–30)]h$
	От 100 до 150	$[0{,}65–10^{-3}(h–100)]h$	$[0{,}5–2\cdot10^{-3}(h–100)]h$

Зона защиты одиночного тросового молниеотвода приведена на рисунке 6.9.

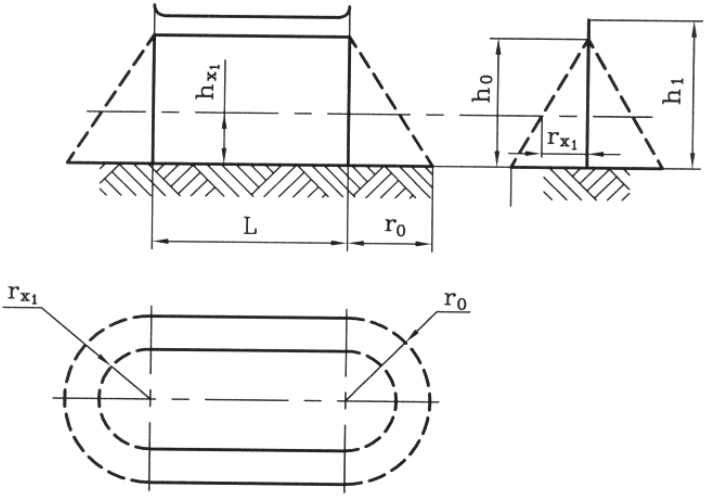


Рисунок 6.9 – Зона защиты одиночного тросового молниеотвода

В таблице 6.8 приведены расчетные формулы зон защиты одиночного тросового молниеотвода высотой до 150 м. Под h понимается минимальная высота троса над уровнем земли (с учетом провеса).

Таблица 6.8 – Расчет зоны защиты одиночного тросового молниеотвода

Надежность защиты $P_З$	Высота молниеотвода h, м	Высота конуса h_0, м	Радиус конуса r_0, м
0,9	От 0 до 150	$0{,}87h$	$1{,}5h$
0,99	От 0 до 30	$0{,}8h$	$0{,}95h$
	От 30 до 100	$0{,}8h$	$[0{,}95–7{,}14\cdot10^{-3}(h–30)]h$
	От 100 до 150	$0{,}8h$	$[0{,}9–10^{-3}(h–100)]h$
0,999	От 0 до 30	$0{,}7h$	$0{,}7h$
	От 30 до 100	$[0{,}75–4{,}28\cdot10^{-3}(h–30)]h$	$[0{,}7–1{,}43\cdot10^{-3}(h–30)]h$
	От 100 до 150	$[0{,}72–10^{-3}(h–100)]h$	$[0{,}6–10^{-3}(h–100)]h$

Полуширина r_x зоны защиты требуемой надежности на высоте h_x от поверхности земли определяется выражением

$$r_{\text{x}} = \frac{r_0(h_0 - h_{\text{x}})}{h_0}. \qquad (6.36)$$

Стержневой молниеотвод считается двойным, когда расстояние между стержневыми молниеотводами L не превышает предельной величины $L_{\max}$. В противном случае оба молниеотвода рассматриваются как одиночные.

Конфигурация вертикальных и горизонтальных сечений зон защиты двойного стержневого молниеотвода (высотой h и расстоянием L между молниеотводами) представлена на рисунке 6.10. Построение внешних областей зон двойного молниеотвода (полуконусов с габаритами h_0, r_0) производится в соответствии с формулами таблицы 6.7.

Размеры внутренних областей определяются параметрами h_0 и h_C, первый из которых задает максимальную высоту зоны непосредственно у молниеотвода, а второй – минимальную высоту зоны посередине между молниеотводами. При расстоянии между молниеотводами $L \le L_C$ граница зоны не имеет провеса ($h_C = h_0$). Для расстояний $L_C \le L \ge L_{\max}$ высота h_C определяется по выражению

$$h_{\text{c}} = \frac{L_{\max} - L}{L_{\max} - L_{\text{c}}}. \qquad (6.37)$$

Входящие в него предельные расстояния вычисляются по формулам таблицы 6.9.

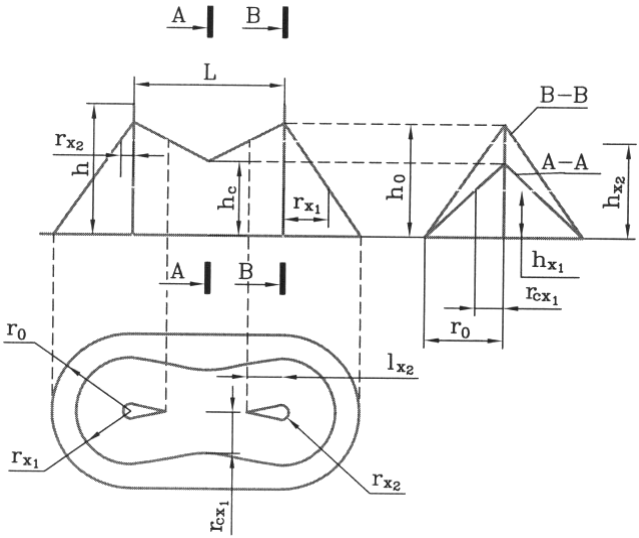


Рисунок 6.10 – Зона защиты двойного стержневого молниеотвода

Таблица 6.9 – Формулы расчета зоны защиты двойного стержневого молниеотвода

Надежность защиты $P_З$	Высота молниеотвода h, м	L_{max}, м	L_c, м
0,9	От 0 до 30	$5{,}75h$	$2{,}5h$
	От 30 до 100	$[5{,}75–3{,}57\cdot10^{-3}(h–30)]h$	$2{,}5h$
	От 100 до 150	$5{,}5h$	$2{,}5h$
0,99	От 0 до 30	$4{,}75h$	$2{,}25h$
	От 30 до 100	$[4{,}75–3{,}57\cdot10^{-3}(h–30)]h$	$[2{,}25–0{,}0107(h–30)]h$
	От 100 до 150	$4{,}5h$	$1{,}5h$
0,999	От 0 до 30	$4{,}25h$	$2{,}25h$
	От 30 до 100	$[4{,}25–3{,}57\cdot10^{-3}(h–30)]h$	$[2{,}25–0{,}0107(h–30)]h$
	От 100 до 150	$4h$	$1{,}5h$

Тросовый молниеотвод считается двойным, когда расстояние между тросами не превышает предельной величины L_{max}, в противном случае оба молниеотвода рассматриваются как одиночные. Конфигурация вертикальных и горизонтальных сечений стандартных зон защиты двойного тросового молниеотвода (высотой h и расстоянием между тросами L) представлена на рисунке 6.11.

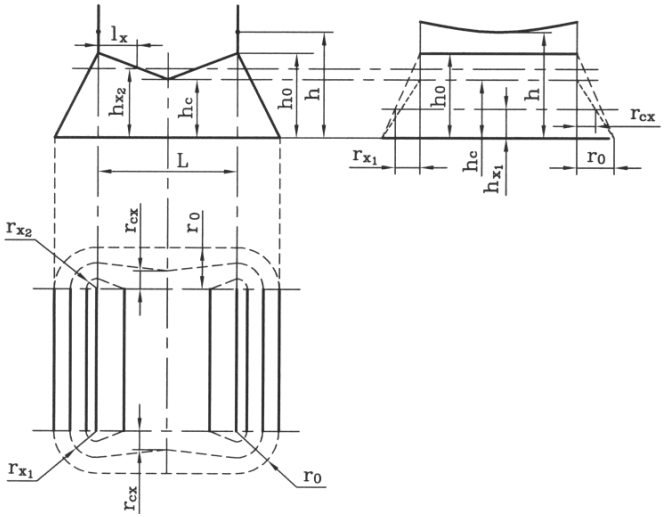


Рисунок 6.11 – Зона защиты двойного тросового молниеотвода

Построение внешних областей зон (двух односкатных поверхностей с габаритами h_0, r_0) производится по формулам таблицы 6.8 для одиночных тросовых молниеотводов.

Размеры внутренних областей определяются параметрами h_0 и h_c, первый из которых задает максимальную высоту непосредственно у тросов, а второй – минимальную высоту зоны посередине между тросами. При расстоянии между тросами $L \le L_C$, граница зоны не имеет провеса ($h_0 = h_c$). Для расстояний $L_C \le L \ge L_{max}$ высота h_c определяется по выражению

$$h_c = \frac{L_{max} - L}{L_{max} - L_c} h_0. \qquad (6.38)$$

Входящие в него предельные расстояния L_{max} и L_C вычисляются по формулам таблицы 6.10.

Длина горизонтального сечения зоны защиты на высоте h_x определяется по формулам:

$$l_x = L/2 \text{ при } h_1 < h_2, \qquad (6.39)$$

$$l_x = \frac{L\,(h_0 - h_x)}{2\,(h_0 - h_c)} \text{ при } 0 < h_c < h_x. \qquad (6.40)$$

Для расширения защищаемого объема на зону двойного тросового молниеотвода может быть положена зона защиты опор, несущих тросы, которая строится как зона двойного стержневого молниеотвода, если расстояние L между опорами меньше вычисленного по формулам таблицы 6.8. В противном случае опоры должны рассматриваться как одиночные стержневые молниеотводы.

Таблица 6.10 – Расчет параметров зоны защиты двойного тросового молниеотвода

Надежность защиты $P_З$	Высота молниеотвода h, м	L_{max}, м	L_c, м
0,9	От 0 до 150	$6h$	$3h$
0,99	От 0 до 30	$5h$	$2{,}5h$
	От 30 до 100	$5h$	$[2{,}5–7{,}14\cdot10^{-3}(h–30)]h$
	От 100 до 150	$[5–5\cdot10^{-3}(h–100)]h$	$[2–5\cdot10^{-3}(h–100)]h$
0,999	От 0 до 30	$4{,}75h$	$2{,}25h$
	От 30 до 100	$[4{,}75–3{,}57\cdot10^{-3}(h–30)]h$	$[2{,}25–3{,}5\cdot10^{-3}(h–30)]h$
	От 100 до 150	$[4{,}5–5\cdot10^{-3}(h–100)]h$	$[2–5\cdot10^{-3}(h–100)]h$

Необходимость выполнения молниезащиты зданий и сооружений и требуемый уровень ее надежности определяются по ТКП 336–2011 в зависимости от назначения здания или сооружения, степени огнестойкости, наличия в них пожаро- и взрывоопасных зон и др.

Защищенность здания или сооружения от прямых ударов молнии определяется вхождением всех его частей в пространство зоны защиты молниеотводов данного типа.

Общие требования и параметры (размеры) зон защиты всех типов молниеотводов приведены выше.

6.2.6 Экологическая безопасность

Целью раздела «Экологическая безопасность» (6 раздел) является рассмотрение экологических проблем в сельскохозяйственном производстве при выполнении заданного технологического процесса. Рассматривается воздействие на окружающую среду от эксплуатации машинно-тракторного парка; экологические проблемы стационарных объектов АПК; источники выбросов перерабатывающих

и ремонтно-обслуживающих предприятий АПК; воздействие деревообрабатывающих производств на окружающую среду; экологическая обстановка на животноводческих предприятиях и пути ее улучшения; экологические проблемы химизации сельскохозяйственного производства; приводятся расчеты выбросов загрязняющих веществ от производственных участков ремонтно-обслуживающего предприятия (слесарно-механический участок; участок ремонта и испытания двигателей сварочно-наплавочный участок, шиноремонтный участок и др.); мероприятия по снижению воздействия деревообрабатывающих предприятий на окружающую среду; обеспечение экологической безопасности животноводческих комплексов; экологическая паспортизация и экспертиза объектов АПК.

В дипломном проекте отдельные расчеты могут быть выполнены в соответствии с методиками по оценке выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников и животноводства.

Методы расчета выбросов загрязняющих веществ от машинно-тракторного парка

Состав и количество отработавших газов передвижных источников зависят от их марки, условий эксплуатации и других факторов, что значительно затрудняет экспериментально измерить массу вредных выбросов. Для этого пришлось бы на каждое мобильное средство устанавливать комплекс газоанализаторов и проводить непрерывные измерения. Поэтому для определения массы выбросов (M_i) используются расчетные методы, среди которых наибольшее применение получили следующие:

а) с учетом количества топлива, фактически расходуемого передвижным источником:

$$M_i = Q \cdot K, \qquad (6.41)$$

где Q – расход топлива, т или тыс. м^3;

К – коэффициент эмиссии вредных веществ при сжигании одной тонны жидкого топлива или 1000 м^3 сжатого газа;

б) пропорционально пробегу передвижных источников;

в) комплексный метод.

Первые два метода не учитывают структуру парка передвижных источников, их техническое состояние, условия движения и эксплуа-

тации, вследствие чего результаты расчетов недостаточно точны. Лучшие результаты дает комплексный метод, основанный на следующем соотношении:

$$M_i = m_{iуд} L k_1 k_2 k_3 10^{-6}, \qquad (6.42)$$

где M_i – масса выброса *i*-го вида примеси в атмосферу, т;

$m_{iуд}$ – величина удельных выбросов примесей на один километр пробега, г/км;

L – общий пробег передвижного источника, км;

k_1, k_2, k_3 – коэффициенты влияния соответственно среднего возраста парка передвижных источников, уровня технического состояния, природно-климатических условий.

Используя комплексный метод, можно на примере автомобилей получить данные о выбросах вредных компонентов отработавших газов отдельно для четырех режимов работы: холостой ход, разгон, установившееся движение и торможение. Известно, что самое большое массовое количество вредных веществ с ОГ выбрасывается при работе двигателя не на холостом ходу, а на форсированных режимах, в момент разгона и торможения. В этом случае определяются: для передвижных источников с карбюраторными двигателями выброс оксида углерода (CO), углеводородов (C_XH_Y), оксидов азота (в пересчете на диоксид азота NO_2) и соединений свинца (Pb); для дизельных двигателей расчет ведется для CO, C_XH_Y, NO_2 и сажи (C).

Выброс *i*-го вещества в граммах одним передвижным источником в день при выезде (M'_i) с территории стоянки (гаража) и возврате (M''_{ik}) равен

$$M'_{ik} = m_{пр.ik} t_{пр} + m_{х.х.ik} t_{х.х.1} + m_{1ik} L_1, \qquad (6.43)$$

$$M''_{ik} = m_{х.х.\ ik} t_{х.х.2} + m_{1ik} L_2, \qquad (6.44)$$

где $m_{пр\ ik}$ – удельный выброс *i*-го вещества при прогреве двигателя передвижного источника *k*-й группы, г/мин;

$m_{х.х.\ ik}$ – удельный выброс *i*-го вещества при работе на холостом ходу, г/мин;

$m_{1\ ik}$ – удельный выброс *i*-го вещества при движении ПИ по территории стоянки, г/км;

$t_{пр}$ – время прогрева двигателя, мин;

L_1, L_2 – пробег за день по территории стоянки одного ПИ при выезде (возврате), км;

$t_{х.х.\,1}$, $t_{х.х.\,2}$ – время работы двигателя на холостом ходу при выезде (возврате) на территорию стоянки (гаража), мин. В методике принято $t_{х.х.\,1} = t_{х.х.\,2} = 1$ мин.

Под *k*-й группой ПИ принимаются мобильные средства одной категории. Например, группы ПИ с карбюраторными двигателями грузоподъемностью до 1 т, от 1 т до 3 т, от 3 т до 6 т и т. д. Величины удельных выбросов загрязняющих веществ получают экспериментально. Время прогрева двигателя ($t_{пр}$) зависит от температуры воздуха. В переходный период (среднемесячная температура от –5 °С до +5 °С) выбросы СО и C_XH_Y умножаются на коэффициент 0,9 от значений холодного периода года (среднемесячная температура меньше –5 °С). Выбросы NO_2 в переходный период равны выбросам в холодный период.

Валовой выброс *i*-го вещества, т. е. выброс всеми мобильными средствами, за каждый период года рассчитывается по формуле

$$M_{i\,вал} = \sum_{j=1}^{k} \alpha_b \; (M'_{ik} + M''_{ik}) N_k D_p 10^{-3}, \qquad (6.45)$$

где $M_{i\,вал}$ – валовой выброс, кг;

$\sum_{j=1}^{k} \alpha_b$ – обозначает суммирование по всем группам передвижных источников, имеющихся на предприятии;

α_b – коэффициент выпуска, характеризующий долю ПИ *k*-й группы, выезжавших с территории предприятия;

N_k – количество ПИ *k*-й группы на предприятии;

D_p – количество рабочих дней в расчетном периоде года.

Выброс соединений свинца в граммах (для карбюраторных двигателей) одним ПИ *k*-й группы при выезде с территории стоянки M'_{ck} и возврате M''_{ck} рассчитывается следующим образом:

$$M'_{ck} = 0{,}7 d_c (q_{пр}.t_{пр}. + q_{х.х}\, t_{х.х} + q_1 L_2), \qquad (6.46)$$

$$M''_{ck} = 0{,}7 d_c (q_{х.х}.\, t_{х.х.} + q_1 L_2), \qquad (6.47)$$

где 0,7 – безразмерный коэффициент;

d_c – содержание свинца в одном литре бензина (Аи-93 d_c = 0,37 г/л; А-76 d_c = 0,17 г/л);

$q_{пр}$ и $q_{х.х}$ – расход бензина соответственно при прогреве двигателя и работе на холостом ходу, л/мин;

q_1 – расход бензина при движении ПИ по территории стоянки (предприятия), л/км.

Валовый выброс свинца (кг)

$$M_{с.\ вал} = \sum_{j=1}^{k} \alpha_b \ (M'_{ck} + M''_{ck}) N_k D_p 10^{-3}. \qquad (6.48)$$

Методы расчет выбросов загрязняющих веществ животноводства в окружающую среду

Выбросы загрязняющих веществ от различных технологических операций, технологического процесса содержания, выращивания, откорма и воспроизводства сельскохозяйственных животных, пушных зверей и домашней птицы рассчитываются как сумма выбросов от каждого источника выделений. Расчет количества выбросов загрязняющих веществ из различных источников выделения осуществляют на основании:

- фактических характеристик применяемых технологий содержания, выращивания, откорма и воспроизводства;
- характеристик используемых процессов уборки, хранения и использования навоза;
- параметров работы технологического оборудования;
- параметров используемых методов внесения навоза в почву;
- технологических нормативов выброса загрязняющих веществ в атмосферный воздух для каждого вида (технологической группы) сельскохозяйственных животных, пушных зверей и домашней птицы.

Значения параметров, входящих в формулы расчета, принимаются в соответствии с утвержденными в установленном порядке регламентами производства работ.

Расчет выбросов загрязняющих веществ от каждого *i*-го вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного, пушного зверя, птицы производится для единицы измерения «тонна в год». Валовые выбросы загрязняющих веществ рассчитываются как сумма выбросов от всех видов (технологических групп) сельскохозяйственных животных, пушных зверей, домашней птицы, находящихся на учете данного животноводческого комплекса,

зверофермы, птицефабрики. Далее в техническом кодексе при расчете валовых выбросов используется размерность «тонн в год», и для расчета выбросов за рассматриваемый период в формулы необходимо подставлять значения параметров за данный период.

Максимальный выброс каждого загрязняющего вещества рассчитывается как среднее значение выброса загрязняющего вещества исходя из значения валового выброса и продолжительности технологического процесса. При этом для расчета максимального выброса аммиака и метана от сельскохозяйственных животных используются процессы их стойлового содержания и не учитываются процессы выпаса и пастбищного содержания (то есть для расчета максимального выброса аммиака и метана от сельскохозяйственных животных используется валовой выброс, рассчитанный исходя из фактического времени их содержания в помещении).

Валовой выброс *j*-го вещества на различных этапах технологического процесса содержания, выращивания, откорма и воспроизводства сельскохозяйственных животных, пушных зверей, домашней птицы M_j^{te}, т/год, (кл./год для микроорганизмов), рассчитывается по формуле

$$\mathrm{M}_{\mathrm{j}}^{\mathrm{te}} = \sum_i \mathrm{G}_j^i , \qquad (6.49)$$

где *i* – вид (технологическая группа) сельскохозяйственного животного;

$\mathrm{G}_{\mathrm{j}}^{\mathrm{i}}$ – валовой выброс *j*-го вещества от *i*-го вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного, т/год (кл./год для микроорганизмов), определяемый для аммиака, метана, закиси азота, сероводорода, метиламина, фенола, метанола, пропиональдегида, гексановой кислоты, диметилсульфида, этилформиата, пыли меховой, микроорганизмов.

Максимальный выброс *j*-го вещества на различных этапах технологического процесса содержания, выращивания, откорма и воспроизводства сельскохозяйственных животных, пушных зверей, домашней птицы M_{j}, г/с (кл./с для микроорганизмов), рассчитывается по формуле

$$\mathrm{M}_j = \frac{10^6 \cdot \mathrm{M}_j^t}{3600 \cdot \tau} = \frac{38{,}05 \cdot \mathrm{M}_j^{\mathrm{te}}}{1200} , \qquad (6.50)$$

где $10^6/3600$ – коэффициент пересчета из т/ч в г/с при расчете выбросов аммиака и метана от сельскохозяйственных животных при стойловом содержании;

τ – продолжительность технологического процесса при расчете выбросов аммиака и метана от сельскохозяйственных животных при их стойловом содержании, ч/год;

M_j^{τ} – валовой выброс аммиака или метана при стойловом содержании сельскохозяйственных животных, т/год;

38,05 – коэффициент пересчета из т/год в г/с при расчете выбросов от сельскохозяйственных животных при процессах выпаса и пастбищного содержания, от пушных зверей и домашних птиц;

M_j^{te} – валовой выброс *j*-го вещества на различных этапах технологического процесса содержания, выращивания, откорма и воспроизводства сельскохозяйственных животных, пушных зверей, домашней птицы, т/год.

Валовой выброс аммиака на различных этапах технологического процесса содержания, выращивания, откорма и воспроизводства *i*-го вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного (кроме свиней), пушного зверя, домашней птицы $G_{NH_3}^{i}$, т/год, рассчитывается по формуле

$$G_{NH_3}^{i} = 10^{-3} \cdot (K_{N_1^i} + 0{,}7 \cdot K_{N_2^i} + 0{,}4 \cdot K_{N_3^i}) \times \\ \times \sum (q_{NH_3}^{ia} + q_{NH_3}^{ib} + q_{NH_3}^{ic} + q_{NH_3}^{mn} \cdot K^{mn}), \qquad (6.51)$$

где $K_{N_1^i}$, $K_{N_2^i}$, $K_{N_3^i}$ – количество сельскохозяйственных животных (кроме свиней), зверей соответствующей градации (возраста), участвующих в данном технологическом процессе, гол. Градации сельскохозяйственных животных (кроме свиней), зверей N_1^i, N_2^i, N_3^i определяются по таблице 6.11;

$q_{NH_3}^{ia}$ – удельное выделение аммиака от *i*-го вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного (кроме свиней), пушного зверя при процессах их содержания, выращивания и откорма в течение года, кг/(год·гол.), определяемое в зависимости от наличия данных о системе их содержания по таблицам 6.11 и 6.13;

$q_{NH_3}^{ib}$ – удельные выделения от *i*-го вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного (кроме свиней), пушного зверя при процессах их содержания в загоне, на выгульно-кормовой площадке в течение года, кг/(год·гол.), определяемое по таблице 6.12;

$q_{NH_3}^{ic}$ – удельные выделения от *i*-го вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного (кроме свиней), пушного зверя при процессах их содержания на пастбище, выпасе в течение года, кг/(год·гол.), определяемое по таблице 6.12;

$q_{NH_3}^{mn}$ – удельное выделение аммиака при процессе уборки, хранения и использования навоза в течение года, кг/(год·гол.), определяемое по таблице 6.12;

K^{mn} – коэффициент снижения удельных выделений аммиака при процессах уборки, хранения и внесения навоза в почву рассчитывается как произведение коэффициента хранения навоза (по таблице 6.15) и коэффициента внесения навоза в почву по (таблице 6.14), при отсутствии данных принимается равным 0,24.

Таблица 6.11 – Градация животных, зверей, птиц в зависимости от возраста

Наименование сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы	Вид/группа животных по данным Государственной статистической отчетности	Градация животных
1	2	3
Молочные коровы	Телки от 2 лет и старше осемененные	N_1^i
	Телки от 2 лет и старше не осемененные	N_1^i
	Коровы молочного стада (без коров на откорме и нагуле)	N_1^i
	Коровы молочного стада, выделенные для группового подсосного выращивания телят	N_1^i
Немолочный крупный рогатый скот	Коровы мясного направления	N_1^i
	Крупный рогатый скот мясного направления, за исключением коров	N_1^i

Продолжение таблицы 6.11

1	2	3
	Крупный рогатый скот на откорме и нагуле	N_1^i
	Коровы мясного и молочного направления на откорме и нагуле	N_1^i
	Быки-производители	N_1^i
	Телки от 1 года до 2 лет осемененные	N_2^i
	Нетели	N_2^i
	Бычки старше 1 года	N_2^i
	Бычки до 1 года	N_3^i
	Телки до 1 года	N_3^i
	КРС, не включенный в приведенные выше группы (остаток)	N_2^i
Лошади	Рабочие лошади	N_1^i
	Жеребцы-производители	N_1^i
	Кобылы старше 3 лет	N_1^i
	Лошади до 18 месяцев	N_3^i
	Лошади, не включенные в приведенные выше группы (остаток)	N_2^i
Свиньи	Основные свиноматки	N_1^i
	Проверяемые свиноматки	N_1^i
	Хряки-производители	N_1^i
	Ремонтные свинки старше 4 месяцев	N_2^i
	Поросята до 4 месяцев	N_3^i
	Свиньи, не включенные в приведенные выше группы (остаток)	N_2^i
Козы, бараны, овцы	Овцематки и ярки старше 1 года	N_1^i
	Козоматки	N_1^i
	Овцы – всего	N_2^i
	Козы – всего	N_2^i
	Козы, бараны и овцы, не включенные в приведенные выше группы (остаток)	N_3^i

Окончание таблицы 6.11

1	2	3
Соболь, норка, хорек, лисица, песец	Более 14 месяцев	N_1^i
	От 9 до 14 месяцев	N_2^i
	Менее 9 месяцев	N_3^i
Кролик, нутрия	Кроликоматки	N_1^i
	Взрослые нутрии более 6 месяцев	N_1^i
	Кролик, нутрия до 6 месяцев	N_3^i
	Кролик, нутрия не включенные в приведенные выше группы (остаток)	N_2^i
Домашняя птица	Куры и петухи взрослые более 170 дней	N_1^i
	Куры-несушки	N_1^i
	Гуси, утки, индюки взрослые более 170 дней	N_1^i
	Гуси, утки, индюки, куры молодняк от 45 до 170 дней	N_2^i
	Цыплята-бройлеры, гуси, утки менее 45 дней	N_3^i

Таблица 6.12 – Величины удельных выделений аммиака при отсутствии данных о системе их содержании и от процессов уборки, хранения и использования навоза в течение года, кг/(год.·гол.)

Наименование сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы	Системы содержания животных			Процессы уборки, хранения и использования навоза[3)] Время между разбрасыванием буртов и их запашкой в почву составляет более 48 часов
	Удельные выделения в помещении при отсутствии данных о системе содержания[1)]	Удельные выделения в загоне, на выгульно-кормовой площадке[2)]	Удельные выделения на пастбище, выпасе[2)]	
1	2	3	4	5
Молочные коровы	8,7	3,8	3,9	12,1

Окончание таблицы 6.12

1	2	3	4	5
Немолочный крупный рогатый скот	4,4	1,9	2,0	6,0
Лошадь	2,9	0	2,9	2,2
Основные свиноматки	7,43	2,18	0	6,82
Свиньи, хряки-производители, проверяемые свиноматки	2,89	0,85	0	2,65
Ремонтные свинки старше 4 месяцев	1,9	0,75	0	1,7
Поросята до 4 месяцев	0,8	0,36	0	0,6
Коза, баран, овца	0,24	0	0,8	0,22
Пушные звери[4)]	0,60	0	0	1,09
Куры-несушки, куры и петухи взрослые более 170 дней	0,19	0,3	0	0,15
Цыплята-бройлеры	0,15	0,2	0	0,11
Домашняя птица[5)]	0,48	0,6	0	0,38

[1)] Удельные выделения аммиака от сельскохозяйственных животных, пушного зверя, домашней птицы, находящихся в помещении при наличии данных о системе их содержания.

[2)] Коэффициенты удельных выделений применяются только лишь при использовании систем содержания животных на пастбище, выпасе в загоне, на выгульно-кормовой площадке.

[3)] К указанным значениям применяются коэффициенты снижения удельных выделений при процессах уборки, хранения и использования навоза в зависимости от используемого метода внесения навоза в почву.

[4)] Под пушными зверями понимаются кролики, лисицы, еноты, норки, хорьки, нутрии, песцы, соболя.

[5)] Под домашней птицей понимаются индюки, утки, гуси.

Таблица 6.13 – Величины удельных выделений аммиака при наличии данных о системе их содержания, в зависимости от системы их содержания

Тип содержания	Наименование сельскохозяйственного животного, домашней птицы	Удельные выделения аммиака кг/(год.·гол.)
1	2	3
Система без привязи	Молочные коровы	5,5
	Немолочный крупный рогатый скот	2,1
Система с привязью	Молочные коровы	4,4
	Немолочный крупный рогатый скот	1,8
Желобчатый пол	Молочные коровы	8,3
	Немолочный крупный рогатый скот	4,2
Твердый навоз, наклонный пол или система с глубокой соломенной подстилкой (с достаточным количеством соломы (5–6 кг на 1 корову в день))	Молочные коровы	7,5
	Немолочный крупный рогатый скот	3,2
Система содержания скота на привязи только в зимний период	Немолочный крупный рогатый скот	5,0
Система удаления навоза по несколько раз в день без использования кислоты, скребковые системы удаления навоза	Молочные коровы	8,0
	Немолочный крупный рогатый скот	4,0
Сплошной пол с соломенной подстилкой	Молочные коровы	6,0
	Немолочный крупный рогатый скот	3,5
Содержание в группе на полностью решетчатом полу с глубокой навозной ямой под ним и принудительной вентиляцией	Откармливаемые свиньи Базовая система	3,0
Содержание в группе на полностью решетчатом полу:	Откармливаемые свиньи, с учетом применения систем снижения выбросов	
с вакуумной системой		2,25
со смывными каналами; без аэрации		2,1
смывные желоба/трубки; без аэрации		1,8

Продолжение таблицы 6.13

1	2	3
со смывными каналами; аэрация		1,35
смывные желоба/трубки; аэрация		1,35
Содержание в группе на частично решетчатом полу:		
со скребком; бетонные планки		1,8
с охлаждающими поверхность пластинами; бетонные планки		1,5
с охлаждающими поверхность пластинами; бетонные планки		1,2
со смывными каналами; без аэрации		1,5
со смывными каналами; аэрация		1,2
смывные желоба/трубки; без аэрации		1,2
смывные желоба/трубки; аэрация		1,2
с каналами/наклонными стенами/ бетонными планками		1,2
с каналами/наклонными стенами/ металлическими планками		1,05
со скребком; металлические планки		1,5
Полностью решетчатый пол с пластическими или железными планками	Подсосные свиноматки с поросятами Базовая система	8,7
Полностью решетчатый пол с пластическими или железными планками с наклонным полом	Подсосные свиноматки с поросятами, с учетом применения систем снижения выбросов	6,09
с каналом для отвода воды и навозной жижи со смывными и навозными желобами		3,05
с ямой для навоза с охлаждающими поверхность пластинами		2,61
Частично решетчатый пол с пластическими или железными планками с уменьшенным размером навозной ямы		6,0
Содержание по отдельности на полностью решетчатом бетонном полу с глубокой ямой	Оплодотворенные и супоросные свиноматки Базовая система	4,2

Продолжение таблицы 6.13

1	2	3
Полностью решетчатый бетонный пол с вакуумной системой	Оплодотворенные и супоросные свиноматки, с учетом применения систем снижения выбросов	
		3,15
со смывными каналами; без аэрации		2,94
со смывными каналами; аэрация		1,89
смывные желоба/трубки; без аэрации	Оплодотворенные и супоросные свиноматки, с учетом применения систем снижения выбросов	2,52
смывные желоба/трубки; аэрация		1,89
Частично решетчатый пол		
с уменьшенной навозной ямой		2,94
с охлаждающими поверхность навоза пластинами		2,1
с вакуумной системой; бетонные планки		3,15
с вакуумной системой; металлические планки		2,73
со смывными каналами; без аэрации		2,1
со смывными каналами; аэрация		1,68
смывные желоба/трубки; без аэрации		2,1
смывные желоба/трубки; аэрация		1,26
со скребком; бетонные планки		2,94
со скребком; металлические планки		2,1
Загон или одноярусная клеточная батарея с полностью решетчатым полом с пластическими или металлическими планками и глубокой навозной ямой под ним	Поросята-отъемыши Базовая система	0,8
Либо полностью, либо частично решетчатый пол	Поросята-отъемыши, с учетом применения систем снижения выбросов	
со скребком для навоза		0,38
со смывными желобами или трубками, без аэрации		0,38
с двухклиматной системой		0,52
с наклонным или выпуклым сплошным полом	Поросята-отъемыши, с учетом применения систем снижения выбросов	0,48

Продолжение таблицы 6.13

1	2	3
с ямой для навоза и каналом для смыва водой		0,36
с треугольными железными планками, каналом для навоза с наклонными стенками		0,24
с охлаждающими поверхность пластинами		0,2
Полностью решетчатый пол с вакуумной системой		0,6
Частично решетчатый пол с уменьшенной навозной ямой и наклонными стенками		0,24
Открытое хранилище помета под птичниками	Куры-несушки в клетках Базовая система	0,22
Аэрируемое открытое хранилище помета под клетками (системы с глубокими ямами или высоко поднятые и канальные системы)	Куры-несушки в клетках, с учетом применения систем снижения выбросов	0,154
Удаление помета ленточным транспортером в закрытое хранилище		0,075
Расположенные вертикальными ярусами клетки с ленточными транспортерами и принудительной сушкой воздухом		0,099
Расположенные вертикальными ярусами клетки с ленточными транспортерами и принудительной сушкой пульсирующим воздухом		0,088
Расположенные вертикальными ярусами клетки с ленточными транспортерами и усиленной принудительной сушкой воздухом		0,046
Расположенные вертикальными ярусами клетки с ленточными транспортерами и внутренним или внешним сушильным тоннелем		0,046

Окончание таблицы 6.13

1	2	3
Система с глубокой подстилкой (без вентилирования подстилки)	Куры-несушки со свободным выгулом Базовая система	0,315
Система с глубокой подстилкой и принудительной сушкой помета	Куры-несушки со свободным выгулом, с учетом применения систем снижения выбросов	0,126
Система с глубокой подстилкой на перфорированном полу и принудительной сушкой помета		0,110
Ярусная система		0,091
Помещения со сплошным полом, который полностью покрыт подстилочным материалом	Цыплята-бройлеры Базовая система	0,080
Принудительная сушка воздухом через перфорацию	Цыплята-бройлеры, с учетом применения систем снижения выбросов	0,014
Ярусный пол и принудительная сушка воздухом		0,005
Ярусный пол, убираемые стенки и принудительная сушка воздухом		0,005
Система с комбинированными ярусами		0,045

Таблица 6.14 – Коэффициенты снижения выбросов аммиака в зависимости от метода внесения навозной жижи в почву

Метод снижения выбросов	Описание метода	Коэффициент снижения выбросов
1	2	3
Ленточное внесение удобрений	Разбрасыватели для ленточного внесения удобрений, прицепные сошники и инжекторы обычно устанавливаются в задней части цистерны для жидкого навоза, которая либо буксируется трактором, либо является частью самоходной сельскохозяйственной машины. В некоторых случаях машина для внесения удобрений может прицепляться к задней части трактора, при этом навозные стоки	0,7 Снижение выбросов может быть ниже если высота травы более 10 см

Продолжение таблицы 6.14

1	2	3
	подаются в нее по длинному «пуповинному» шлангу из цистерны или склада, расположенного за пределами участка. Применение таких «пуповинных» систем устраняет необходимость вывоза на участок тяжелых цистерн для жидкого навоза. Разбрасыватель для ленточного внесения удобрений обеспечивает внесение навозной жижи на уровне или чуть выше уровня почвы с помощью системы свешивающихся или стелющихся по земле трубок. Рабочая ширина разбрасывателя обычно составляет 12 м, а расстояние между полосами – около 30 см. Этот метод можно использовать на пастбищных угодьях и пахотных землях, например, для внесения навозной жижи между рядами посевных культур. В силу большой ширины этой машины данный метод непригоден для небольших участков неправильной формы или на крутых склонах. Может также происходить засорение шлангов при большом содержании соломы в жидком навозе	
Прицепной сошник	Этот метод используется главным образом на пастбищных угодьях. Листья и стебли травы раздвигаются узким прицепным сошником или башмаком над поверхностью почвы, и на эту поверхность с интервалами в 20–30 см наносятся узкие полосы навозной жижи. Эти полосы должны покрываться слоем травы высотой не менее 8 см. Такие машины доступны с различной шириной, достигающей 7–8 м. Возможности применения этого метода ограничиваются размером, формой и уклоном участка и наличием камней на поверхности почвы	0,4
Инжекторная заделка в открытые борозды	Этот метод используется главным образом на пастбищных угодьях. Для нарезания в почве вертикальных борозд глубиной до 5–6 см, в которые вносятся навозные стоки,	0,3

Продолжение таблицы 6.14

1	2	3
	используются ножи или дисковые сошники различной формы. Расстояние между бороздами обычно составляет 20–40 см, а рабочая ширина – 6 м. Норма внесения удобрений должна регулироваться таким образом, чтобы не допускать перелива на поверхность почвы избытка навозной жижи из открытых борозд. Этот метод нельзя применять на очень каменистых землях или на очень маломощных или уплотненных почвах, где невозможно обеспечить единообразное проникновение ножей или дисковых сошников на требуемую рабочую глубину. Уклон участка может являться ограничивающим фактором для инжекторной заделки навозной жижи в открытые борозды	
Инжекторная заделка в закрытые борозды	Различают методы неглубокой (5–10 см) и глубокой (15–20 см) заделки. После заделки навозной жижи в борозды последние полностью закрываются с помощью прикатывающих колес или катков, установленных за инжекторами. Метод неглубокой заделки в закрытые борозды более эффективен в плане сокращения выбросов аммиака, чем метод заделки в открытые борозды. Его применение возможно только в том случае, если категория и состояние почвы действительно позволяют обеспечить закрытие борозды. Поэтому этот метод имеет меньшее распространение по сравнению с методом заделки в открытые борозды. Инжекторы для глубокой заделки обычно представляют собой ряд трубок, имеющих боковые лопатки или «гусиные лапки» для содействия распространению навозной жижи в почве в разные стороны, чтобы добиться относительно высоких норм внесения удобрений. Расстояние между трубками обычно составляет 25–50 см,	0,2

Продолжение таблицы 6.14

1	2	3
	а рабочая ширина – 2–3 м. Хотя эффективность сокращения выбросов аммиака с помощью этого метода высока, возможности его применения являются очень ограниченными. Метод глубокой заделки может применяться главным образом на пахотных землях, поскольку механические повреждения могут снижать продуктивность пастбищных угодий. К числу других факторов, ограничивающих возможности применения этого метода, относятся мощность почвы и содержание глины и камней, уклон и большое тягловое усилие, требующее использования мощных тракторов	
Разбрасывание и одновременная вспашная заделка	Заделка навоза, разбросанного по поверхности почвы, путем вспашки является эффективным средством для сокращения выбросов аммиака. Метод вспашки используется главным образом для внесения твердого навоза в пахотные земли. Этот метод можно также использовать для внесения в почву навозной жижи в том случае, когда применять методы инжекторной заделки не представляется возможным по тем или иным	0,2
Разбрасывание и последующая вспашная заделка в течение менее 4 ч	причинам. Метод вспашной заделки удобрений можно применять на пастбищных угодьях при переходе к пахотному земледелию (например, в порядке севооборота) или при повторном посеве. При разбрасывании навоза по поверхности почвы аммиак быстро улетучивается, и поэтому более	0,45
Заделка диском	значительное сокращение выбросов обеспечивается в том случае, когда заделка	0,3
Разбрасывание и последующая вспашная заделка в течение 12 ч	навоза осуществляется после его разбрасывания. Это предусматривает необходимость использования второго трактора, который должен двигаться сразу же за навозоразбрасывателем. Более практичным вариантом, в особенности для небольших хозяйств, может быть заделка навоза в течение 12 ч с	0,35

Окончание таблицы 6.14

1	2	3
Мгновенная заделка вспашкой (навоз крупного рогатого скота, свиней)	момента разброса навоза, но такой вариант менее эффективен для уменьшения выбросов. Осуществление заделки возможно только до того, как будут посажены культуры. Впоследствии, если отсутствуют растения, которые смогли бы усвоить уже присутствующий и доступный азот, возрастает риск выщелачивания азота	0,1
Мгновенная заделка вспашкой (птичий помет)	Вспашная заделка навоза сопровождается риском превращения загрязнения воздуха в загрязнение воды, но снижает риск возникновения поверхностного стока в результате последующих дождей	0,05
Заделка вспашкой в течение 12 ч		0,45
Заделка вспашкой в течение 24 ч		0,3
Заделка вспашкой в течение 48 ч		0,2

Примечание – Показатели эффективности, приведенные в таблице, обеспечиваются только в том случае, если навоз полностью покрывается слоем почвы. При применении других типов сельскохозяйственного оборудования уровень эффективности снижается.

Таблица 6.15 – Коэффициенты снижения выбросов аммиака в зависимости от способа хранения навозной жижи крупного рогатого скота и свиней

Метод снижения	Применимость	Коэффициент снижения выбросов
1	2	3
«Жесткая» крышка, кровля или навес	Закрытые бетонные или стальные резервуары или навозохранилища. Метод может быть непригоден для существующих хранилищ	0,2
Плавающее покрытие из пластических	Небольшие открытые отстойники с земляными стенками.	0,4

Окончание таблицы 6.14

1	2	3
материалов, брезента или другого подходящего материала	Большие открытые отстойники с земляными стенками и бетонные или стальные резервуары	
Покрытия с применением несложных технологий (солома, торф, кора, шарики-заполнители и т. д.)	Бетонные или стальные резервуары или навозохранилища. Не применим на фермах, на которых производится частое внесение навозной жижи. Не применим, если используемые материалы создают проблемы в обращении с навозом	0,6
Компостирование в емкостях, буртах, компостных рядах	Открытые емкости, кучи, ряды. Кучи и ряды по мере их увеличения оборудуются земляными стенками	0,8
Естественная корка	Только для типов навозной жижи с высоким содержанием сухого вещества. Не применим на фермах, на которых необходимо перемешивать навозную жижу с целью частого ее внесения	0,65

Валовой выброс аммиака на различных этапах технологического процесса содержания, выращивания, откорма и воспроизводства *i*-го вида (технологической группы) свиней, домашней птицы $G^{i}_{NH_3}$, т/год, рассчитывается по формуле

$$G^{i}_{NH_3} = 10^{-3}[K_{N^i_1}(q^{N1ia}_{NH_3} + q^{N1ib}_{NH_3} + q^{N1mn}_{NH_3} \cdot K^{mn}) + \\ + K_{N^i_2}(q^{N2ia}_{NH_3} + q^{N2ib}_{NH_3} + q^{N2mn}_{NH_3} \cdot K^{mn}) + \\ + K_{N^i_3}(q^{N3ia}_{NH_3} + q^{N3ib}_{NH_3} + q^{N3mn}_{NH_3} \cdot K^{mn})], \quad (6.52)$$

где $K_{N^i_1}$, $K_{N^i_2}$, $K_{N^i_3}$ – количество свиней, птиц соответствующей градации (возраста), участвующих в данном технологическом процессе, гол. Градации свиней, птиц N^i_1, N^i_2, N^i_3 определяются по таблице 6.11;

$q^{Njia}_{NH_3}$ – удельное выделение аммиака от *i*-го вида (технологической группы) свиней, домашней птицы для градации животных N_j

при процессах их содержания, выращивания и откорма в течение года, кг/(год·гол.), определяемое в зависимости от наличия данных о системе их содержания по таблицам 6.12 и 6.13;

$q_{NH_3}^{Njib}$ – удельные выделения от *i*-го вида (технологической группы) свиней, домашней птицы для градации животных N_j при процессах их содержания в загоне, на выгульно-кормовой площадке в течение года, кг/(год·гол.), определяемое по таблице 6.12;

$q_{NH_3}^{Njmn}$ – удельное выделение аммиака при процессе уборки, хранения и использования навоза для градации животных N_j в течение года, кг/(год·гол.), определяемое по таблице 6.12;

K^{mn} – коэффициент снижения удельных выделений аммиака при процессах уборки, хранения и внесения навоза в почву, для свиней рассчитывается как произведение коэффициента хранения навоза (таблица 6.14) и коэффициента внесения навоза в почву (таблица 6.13), при отсутствии данных принимается равным 0,24, для домашней птицы определяется по таблице 6.13, при отсутствии данных принимается равным 0,3.

В случае множественности процессов содержания, выращивания, откорма и воспроизводства сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы коэффициенты $q_{NH_3}^{ia}$, $q_{NH_3}^{ib}$, $q_{NH_3}^{ic}$, $q_{NH_3}^{mn}$, K^{mn} применяются для каждой градации животных, зверей, птиц N_1^i, N_2^i, N_3^i.

Валовой выброс метана на различных этапах технологического процесса содержания, выращивания, откорма и воспроизводства *i*-го вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы $G_{CH_4}^i$, т/год, рассчитывается по формуле

$$G_{CH_4}^i = 10^{-3}(K_{N_1^i} + 0{,}7K_{N_2^i} + 0{,}4K_{N_3^i}) \cdot (q_{CH_4}^{1i} + q_{CH_4}^{2i}), \qquad (6.53)$$

где $K_{N_1^i}$, $K_{N_2^i}$, $K_{N_3^i}$ – количество животных, зверей, птиц соответствующего возраста, участвующих в данном технологическом процессе, гол. Градации животных, зверей, птиц N_1^i, N_2^i, N_3^i определяются по таблице 6.11;

$q_{CH_4}^{1i}$ – удельное выделение метана непосредственно от *i*-го вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы при процессах внутренней ферментации в течение года, кг/(год·гол.), определяемое по таблице 6.16;

$q_{CH_4}^{2i}$ – удельное выделение метана непосредственно от *i*-го вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы при процессах уборки, хранения и использования навоза в течение расчетного периода времени, в течение года, кг/(год·гол.), определяемое по таблице 6.16.

Таблица 6.16 – Величины удельных выделений метана

Наименование сельскохозяйственного животного	Удельные выделения при процессах кишечной ферментации в течение года кг/(год.·гол.)	Удельные выделения при процессах уборки, хранения и использо-вания навоза, кг/(год.·гол.)
Молочные коровы	99	4,7
Немолочный крупный рогатый скот	58	2,72
Лошадь	18	1,39
Свинья	1,5	3,94
Коза	5	0,12
Баран, овца	8	0,19
Кролики	0,5	0,08
Пушные звери	0,1	0,68
Мясные куры, петухи, цыплята, гуси, гусята	0	0,02
Куры-несушки	0	0,03
Другая взрослая птица более 170 дней	0	0,045
Молодняк другой птицы до 170 дней	0	0,02
Страусы	0	0,08

Примечание – Под пушными зверями понимаются кролики, лисицы, еноты, норки, хорьки, нутрии, песцы, соболя.

В случае множественности процессов содержания, выращивания, откорма и воспроизводства сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы коэффициенты $q_{CH_4}^{1i}$, $q_{CH_4}^{2i}$ применяются для каждой градации животных, зверей, птиц N_1^i, N_2^i, N_3^i.

Валовой выброс закиси азота на различных этапах технологического процесса содержания, выращивания, откорма и воспроизводства *i*-го вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы $G^{i}_{N_2O}$, т/год, рассчитывается по формуле

$$G^{i}_{N_2O} = 10^{-3}(K_{N^i_1} + 0{,}7K_{N^i_2} + 0{,}4K_{N^i_3})R^{i} \cdot M^{i} \cdot S^{i}_{w} \cdot q^{wi}_{N_2O}, \qquad (6.54)$$

где $K_{N^i_1}$, $K_{N^i_2}$, $K_{N^i_3}$ – количество животных, зверей, птиц соответствующего возраста, участвующих в данном технологическом процессе, гол. Градации животных, зверей, птиц N^{i}_{1}, N^{i}_{2}, N^{i}_{3} определяются по таблице 6.11;

R^{i} – интенсивность выделения азота, кг/(т·сут) (килограмм азота на тонну массы сельскохозяйственных животных, пушного зверя, домашней птицы в сутки), определяемый по таблице 6.17;

M^{i} – типовая масса *i*-го вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы, кг, определяемая по таблице 6.14;

S^{i}_{w} – доля суммарного годового выделения азота на одну голову *i*-го вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы в зависимости от систем уборки, хранения и использования навоза, согласно таблице 6.18;

$q^{w}_{N_2O}$ – удельное выделение закиси азота в рамках *w*-й системы уборки, хранения и использования навоза от *i*-го вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного, домашней птицы, кг/кг, определяемое по таблице 6.19.

В случае множественности процессов содержания, выращивания, откорма и воспроизводства сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы коэффициенты R^{i}, M^{i}, S^{i}_{w}, $q^{w}_{N_2O}$ применяются для каждой градации животных, птиц N^{i}_{1}, N^{i}_{2}, N^{i}_{3}.

Валовой выброс сероводорода, метиламина, фенола, метанола, пропиональдегида, гексановой кислоты, диметилсульфида, этилформиата, пыли меховой, микроорганизмов на различных этапах технологического процесса содержания, выращивания, откорма и воспроизводства *i*-го вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы G^{i}_{j}, т/год, рассчитывается по формуле

$$G^{i}_{j} = 10^{-6} \cdot q^{i}_{j} \ (K_{N^i_1} + 0{,}7K_{N^i_2} + 0{,}4K_{N^i_3}), \qquad (6.55)$$

где q_j^i – удельное выделение *j*-го вещества непосредственно от *i*-го вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы при процессах содержания, выращивания, откорма и воспроизводства в течение года, г/(год·гол.), определяемое по таблицам 6.12–6.14;

$K_{N_1^i}$, $K_{N_2^i}$, $K_{N_3^i}$ – количество животных, зверей, птиц соответствующего возраста, участвующих в данном технологическом процессе, гол. Градации животных, зверей, птиц N_1^i, N_2^i, N_3^i определяются по таблице 6.11.

Таблица 6.17 – Интенсивность выделения азота и величины удельных выделений закиси азота при процессах уборки, хранения и использовании навоза в течение расчетного периода времени

Наименование сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы	Интенсивность выделения азота, кг/(т·сут)	Типовая масса сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы, кг
Молочные коровы	0,50	550
Немолочный крупный рогатый скот	0,35	420
Лошадь	0,36	390
Свинья	0,77	50
Коза	1,42	38,5
Баран, овца	1,13	48,5
Кролики	2,61	4,3
Лисицы, еноты	1,77	6,35
Норки, хорьки	6,42	1,75
Нутрии	2,25	5,0
Песцы	1,55	7,25
Соболи	8,32	1,35
Куры в возрасте более 170 дней	1,51	1,45
Куры-молодки от 45 до 170 дней	1,99	1,1
Цыплята-бройлеры	3,13	0,7
Гуси	1,83	3,0
Индейки	1,03	5,3
Страусы	0,66	75
Утки	2,96	1,85

Таблица 6.18 – Соотношение основных типов систем уборки, хранения и использования навоза и птичьего помета для различных категорий сельскохозяйственных животных и птиц

Наименование сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы	Жидкий навоз/ навозные стоки		Сухое хранение/ компостирование		Пастбище, выпас, загон, в том числе выгульно-кормовая площадка		Средневзвешенная доля суммарного годового выделения азота при отсутствии данных о системе уборки, хранения и использования навоза
	использование данной системы, %	S_w^i	использование данной системы, %	S_w^i	использование данной системы, %	S_w^i	S_w^i
Молочные коровы	1	0,175	76,3	0,6	22,7	0,18	0,500
Немолочный крупный рогатый скот	5,6	0,225	66,9	0,44	27,5	0,2	0,362
Лошадь	0	0	81,6	0,38	18,4	0,23	0,352
Свинья	23,9	0,247	76,1	0,42	0	0	0,379
Коза	0	0	81,6	0,32	18,4	0,18	0,294
Баран, овца	0	0	81,6	0,3	18,4	0,19	0,280
Пушные звери	0	0	100	0,01	0	0	0,010
Кролики	0	0	100	0,006	0	0	0,006
Нутрии	100	0,004	0	0	0	0	0,004
Домашняя птица	0	0	93,5	0,04	6,5	0,08	0,043

Таблица 6.19 – Удельное выделение закиси азота в рамках систем уборки, хранения и использования навоза

Наименование процесса	Удельное выделение закиси азота в рамках систем уборки, хранения и использования навоза, кг/кг	
Пастбище, выпас, загон	для крупного рогатого скота, домашней птицы и свиней	0,02
	для овец, баранов, коз, лошадей	0,01
	для пушных зверей	0,005
Выгульно-кормовая площадка		0,02
Сухое хранение		0,005
Жидкий навоз/ навозные стоки	с естественной поверхностной коркой	0,005
	без естественной поверхностной корки	0,001
Хранение в ямах под стойлами животных		0,002
Глубокая подстилка крупного рогатого скота и свиней	без перемешивания	0,01
	активное перемешивание	0,07
Компостирование в емкостях и в буртах		0,006
Компостирование в компостных рядах с интенсивной аэрацией		0,1
Компостирование в компостных рядах с неинтенсивной (пассивной) аэрацией		0,01
Помет домашней птицы с подстилкой/без подстилки		0,001
Аэробная обработка	естественные системы аэрации	0,01
	системы принудительной аэрации	0,005

Методы расчета выбросов при процессах санитарной обработки мест содержания домашней птицы

По завершении цикла содержания, выращивания, откорма, воспроизводства и убоя домашней птицы, производится санация пустого птичника, его подготовка к заселению новой партии. Санация производится согласно технологии (обычно в течение 20 дней) и представляет собой процессы, описанные в таблице 6.20, при которых в зависимости от проводимой операции выделяются соответствующие загрязняющие вещества. Выбросы загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух в процессе санитарной обработки мест содержания домашней птицы, относятся к залповым выбросам загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Таблица 6.20 – Характеристика птичников для расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, наименование загрязняющих веществ

Процедура	Описание процесса, расходные материалы	Наименование выделяющихся загрязняющих веществ
1	2	3
Уборка помета Подметание – проводится сразу после удаления помета (продолжительность уборки – 1 день)	Помет сгребается трактором, подгребается лопатами. Возрастает загазованность за счет ворошения помета. Работает 50–100 % вентиляторов. Выброс идет через вытяжные вентиляторы	Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния менее 70%, сероводород, аммиак (выбросы сероводорода и аммиака учтены в разделе 5)
Обдувка (1,5–2 ч)	Обдувка электро- и вентоборудования производится сжатым воздухом (10 атм.) от компрессора с целью его очистки от насевшей органической пыли	Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния менее 70 %, аммиак, сероводород (выбросы сероводорода и аммиака учтены в разделе 5)
Влажная дезинфекция, мойка водой (1–2 дня)	Производится моечной машиной, работающей на дизельном топливе. Расход – 7,1 л·ч. На птичник расходуется около 100 л	Продукты сжигания топлива (NO_2, CO, SO_2, сажа)
Прожигание огнеметом (1–1,5 ч на зал)	Обжиг ведется огнеметом, работающем на дизельном топливе. Расход 160 л на моноблок (3-секционный птичник). На один зал или одиночный птичник расход соответственно равен 160 / 3 = 53,33 л	Продукты сгорания топлива (NO_2, CO, SO_2, сажа)
Дезинфекция известью, побелка известью гашеной, создание подстилки	Обработка раствором каустической соды, побелка известью полов и потолка, завоз, создание подстилки из опилок, просушка посредством вентиляторов	Выбросов нет, или ими можно пренебречь
Газация формалином или креолином	Раствор формалина или креолина распыляется	Формальдегид или фенол Продукты сгорания

Окончание таблицы 6.20

1	2	3
(нагнетание формалина и работа пушки – 1ч). Процесс дезинфекции (птичник стоит закрытым 24–48 ч). Проветривание посредством вентиляторов (24–48 ч)	специальной пушкой с порога птичника в течение часа. Пушка работает на бензине. Расход – 10 л/ч. Продолжительность газации 1 ч. На птичник расходуется около 10 л бензина и 120 л раствора формалина. Далее птичник закрывается на 24–48 ч для процесса дезинфекции, затем происходит проветривание (дегазация) в течение 24–48 ч	топлива (NO_2, CO, SO_2, углеводороды предельные C_1–C_{10})

Валовой выброс пыли неорганической, содержащей менее 70 % двуокиси кремния, при ворошении помета птиц $G^i_{SiO_2}$, т/год, рассчитывается по формуле

$$G^i_{SiO_2} = 10^{-3} \cdot 0{,}0125\,(K_{N^i_1} + 0{,}7K_{N^i_2} + 0{,}4K_{N^i_3})\,K_{SiO_2}, \qquad (6.56)$$

где $K_{N^i_1}$, $K_{N^i_2}$, $K_{N^i_3}$ – количество птиц соответствующего возраста, участвующих в данном технологическом процессе, гол. Градации животных, зверей, птиц N^i_1, N^i_2, N^i_3 определяются по таблице 6.11;

K_{SiO_2} – параметр, характеризующий количество пыли неорганической, содержащей двуокись кремния, образующейся при ворошении помета птиц, кг/т, равный 0,2.

Валовой выброс пыли неорганической, содержащей менее 70 % двуокиси кремния при обдувке помещений $G^i_{SiO_2}$, т/год, рассчитывается по формуле

$$G^i_{SiO_2} = 10^{-6} \cdot 0{,}3\,(K_{N^i_1} + 0{,}7K_{N^i_2} + 0{,}4K_{N^i_3}), \qquad (6.57)$$

где 0,3 – эмпирический коэффициент выброса пыли неорганической, содержащей менее 70 % двуокиси кремния при обдувке помещений;

$K_{N_1^i}$, $K_{N_2^i}$, $K_{N_3^i}$ – количество птиц соответствующего возраста, участвующих в данном технологическом процессе, гол. Градации животных, зверей, птиц N_1^i, N_2^i, N_3^i определяются по таблице 6.11;

K_{SiO_2} – параметр, характеризующий количество пыли неорганической, содержащей двуокись кремния, образующейся при ворошении помета птиц, кг/т, равный 0,2.

Валовой выброс диоксида азота при огневом обезвреживании мест содержания птиц $G_{NO_2}^i$, т/год, рассчитывается по формуле

$$G_{NO_2}^i = 10^{-3} \cdot B \cdot Q_i^r \cdot K_{NO_2}, \qquad (6.58)$$

где *B* – расход топлива, т/год;

Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/м^3 (МДж/кг);

K_{NO_2} – параметр, характеризующий количество диоксида, образующегося при сжигании топлива, м^3/ГДж (кг/ГДж), для природного газа равен 0,08; дизельного топлива – 0,17; печного бытового топлива – 0,19; для мазута – 0,21.

Валовой выброс диоксида серы при огневом обезвреживании мест содержания птиц $G_{SO_2}^i$, т/год, рассчитывается по формуле

$$G_{SO_2}^i = 10^{-3} \cdot B \cdot Q_i^r \cdot K_{SO_2}, \qquad (6.59)$$

где B – расход топлива, т/год;

Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/м^3 (МДж/кг);

K_{SO_2} – параметр, характеризующий количество диоксида серы, образующегося при сжигании топлива, м^3/ГДж (кг/ГДж), для природного газа равен 0; дизельного топлива – 0,008; печного бытового топлива – 0,02; для мазута – 0,055.

Валовой выброс оксида углерода при огневом обезвреживании мест содержания птиц G_{CO}^i, т/год, рассчитывается по формуле

$$G_{CO}^i = 10^{-3} \cdot B \cdot Q_i^r \cdot K_{CO}, \qquad (6.60)$$

где *B* – расход топлива, т/год;

Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/м^3 (МДж/кг);

K_{CO} – параметр, характеризующий количество оксида углерода, образующегося при сжигании топлива, м^3/ГДж (кг/ГДж), для природного газа равен 0,25; дизельного топлива – 0,294; печного бытового топлива – 0,304; для мазута – 0,319.

Валовой выброс сажи при огневом обезвреживании мест содержания птиц G_C^i, т/год, рассчитывается по формуле

$$G_C^i = 10^{-3} \cdot B \cdot Q_i^r \cdot K_C, \qquad (6.61)$$

где B – расход топлива, т/год;

Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/м^3 (МДж/кг);

K_C – параметр, характеризующий количество сажи, образующейся при сжигании топлива, м^3/ГДж (кг/ГДж), для природного газа равен 0,113; дизельного топлива – 0,029; печного бытового топлива – 0,032; для мазута – 0,036.

Валовой выброс углеводородов при огневом обезвреживании мест содержания птиц $G^i_{C_1\text{-}C_{10}}$, т/год, рассчитывается по формуле

$$G^i_{C_1-C_{10}} = 10^{-3} \cdot B \cdot Q_i^r \cdot K_{C_1-C_{10}}, \qquad (6.62)$$

где B – расход топлива, т/год;

Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/м^3 (МДж/кг);

$K_{C_1\text{-}C_{10}}$ – параметр, характеризующий количество углеводородов, образующих при сжигании топлива, м^3/ГДж (кг/ГДж), для природного газа равен 0,113; дизельного топлива – 0,162; печного бытового топлива – 0,197; для мазута – 0,239.

Валовой выброс формальдегида и фенола при санитарной обработке мест содержания птиц G_j^i, т/год, рассчитывается по формуле

$$G_j^i = 10^{-3} \cdot R_j \cdot \rho \cdot d_j, \qquad (6.63)$$

где R_j – расход дезинфицирующего средства, л/год;

ρ – плотность дезинфицирующего средства, кг/л;

d_j – содержание загрязняющего вещества в дезинфицирующем средстве, %, при использовании: формалина – 40 % формальдегида, креолина – 27,5 % фенола.

Таблица 6.21 – Наименование, коды и ПДК загрязняющих веществ

Код вещества	Наименование вещества	Класс опасности	ПДК м.р., мг/м^3	ПДК с.с., мг/м^3
0301	Азота IV оксид (азота диоксид)	2	0,25	0,1
0303	Аммиак	4	0,2	–
0328	Углерод черный (сажа)	3	0,15	0,05
0330	Сера диоксид (ангидрид сернистый, сера (IV) оксид, сернистый газ)	3	0,5	0,2
0333	Сероводород	2	0,008	–
0337	Углерода оксид (окись углерода, угарный газ)	4	5,0	3,0
0401	Углеводороды предельные алифатического ряда C_1–C_{10} (алканы)	4	25,0 (ОБУВ)	
0410	Метан[1)]	4	50,0 (ОБУВ)	
1052	Метанол (метиловый спирт)	3	1,0	0,5
1071	Фенол (гидроксибензол)	2	0,001	0,0007
1246	Этилформиат (муравьиной кислоты этиловый эфир)	б/к	0,02 (ОБУВ)	
1314	Пропиональдегид (пропаналь, пропионовый альдегид)	3	0,01	–
1325	Формальдегид (метаналь)	2	0,03	0,012
1531	Гексановая кислота (капроновая кислота)	3	0,01	0,005
1707	Диметилсульфид	4	0,8	0,6
1849	Метиламин (монометиламин)	2	0,004	0,001
2603	Микроорганизмы и микроорганизмы-продуценты (отраслей промышленности: мукомольной, комбикормовой, дрожжевой, пивоваренной, кормовых дрожжей, аминокислот, ферментов, биопрепаратов на основе молочно-кислых бактерий) /по общему бактериальному счету/[2)]	б/к	5000 кл/м^3 (ОБУВ)	

Окончание таблицы 6.21

Код вещества	Наименование вещества	Класс опасности	ПДК м.р., мг/м^3	ПДК с.с., мг/м^3
2908	Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния менее 70 % (шамот, цемент, пыль цементного производства – глина, глинистый сланец, доменный шлак, песок, клинкер, зола, кремнезем, доломит, пыль цементного производства – известняк, мел, огарки, сырьевая смесь, пыль вращающихся печей, боксит и др.)	3	0,3	0,1
2920	Пыль меховая (шерстяная, пуховая)	б/к	0,03 (ОБУВ)	

[1)] Метан является не только загрязняющим веществом, но и парниковым газом.

[2)] Значения не суммируются с величинами выбросов других загрязняющих веществ и помечаются буквой К.

Таблица 6.22 – Описание систем уборки, хранения и использования навоза

Наименование процесса	Описание процесса
Пастбище, выпас, загон	Навоз от животных, которые пасутся на пастбище или выпасе, остается неубранным и не обрабатывается
Суточное разбрасывание	Навоз регулярно убирается из помещений, где содержатся животные, и вносится в возделываемые земли или пастбища в течение 48 часов после выделения
Сухое хранение	Хранение навоза обычно в течение периода нескольких месяцев в буртах вне помещений. Навоз можно буртовать благодаря присутствию достаточного количества подстилочного материала или потерь влаги через испарение
Выгульно-кормовая площадка	Асфальтированная или грунтовая открытая площадка для содержания без какого-либо существенного растительного покрова, с которой накапливающийся навоз может периодически убираться

Продолжение таблицы 6.22

Наименование процесса	Описание процесса
Жидкий навоз/ навозные стоки	Навозные стоки хранятся в том виде, в каком он был выделен животными, или к нему добавляют некоторое минимальное количество воды для облегчения работ по их удалению и хранят в специальных резервуарах за пределами помещений
Хранение в ямах под стойлами животных	Сбор и хранение навоза обычно с небольшой добавкой воды или без нее, обычно под решетчатым полом в закрытых помещениях для содержания скота
Глубокая подстилка крупного рогатого скота и свиней	По мере накопления навоза производится непрерывное добавление подстилки для абсорбции навоза в процессе производственного цикла, обычно на протяжении 6–12 месяцев, который удаляется техническими средствами по мере накопления. Система может использоваться в сочетании с выгульно-кормовой площадкой и пастбищем
Компостирование в буртах	Производится на открытых площадках
Компостирование в емкостях	Производится в закрытых канавах с принудительной аэрацией и непрерывном перемешивании. В буртах с принудительной аэрацией, но без перемешивания
Компостирование в компостных рядах с интенсивной аэрацией	В компостных рядах с регулярным перелопачиванием для обеспечения перемешивания и аэрации
Компостирование в компостных рядах с неинтенсивной (пассивной) аэрацией	В компостных рядах с нечастым перелопачиванием для обеспечения перемешивания и аэрации
Помет домашней птицы с подстилкой/ без подстилки	Система с подстилкой аналогична системе с глубокой подстилкой для крупного рогатого скота и свиней. Система без подстилки может быть аналогичной открытым ямам в закрытых помещениях для содержания скота или может разрабатываться и использоваться для высушивания помета по мере его накопления. Система без подстилки известна как система уборки, хранения и использования навоза с высокоподнятым птичником и является формой пассивного компостирования в компостных рядах при надлежащей разработке и эксплуатации

Окончание таблицы 6.22

Наименование процесса	Описание процесса
Аэробная обработка	Биологическое окисление навоза, собранного в жидком виде, с использованием принудительной или естественной аэрации. Естественная аэрация ограничивается аэробными или аэробно-анаэробными прудами-накопителями, а также системами водно-болотных угодий и в основном обусловлена фотосинтезом. Поэтому эти системы становятся аноксическими во время периодов отсутствия солнечного света

Примечания

1. Применение жидкостных систем сбора и хранения навоза возможно только при стойловом содержании животных, которое практикуется при откорме животных на мясо. В откормочных хозяйствах содержится молодое поголовье крупного рогатого скота и свиней. Навоз молочного рогатого скота частично остается на пастбищах, остальной собирается и хранится в твердом виде.

2. Для пушных зверей характерно клеточное содержание и практически весь навоз хранится в твердом виде.

3. Учитывая специфику поведения нутрий и условия их содержания, как правило, весь навоз хранится в жидком виде.

4. Применение аэробных систем сбора и хранения навоза очень незначительно.

5. Для определения того, считается ли данная система предназначенной для хранения сухого или жидкого навоза/навозных стоков, следует пользоваться количественными данными. В качестве граничного значения разделяющего сухие и жидкие отходы, принимается 20 процентное содержание сухого вещества.

Таблица 6.23 – Величины удельных выделений загрязняющих веществ от сельскохозяйственных животных для различных этапов технологического процесса

Наименование вещества	Ед. изм.	Наименование сельскохозяйственного животного				
		Крупный рогатый скот	Лошадь	Свинья	Коза	Баран, Овца
1	2	3	4	5	6	7
Сероводород	г/(год·гол.)	15,71	10,59	15,72	2,92	2,56
Метиламин	г/(год·гол.)	13,88	7,87	7,57	2,29	1,2
Фенол	г/(год·гол.)	6,94	5,55	8,33	1,58	1,32
Метанол	г/(год·гол.)	34,00	28,26	42,39	7,89	6,40
Пропион-альдегид	г/(год·гол.)	17,35	12,11	17,03	3,47	2,76

Окончание таблицы 6.23

1	2	3	4	5	6	7
Гексановая кислота	г/(год·гол.)	20,54	28,26	9,46	5,05	3,86
Диметил-сульфид	г/(год·гол.)	26,64	40,37	59,80	12,30	9,38
Этилформиат	г/(год·гол.)	52,73	48,45	34,06	10,72	8,61
Пыль меховая	г/(год·гол.)	416,3	282,6	200,6	86,74	88,31
Микро-организмы	кл/(год·гол.)	44 376,7	32 769,7	20 016,6	8223,5	7603,0

Таблица 6.24 – Величины удельных выделений загрязняющих веществ от пушных зверей для различных этапов технологического процесса

Наименование вещества	Ед. изм.	Наименование пушного зверя					
		Соболь	Норка, хорек	Лисица	Песец	Кролик	Нутрия
Сероводород	г/(год·гол.)	0,135	0,259	0,602	0,664	0,117	0,128
Метиламин	г/(год·гол.)	0,085	0,116	0,280	0,297	0,149	0,173
Фенол	г/(год·гол.)	0,064	0,121	0,280	0,320	0,056	0,062
Метанол	г/(год·гол.)	0,315	0,607	1,402	1,532	0,271	0,311
Пропион-альдегид	г/(год·гол.)	0,187	0,331	0,781	0,846	0,217	0,237
Гексановая кислота	г/(год·гол.)	0,243	0,386	0,901	0,983	0,353	0,394
Диметил-сульфид	г/(год·гол.)	0,366	0,706	1,642	1,784	0,298	0,331
Этилформиат	г/(год·гол.)	0,519	0,839	1,963	2,127	0,719	0,804
Пыль меховая	г/(год·гол.)	0,86	1,093	2,524	2,813	1,831	2,019
Микро-организмы	кл/(год·гол.)	580,4	777,5	1792,2	1989,3	1215,5	1339,6

Таблица 6.25 – Величины удельных выделений загрязняющих веществ от домашних птиц для различных этапов технологического процесса

Наименование вещества	Ед. изм.	Наименование домашней птицы				
		Кура	Утка	Гусь	Индейка	Страус
1	2	3	4	5	6	7
Сероводород	г/(год·гол.)	0,380	0,066	0,091	0,905	5,165
Метиламин	г/(год·гол.)	0,119	0,082	0,114	0,284	1,680
Фенол	г/(год·гол.)	0,165	0,032	0,044	0,401	2,295

Окончание таблицы 6.25

1	2	3	4	5	6	7
Метанол	г/(год·гол.)	0,265	0,158	0,218	1,973	11,354
Пропиональдегид	г/(год·гол.)	0,306	0,105	0,147	0,719	4,258
Гексановая кислота	г/(год·гол.)	0,343	0,198	0,274	0,819	4,731
Диметилсульфид	г/(год·гол.)	1,733	0,152	0,208	4,129	24,128
Этилформиат	г/(год·гол.)	0,768	0,397	0,539	1,822	10,645
Пыль меховая	г/(год·гол.)	9,47	11,9	15,9	20,4	118,3
Микроорганизмы	кл/(год·гол.)	768,3	803,7	1070,5	1774,3	10 240,4

Раздел **«Социально-экономическая эффективность предлагаемых мероприятий»** выполняется под руководством консультанта с кафедры «Экономики и управления предприятием» в соответствии с методическими указаниями по выполнению специальных разделов дипломного проекта. В главе с экономическими расчетами по безопасности труда должны быть выбраны и обоснованы наиболее экономичные решения по анализируемым вопросам в соответствии с выданным заданием консультанта по этому разделу.

Кроме перечисленных, 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 может изменяться.

6.3 Графические материалы

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 зависит от темы и может корректироваться руководителем.

Примерное содержание графической части

Лист 1 – Основные производственные показатели организации.

Лист 2 – Состояние охраны труда на предприятии (может быть выполнено в виде ситуационной таблицы или таблицы показателей).

Лист 3 – Организационная структура СУОТ организации.

Лист 4 – Технологическая схема процесса, планировка отдельных элементов технологического процесса (цеха, участка и т. п.).

Лист 5 – Анализ опасных и вредных производственных факторов при выполнении технологического процесса или Опасные зоны объекта проектирования, или Карта оценки рисков.

Лист 6, 7 – Инженерно-технические решения по обеспечению безопасной эксплуатации производственного объекта (чертежи общего вида машины или оборудования; сборочные чертежи узлов, деталировка защитного устройства (ограждения, блокировки, предохранительные устройства и т. д.).

Лист 8 – Мероприятия по обеспечению благоприятных условий труда при выполнении производственного процесса (вентиляция, освещение, защита от шума и т. д.) или мероприятия по обеспечению пожарной, экологической или электробезопасности на объекте (молниезащита, УВЭП, УЗО и т. д.).

Лист 9 – Социально-экономическая эффективность предлагаемых мероприятий или Технико-экономические показатели проекта.

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

7 Оформление дипломного проекта

7.1 Оформление структурных элементов

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

Основные надписи на листах пояснительной записки выполняют по формам согласно ГОСТ 2.104 ЕСКД. Основные надписи. Образцы форм приведены в подразделе 7.5.

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

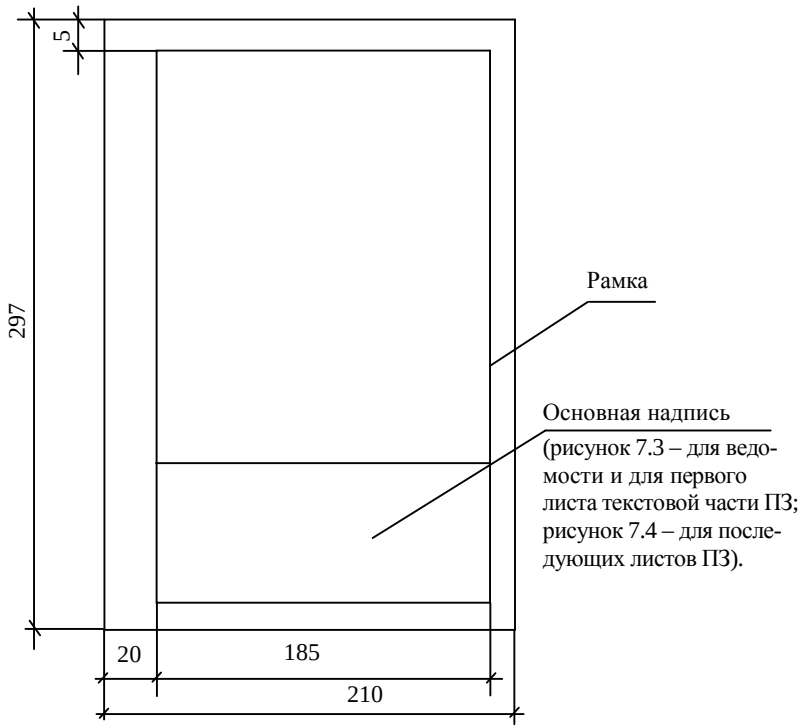


Рисунок 7.1 – Компоновка и размеры листа текстовой части ПЗ

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 ПЗ, с которого начинается изложение текстовой части записки (обычно лист «Содержание») (приложение К);
- форма рисунка 7.12 – для последующих листов ПЗ (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 «Содержание».

Последовательность расположения материалов в ПЗ приведена в п. 5.2.

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

Иллюстрации (таблицы, чертежи, схемы и т. п.), расположенные на отдельных листах записки, включают в общую нумерацию страниц. При этом 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.

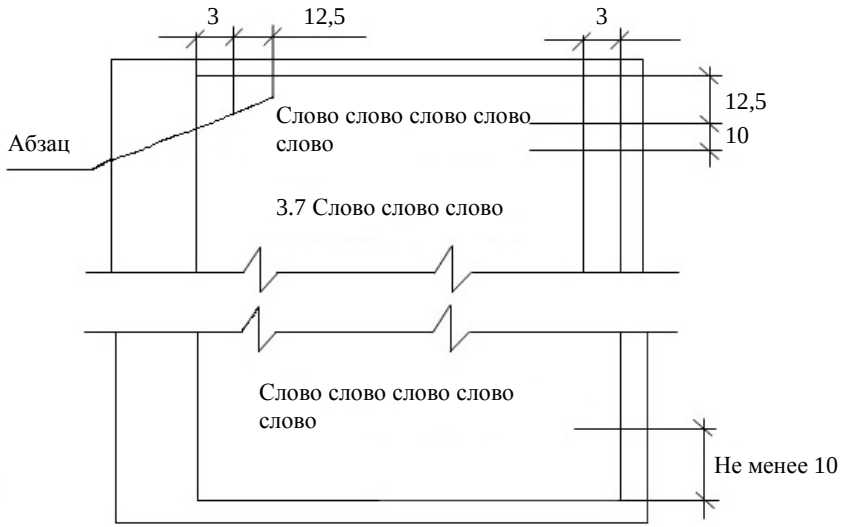


Рисунок 7.2 – Расположение текста на листе

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

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

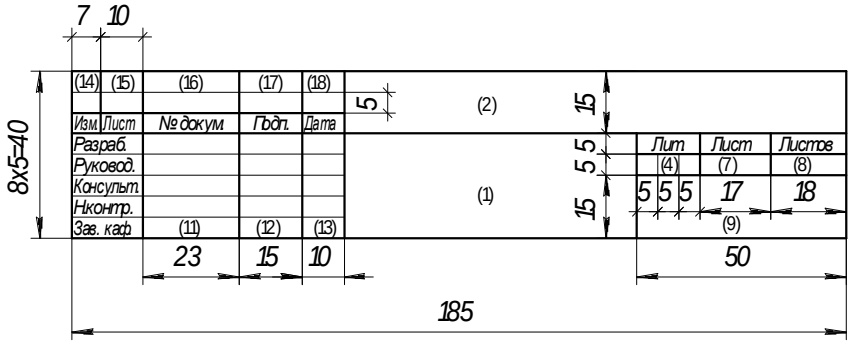


Рисунок 7.3 – Форма основной надписи, которая применяется для листа ПЗ, с которой начинается изложение текстовой части записки (обычно лист «Содержание»), ведомости комплекта проектной документации, спецификаций конструкторской разработки и оборудования

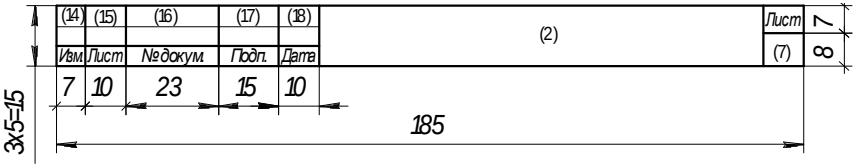


Рисунок 7.4 – Форма основной надписи, которая применяется для последующих листов ПЗ и чертежей

7.2 Правила построения текстового материала

Текстовый материал ПЗ 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, после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа.

Примеры оформления перечислений:

- _____	а) _____
- _____	б) _____
1) _____	1) _____
2) _____	2) _____
- _____	в) _____

В пределах одного пункта допускается не более одной группы перечислений.

Разделы и 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 ПЗ следует начинать с новой страницы.

7.3 Изложение текста 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 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 ПЗ должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

В тексте 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. При этом допускается год утверждения не указывать.

В тексте ПЗ должны применяться единицы физических величин в соответствии с ТР 2007/003/BY.

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: «включены восемь ламп»; «установлены 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 последнего числового значения, например: от 1 до 5 мм; от плюс 10 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 пояснительной записке 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. При этом 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 строки. 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 ПЗ, 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. Номинальный ток асинхронного электродвигателя $I_н$, А, определяется по формуле

$$I_н = \frac{P_н}{\sqrt{3}U_н \cos\varphi_н \eta_н}, \qquad (1) \text{ или } (6.1)$$

где $P_н$ – номинальная мощность, кВт;

$U_н$ – номинальное напряжение, кВ;

$\cos\varphi_н$ – коэффициент мощности, о. е.;

$\eta_н$ – КПД электродвигателя, о. е.

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 ПЗ.

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 предложения. В формулах точка как знак умножения рядом с 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 и 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.

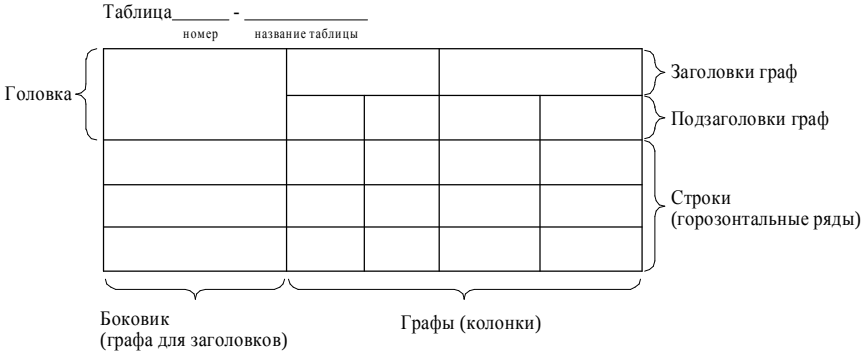


Рисунок 7.5 – Оформление таблицы

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» или «Таблица В.1», если она приведена в приложении В.

Таблицы допускается располагать вдоль длинной стороны листа 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 название помещают только над первой частью 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 буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, 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.

Включать в таблицу графу «Номер по порядку» не допускается.

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.

При необходимости нумерации показателей их порядковые номера указывают в первой графе непосредственно перед наименованием показателя.

Перед числовыми значениями величин и обозначением типов, марок и т. п. 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 (рисунок 7.6), а в подзаголовках остальных граф приводят обозначения других единиц физических величин.

Таблица 1 – Параметры клапанов пример

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

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

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.

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

Условные значения показателя проставляют на уровне последней строки наименования показателя (см. рисунок 7.5).

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 $I_н$, А	Номинальный ток расцепителя $I_{н.\ расц}$, А
ВА 51-25	660	25	6.3; 8.0; 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).

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

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
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

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 читаемыми и расположеными 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 именуются (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.

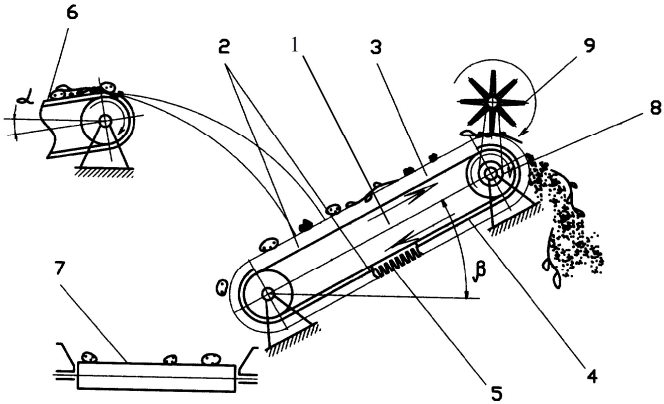
Иллюстрации должны иметь наименование, которое записывается под иллюстрацией в одну строку с обозначением, например: «Рисунок 1 – Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей».

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

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 размещают 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.



1 – разделительная горка; 2 – транспортерная лента; 3 – рабочая ветвь; 4 – обратная ветвь; 5 – пальцы упругие; 6 – транспортер загрузки; 7 – транспортер выгрузки; 8 – головной барабан; 9 – клубнеотражатель

Рисунок 7.10 – Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей

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, который располагают в конце 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 ПЗ необходимо пояснить отдельные данные, то эти данные обозначают надстрочными знаками сноски арабскими цифрами со скобкой – 1), 2) и т. д. (допускается знак сноски обозначать 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[2)]…».

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 ПЗ.

7.4 Оформление графической части проекта

Объем графической части дипломного проекта должен составлять не менее 9 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 форматом 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.

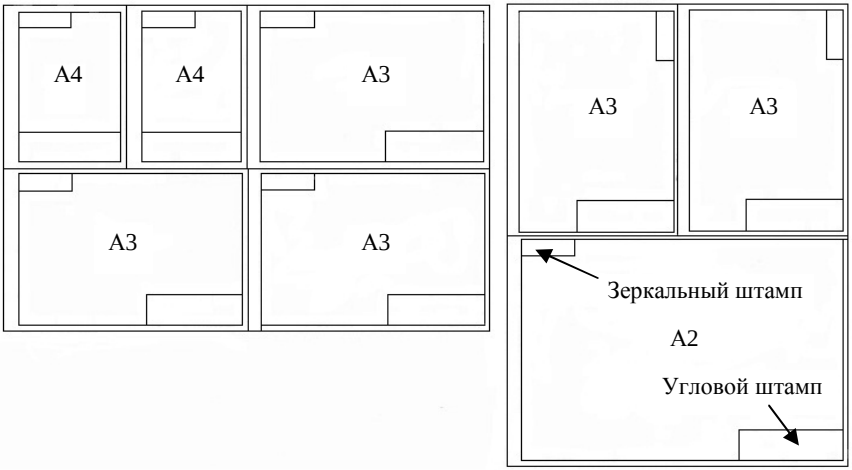


Рисунок 7.11 – Примеры деления формата А1 на форматы А2, А3 и А4

Формат, как правило, выбирают из следующего ряда, предусмотренного ГОСТ 2.301 и ГОСТ 2.102.

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, ГОСТ 2.308. 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 выполняются в соответствии с ГОСТ 2.104 и приведена на рисунке 7.12.

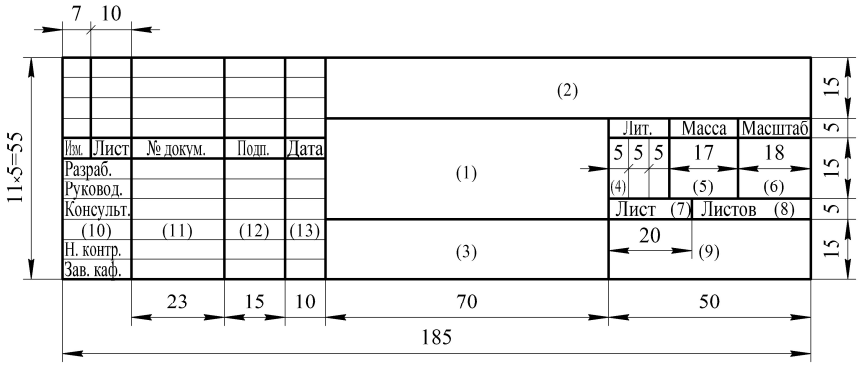


Рисунок 7.12 – Форма основной надписи,
которая применяется для первых листов графической части

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: 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 в 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 от);

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.

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 формы, устройства и конструкции изделия. Предпочтителен масштаб 1:1. Небольшие изделия сложной формы изображают в масштабах увеличения, крупные изделия – в масштабах уменьшения, указанных в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – 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: 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 Ш).

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 чертеже общего вида наносят:

а) размеры:

- габаритные;
- установочные и присоединительные;
- 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 – сносок (приложение Ш).

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, присоединительные и другие необходимые справочные размеры;

ж) техническую характеристику (при необходимости);

з) технические требования.

Пример оформления сборочного чертежа представлен в приложении Щ.

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 1:1. Места сопряжений и сложные конструктивные элементы, показывают в масштабе увеличения.

Все составные части изделия на сборочном чертеже нумеруют. Номера позиций наносят на полках 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 параллельными линиям штриховки. Шрифт номеров позиций должен быть на один-два 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 надо располагать в колонку, их концы соединять 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 мон-

тируют 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. При этом основная надпись на заглавном листе спецификации по форме рисунка 7.11, а последующие по форме рисунка 7.12 (приложение М). Спецификация содержит семь граф, представленных на рисунке 7.13.

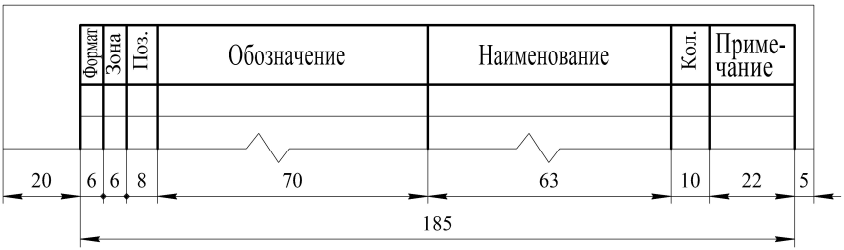


Рисунок 7.13 – Оформление спецификации

В спецификацию вносят составные части, входящие в специфируемое изделие, а также конструкторские документы, относящиеся к этому изделию и к его не специфируемым 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 последовательности следования разделов в ней. Исключение составляют разделы «Документация» 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, номера позиций (марки элементов) наносят на полках линий-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.

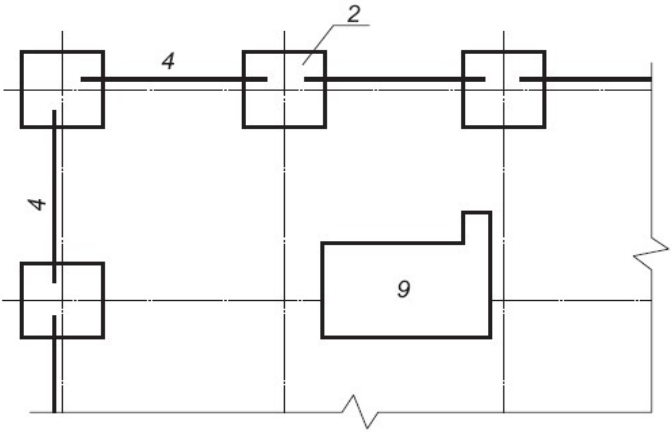


Рисунок 7.14 – Нанесение позиций на технологических планировках

Размер шрифта для обозначения координационных осей и номеров позиций (марок элементов) принимают на один-два 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 длинной 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 штрих пунктирной.

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

На чертежах планировок показывается условными обозначениями по ГОСТ 2.428 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, ГОСТ 2.703, ГОСТ 2.704.

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 том числе аксонометрические).

При необходимости применяют нестандартизованные УГО.

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

Размеры УГО, а также 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. Общие требования к организации проектирования и правила оформления дипломных и курсовых проектов (работ) : учебно-методическое пособие / Н. Н. Романюк [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2015. – 136 с.

2. Правила проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования № 53 от 29 мая 2012 г. – Режим доступа: www.tnpa.by. – Дата обращения: 17.04.2019.

3. СТБ 6.10.1–95 Унифицированные системы документации Республики Беларусь. Основные положения. – Режим доступа: www.tnpa.by. – Дата обращения: 17.04.2019.

4. ГОСТ 2.004–88 ЕСКД. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ. – Режим доступа: www.tnpa.by. – Дата обращения: 17.04.2019.

5. ГОСТ 2.105–95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. – Режим доступа: www.tnpa.by. – Дата обращения: 17.04.2019.

6. ГОСТ 2.106–96 ЕСКД. Текстовые материалы. – Режим доступа: www.tnpa.by. – Дата обращения: 17.04.2019.

7. ГОСТ 7.1–2003 Библиографическая запись. Библиографическое описание. – Режим доступа: www.tnpa.by. – Дата обращения: 17.04.2019.

8. ГОСТ 2.703–2011 ЕСКД. Правила выполнения кинематических схем. – Режим доступа: www.tnpa.by. – Дата обращения: 17.04.2019.

9. ГОСТ 2.704–2011 ЕСКД. Правила выполнения гидравлических и пневматических схем. – Режим доступа: www.tnpa.by. – Дата обращения 17.04.2019.

10. СТБ 2255–2012 СПДС. Основные требования к документации строительного проекта. – Режим доступа: www.tnpa.by. – Дата обращения: 17.04.2019.

11. СТБ 2235–2011 СПДС. Условные графические обозначения и изображения элементов генеральных планов и сооружений транспорта (взамен ГОСТ 21.204–93). – Режим доступа: www.tnpa.by. – Дата обращения: 17.04.2019.

12. ГОСТ 21.501–2011 СПДС. Правила выполнения рабочей документации, архитектурных и конструктивных решений – Режим доступа: www.tnpa.by. – Дата обращения: 17.04.2019.

13. ТКП 45–3.01-164–2009 ТКП. Генеральные планы сельскохозяйственных предприятий. Строительные нормы проектирования. – Режим доступа: www.tnpa.by. – Дата обращения: 17.04.2019.

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

15. Производственная безопасность Курсовое проектирование : учебно-методическое пособие / сост.: В.Г.Андруш [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2018. – 168 с.

16. Производственная безопасность в АПК : практикум : в 2 ч. / сост. : В. Г. Андруш, Т. В. Молош, О. В. Абметко. – Минск : БГАТУ, 2015. – Ч. 1. – 400 с.

17. Инженерная экология в АПК / Л. В. Мисун, И. Н. Мисун, В. М. Грищук ; под. ред. проф. Л. В. Мисуна. – Минск : БГАТУ, 2007. – 302 с.

18. Производственная санитария и гигиена труда. Курсовое проектирование : учебно-методическое пособие / сост. Л. Т. Ткачева. – Минск : БГАТУ, 2017. – 180 с.

19. Управление охраной труда. Курсовое проектирование : учебно-методическое пособие / сост. Л. Т. Ткачева. – Минск : БГАТУ, 2018. – 104 с.

20. Производственная безопасность. Курсовое проектирование : учебно-методическое пособие / сост.: В. Г. Андруш [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2018. – 168 с.

21. Управление охраной труда. Курсовое проектирование : учебно-методическое пособие / сост. Л. Т. Ткачева. – Минск : БГАТУ. 2018. – 104 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А
(обязательное)

Форма задания на дипломное проектирование

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра _____

«Утверждаю»
Зав. кафедрой
_____ / _____ /
(подпись) (ФИО 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):
специальной части _____
экономической части _____
нормоконтролер _____

6 Календарный график работы над проектом:

Наименование раздела, подраздела	Объем работы, %	Дата выполнения	Подпись руководителя или консультанта

7 Дата выдачи задания «___» _____ 20 __ г.

8 Срок сдачи студентом законченного дипломного проекта:
«___» _____ 20 ___ г.

Руководитель _____ / _____ /
(подпись) (ФИО)

Задание принял к исполнению «___» _____ 20 __ г.

Студент _____ / _____ /
(подпись) (ФИО)

Примечание – Задание прилагается к законченному проекту.

Приложение Б
(справочное)

Форма отзыва руководителя дипломного проекта

ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ

дипломного проекта студента факультета _____
(название факультета)

_____
(ФИО студента)

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 ступени.

_____

_____

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

_____

_____

_____

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

_____

_____

6 Возможность использования полученных результатов на практике.

_____

7 Возможность присвоения обучающемуся, осваивающему содержание образовательной программы высшего образования I ступени, соответствующей квалификации.

_____

_____

_____

Руководитель проекта:

_____

_____

(должность, место работы)

_____ _____ _____

(ученая степень, ученое звание) (подпись) (ФИО)

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	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		Перенос (творческий уровень)

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4
9 – прекрасно	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	5	
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)

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4
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	

Окончание таблицы В.1

1	2	3	4
4 – удовлетворительно	Называет основные требования к проектной документации, ориентируется в технологии проектирования, инструментарий проектирования применяет под руководством преподавателя в задачах учебного проектирования		Запоминание
3 – посредственно	Имеет представление о назначении проектирования, фрагментарные знания о технологии проектирования, воспроизводит последовательность проектирования несложных объектов, ориентируется в основных методах проектирования, не самостоятелен 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

Р Е Ц Е Н З И Я

дипломного проекта студента факультета _____
(название факультета)

_____
(ФИО студента)

на тему: _____

_____

_____

_____

проект выполнен в объеме:
а) графическая часть на _____ листах формата А1;
б) расчетно-пояснительная записка на _____ листах А4

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) (ФИО)

Приложение Д
(обязательное)

Пример выполнения этикетки на обложке ПЗ и графической части дипломного проекта

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет: инженерно-технологический
Кафедра: управление охраной труда
Специальность: 1-76 06 07 «Управление охраной труда в сельском хозяйстве»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту
студента ___ группы ИТФ
_____
(ФИО)
на тему «……..……..
…….»
_____
(шифр)

Минск, 2019

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет: инженерно-технологический
Кафедра: управление охраной труда
Специальность: 1-76 06 07 «Управление охраной труда в сельском хозяйстве»

ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ
к дипломному проекту
студента ___ группы ИТФ
_____
(ФИО)
на тему «……..……..
…….»
_____
(шифр)

Минск, 2019

Приложение Е
(обязательное)

Пример выполнения титульного листа ПЗ дипломного проекта

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-технологический факультет
Специальность 1-74 06 07 Управление охраной труда в сельском хозяйстве
Кафедра управления охраной труда

Допустить к защите
Зав. кафедрой
_____ /_____/
(личная подпись) (ФИО)
«__» _____ 20__ г.

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, 2019

Приложение Ж
(обязательное)

Форма ведомости комплекта проектной документации

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
1					
2			Документация		
3					
4	А4	01.89.015.00.000 ПЗ	Пояснительная записка	83	
5	А1	01.89.015.00.000 ГП	Генплан хозяйства	1	
6	А1	01.89.015.00.000 ТБ1	Ситуационная таблица		
7			состояния охраны труда	1	
8	А1	01.89.015.00.000 ТБ2	Анализ опасных и вредных		
9			факторов при доении коров	1	
10	А1	01.89.015.00.000 С1	Схема размещения		
11			светильников	1	
12	А1	01.89.015.00.000 С2	Схема включения глушителя		
13			в систему молокопровода	1	
14	А1	01.89.015.00.000 СБ	Сборочный чертеж глушителя	1	
15			вакуумного насоса		
16	А2	01.89.015.01.000	Крышка	1	
17	А3	01.89.015.02.000	Ребро	3	
18	А3	01.89.015.03.000	Стенка боковая	2	
19	А1	01.89.015.00.000 Э	Защита от атмосферного		
20			электричества	1	
21	А1	01.89.015.00.000 ТБ3	Экономическая		
22			эффективность мероприятий	1	

					01.89.015.00.000 ПД				
Изм	Лист	N докум.	Подп.	Дата					
Разраб.		Иванова			Улучшение условий и безопасности труда операторов машинного доения за счет снижения уровня шума на молочных фермах в СПК «Пограничный» Ведомость проектной документации	Лит	Лист	Листов	
Руковод.		Бусько				у д п	1	1	
Консульт.						БГАТУ, гр. 9 от			
Н. контр.									
Зав. каф.									

Приложение И
(обязательное)

Пример оформления реферата к дипломному проекту

Реферат

Дипломный проект: 87 с., 15 таблиц, 11 рисунков, использованных источников 21. Графическая часть – 9 листов формата А1.

Ключевые слова: охрана труда, безопасность, условия труда, окрасочные работы, завод, распыление, маляр, участок, вентиляция, выбросы.

Объектом исследования является окрасочный участок РУП «Экспериментальный завод ИМСХ НАН Беларуси».

Цель работы – совершенствование производственной безопасности выполнения окрасочных работ, улучшение условий труда маляра, а также уменьшение выбросов вредных веществ в окружающую среду.

В результате исследований предложено компоновочное решение для реконструкции окрасочного участка завода. Разработаны мероприятия по совершенствованию технологического процесса окраски на основе внедрения метода безвоздушного распыления с применением более совершенных технических средств. Реализация проектных решений позволит снизить количество выбросов вредных веществ на 25 %, повысит производительность труда в 1,5–2 раза, сократить потери лакокрасочных материалов на 25–30 %, уменьшить расход растворителей на 15–25 %. Экономический эффект составит 6494,8 руб., срок возврата капитала – 1,3 года.

Разработанная технология рекомендуется для внедрения на предприятиях и в организациях Республики Беларусь, занимающихся окрасочными работами.

Приложение К
(обязательное)

Пример оформления листа «Содержание» ПЗ

Содержание

Введение.....6
1 Характеристика производственной деятельности СПК «Гервяты» и основные направления развития 8
1.1 Основные показатели производственной деятельности предприятия 10
1.2 Анализ технического оснащения производственных процессов и характеристика технического оборудования и объектов.....13
1.3 Характеристика производственного персонала 15
2 Анализ состояния охраны труда на предприятии.....18
2.1 Характеристика системы управления охраной труда в организации.....21
2.2 Оценка состояния охраны труда на предприятии (в организации) 22
2.2.1 Показатели состояния условий и охраны труда на предприятии.....24
2.2.2 Анализ производственного травматизма 26
2.3 Мероприятия по улучшению охраны труда на предприятии.....27
3 Оценка состояния производственной безопасности и условий труда на объекте проектирования 31
3.1 Характеристика технологического процесса или выполняемых работ 34

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	01.89.015.00.000.ПЗ			
Разраб.					Совершенствование охраны труда в СПК «Гервяты» Островецкого района с разработкой инженерно-технических мероприятий по улучшению условий труда и обеспечению безопасности производства комбикормов Пояснительная записка	Лит. у д	Лист 6	Листов 85
Руковод.								
Консульт.						БГАТУ, гр. 9 от		
Н. контр.								
Зав. каф								

3.2 Анализ опасных и вредных факторов при выполнении работ или расчет производственных рисков при выполнении производственного процесса (в соответствии с темой проекта) 38
3.3 Обеспечение безопасности труда при проведении работ 42
4 Разработка инженерных решений по улучшению условий труда и совершенствованию производственной безопасности 44
4.1 Выбор и обоснование объекта для разработки инженерно- технических решений, направленных на повышение производственной безопасности 46
4.2 Описание предлагаемого устройства 48
4.3 Расчеты (прочностные расчеты модернизируемого оборудования, оградительных, предохранительных устройств; устойчивости машинно-тракторного агрегата; тормозной динамики МТА и др.) 50
4.4 Инженерные решения по совершенствованию условий труда 52
5 Обеспечение пожарной безопасности 56
6 Экологическая безопасность 65
7 Социально-экономическая эффективность предлагаемых мероприятий 68
Заключение 73
Список использованных источников 76
Приложения 80
Спецификации 87

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 : учебное 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 : учебное 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.

Продолжение таблицы Л.1

Характеристика источника	Пример оформления
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.
	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.
	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.
	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.
Законы и законодательные материалы	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.
	Конституция Российской Федерации : принята всенар. голосованием 12 дек. 1993 г. : офиц. текст. – М. : Юрист, 2005. – 56 с.
	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.
	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.

Продолжение таблицы Л.1

Характеристика источника	Пример оформления
Сборник статей, трудов	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.
	Современные аспекты изучения алкогольной и наркотической зависимости : сб. науч. ст. / НАН Беларуси, Ин-т биохимии ; науч. ред. В. В. Лелевич. – Гродно, 2004. – 223 с.
Сборники без общего заглавия	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.
Материалы конференций	Глобализация, новая экономика и окружающая среда: проблемы общества и бизнеса на пути к устойчивому развитию : материалы 7 Междунар. конф. Рос. об-ва экол. экономики, Санкт-Петербург, 23–25 июня 2005 г. / С.-Петерб. гос. ун-т ; под ред. И. П. Бойко [и др.]. – СПб., 2005. – 395 с.
	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.
Инструкция	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.
	Инструкция по исполнительному производству : утв. М-вом юстиции Респ. Беларусь 20.12.04. – Минск : Дикта, 2005. – 94 с.
Учебно-методические материалы	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.
	Использование креативных методов в коррекционно-развивающей работе психологов системы образования : учеб.-метод. пособие : в 3 ч. / Акад. последиплом. образования ; сост. Н. А. Сакович. – Минск, 2004. – Ч. 2 : Сказкотерапевтические технологии. – 84 с.

Продолжение таблицы Л.1

Характеристика источника	Пример оформления
	Корнеева, И. Л. Гражданское право : учеб. пособие : в 2 ч. / И. Л. Корнеева. – М. : РИОР, 2004. – Ч. 2. – 182 с.
	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.
Информационные издания	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.
	Щадов, И. М. Технолого-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).
Каталог	Каталог жесткокрылых (Coleoptera, Insecta) Беларуси / О. Р. Александрович [и др.] ; Фонд фундам. исслед. Респ. Беларусь. – Минск, 1996. – 103 с.
	Памятные и инвестиционные монеты России из драгоценных металлов, 1921–2003 : каталог-справочник / ред.-сост. Л. М. Пряжникова. – М. : ИнтерКрим-пресс, 2004. – 462 с.
Авторское свидетельство	Инерциальный волнограф : а. с. 1696865 СССР : МКИ5 G 01 C 13/00 / Ю. В. Дубинский, Н. Ю. Мордашова, А. В. Ференц ; Казан. авиац. ин-т. – № 4497433 ; заявл. 24.10.88 ; опубл. 07.12.91 // Открытия. Изобретения. – 1991. – № 45. – С. 28.
Патент	Способ получения сульфокатионита : пат. 6210 Респ. Беларусь : МПК7 C 08 J 5/20, C 08 G 2/30 / Л. М. Лях-нович, 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.
Технические нормативные правовые акты	Безопасность оборудования. Термины и определения : ГОСТ ЕН 1070–2003. – Введ. 2004–09–01. – Минск : БелГИСС, Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации :, 2004. – 21 с.
	Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Порядок декларирования соответствия продукции. Основные положения = Нацыянальная сістэма пацвярджэння адпаведнасці Рэспублікі Беларусь.

Продолжение таблицы Л.1

Характеристика источника	Пример оформления
	Парадак дэкларавання адпаведнасці прадукцыі. Асноўныя палажэнні : ТКП 5.1.03–2004. – Введ. 2004–10–01. – Минск : Госстандарт : БелГИСС, 2004. – 9 с.
	Государственная система стандартизации Республики Беларусь. Порядок проведения экспертизы стандартов : РД РБ 03180.53–2000. – Введ. 2000–09–01. – Минск : Госстандарт : БелГИСС, 2000. – 6 с.
	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.
	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. Клюев [и др.] ; Воронеж. ун-т. – Воронеж, 1993. – 14 с. – Деп. в ВИНИТИ 10.06.93, № 1620–В93 // Журн. приклад. спектроскопии. – 1993. – Т. 59, № 3/4. – С. 368.

Продолжение таблицы Л.1

Характеристика источника	Пример оформления
	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 ВИНИТИ 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 ВИНИТИ 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 л.
	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 л.
Архивные материалы	1. Архив Гродненского областного суда за 1992 г. – Дело № 4/8117. 2. Архив суда Центрального района г. Могилева за 2001 г. – Уголовное дело № 2/1577.
	Центральный исторический архив Москвы (ЦИАМ). 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.

Окончание таблицы Л.1

Характеристика источника	Пример оформления
	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. 3. Фонд 277. – Оп. 2, 5, 6, 7, 8.
Электронные ресурсы	Театр [Электронный ресурс] : энциклопедия : по материалам изд-ва «Большая российская энциклопедия» : в 3 т. – Электрон. дан. (486 Мб). – М. : Кордис & Медиа, 2003. – Электрон. опт. диски (CD-ROM) : зв., цв. – Т. 1 : Балет. – 1 диск ; Т. 2 : Опера. – 1 диск ; Т. 3 : Драма. – 1 диск.
	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).
Ресурсы удаленного доступа	Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2005. – Режим доступа: http://www.pravo.by. – Дата доступа: 25.01.2015.
	Proceedings of a mini-symposium on biological nomenclature in the 21st centry [Electronic resource] / ed. J.L. Reveal. – College Park M.D., 1996. – Mode of access : http://www.inform.ind.edu/PBI0/brum.html. – Date of access : 14.09.2015.

Таблица Л.2 – Примеры описания составных частей изданий

Характеристика источника	Пример оформления
Составная часть книги	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.
	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.
	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.

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. Полторак [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 бяссоніцу / 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 / Белорус. 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. / Белорус. 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:

Продолжение таблицы Л.2

Характеристика источника	Пример оформления
	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. / Белорус. гос. ун-т, Белорус. геогр. о-во ; редкол.: Н. И. Пирожник [и др.]. – Минск, 2004. – С. 163–164.
	Ермакова, Л. Л. Полесский каравайный 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 ; рэдкал.: У. І. Коваль [і інш.]. – Гомель, 2005. – С. 173–178.
	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	Бандаровіч, В. У. Дзеясловы і іх дэрываты ў старабеларускай музычнай лексіцы / В. У. Бандаровіч // Весн. Беларус. дзярж. ун-та. Сер. 4, Філалогія. Журналістыка. Педагогіка. – 2004. – № 2. – С. 49–54.
	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.
	Масляніцына, І. Жанчыны ў гісторыі Беларусі / І. Масляніцына, М. Багадзяж // Беларус. гіст. часоп. – 2005. – № 4. – С. 49–53.

Продолжение таблицы Л.2

Характеристика источника	Пример оформления
	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.
	Caesium-137 migration in Hungarian soils / P. Szerbin [et al.] // Science of the Total Environment. – 1999. – Vol. 227, № 2/3. – P. 215–227.
Статья из газеты	Дубовик, В. Молодые леса зелены / В. Дубовик // Рэспубліка. – 2005. – 19 крас. – С. 8.
	Ушкоў, Я. З гісторыі лімаўскай крытыкі / Я. Ушкоў // ЛіМ. – 2005. – 5 жн. – С. 7.
Статья из энциклопедии, словаря	Аляхновіч, М. М. Электронны мікраскоп / М. М. Аляхновіч // Беларус. энцыкл. : у 18 т. – Мінск, 2004. – Т. 18, кн. 1. – С. 100.
	Витрувий // БСЭ. – 3-е изд. – М., 1971. – Т. 5. – С. 359–360.
	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.
	Мясникова, Л. А. Природа человека / Л. А. Мясникова // Современный философский словарь / под общ. ред. В. Е. Кемерова. – М., 2004. – С. 550–553.
Рецензии	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.
	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.
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.

Продолжение таблицы Л.2

Характеристика источника	Пример оформления
	О государственной пошлине : Закон Респ. Беларусь, 10 янв. 1992 г., № 1394-ХП : в ред. Закона Респ. Беларусь от 19.07.2005 г. // Консультант Плюс : Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», 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 пуща / Г. Козулько // Беловежская пуща – XXI век [Электронный ресурс]. – 2004. – Режим доступа: http://bp21.org.by/ ru/art/a041031.html. – 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: http://www.cenunst.bsu.by/journal/2004.2/01.pdf. – Дата доступа: 16.07.2005.

Окончание таблицы Л.2

Характеристика источника	Пример оформления
	Статут Международного Суда // Организация Объединенных Наций [Электронный ресурс]. – 2005. – URL : http://www.un.org/russian/documen/basicdoc/statut.htm. – Дата обращения : 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 : http://catalogue.ppl.nl/DB=l/SET=3/TTL=ll/SHW?FRST=12. – Date of access : 04.01.2006.

Пример оформления списка использованных источников
(приводится в порядке упоминания в ПЗ)

Список использованных источников

1. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) : учебник / С. В. Белов.– М. : Издательство Юрайт, 2011. – 680 с.

2. Охрана труда : учебник для студентов высших учебных заведений по технологическим специальностям / под общ. ред. А. А. Челнокова. – Минск : Вышэйшая школа, 2013. – 655 с.

3. Электробезопасность: пособие / А. И. Федорчук, В. Г. Андруш, О. В. Абметко. – Минск : БГАТУ, 2012. – 188 с.

4. Охрана труда в АПК : практикум / В. Г. Андруш [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2013. – 162 с.

5. Федорчук, А. И. Снижение производственного травматизма и профессиональной заболеваемости в АПК : монография / А. И. Федорчук, В. Г. Андруш. – Минск : БГАТУ, 2012. – 244 с.

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

7. Об утверждении инструкции о порядке разработки и принятия локальных нормативных правовых актов, содержащих требования по охране труда для профессий и (или) отдельных видов работ (услуг) : постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь 28 ноября 2008 г., № 176; в ред. постановле-

ния Министерства труда и социальной за щиты Республики Беларусь от 24.12.2013 г., № 128 // Консультант Плюс: Беларусь [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр». – Минск, 2006.

8. Об утверждении Правил по охране труда при производстве продукции животноводства : постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, 28 декабря 2007 г., № 89 // Нац. правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. Центр правовой информ. Республики Беларусь. – Режим доступа: http://pravo.by. – Дата доступа: 14.05.2016.

9. Об утверждении Правил по охране труда при производстве и послеуборочной обработке продукции растениеводства : постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, 15 апреля 2008 г., № 36 // Нац. правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. Центр правовой информ. Республики Беларусь. – Режим доступа: http://pravo.by. – Дата доступа: 14.06.2016.

10. Об утверждении Правил по охране труда при ремонте, техническом обслуживании и постановке на хранение сельскохозяйственных машин, агрегатов и оборудования: постановление минсельхоз прода Республики Беларусь 25 февраля 2008 г., № 14 // Нац. Центр правовой информ. Республики Беларусь. – Режим доступа: http://pravo.by. – Дата доступа: 11.05.2016.

11. ТКП 181–2009 (02230) Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – Минск : Минэнерго, 2014. – 532 с.

12. 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.

13. Об утверждении санитарных норм, правил и гигиенических нормативов «Гигиенические требования к организации технологических процессов и производственному оборудованию» : постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 13 июля 2010, № 93 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://minzdrav.gov.by. – Дата доступа: 15.05.2016.

14. ТКП 427–2012 (02230) Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок. – Минск : Минэнерго, 2012. – 148 с.

15. 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, 16 ноября 2011 г., № 115 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://minzdrav.gov.by. – Дата доступа: 14.05.2016.

16. ТКП 336–2011(02230) Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций. – Минск : Минэнерго, 2011. – 165 с.

17. ТКП 538–2014 (02150) Защита сельскохозяйственных животных от поражения электрическим током. Общие требования. – Минск : Минсельхозпрод, 2014. – 45 с.

18. 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 : Бел НИЦ «Экология», 2006. – 48 с.

19. 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 : Бел НИЦ «Экология», 2014. – 36 с.

Приложение М
(обязательное)

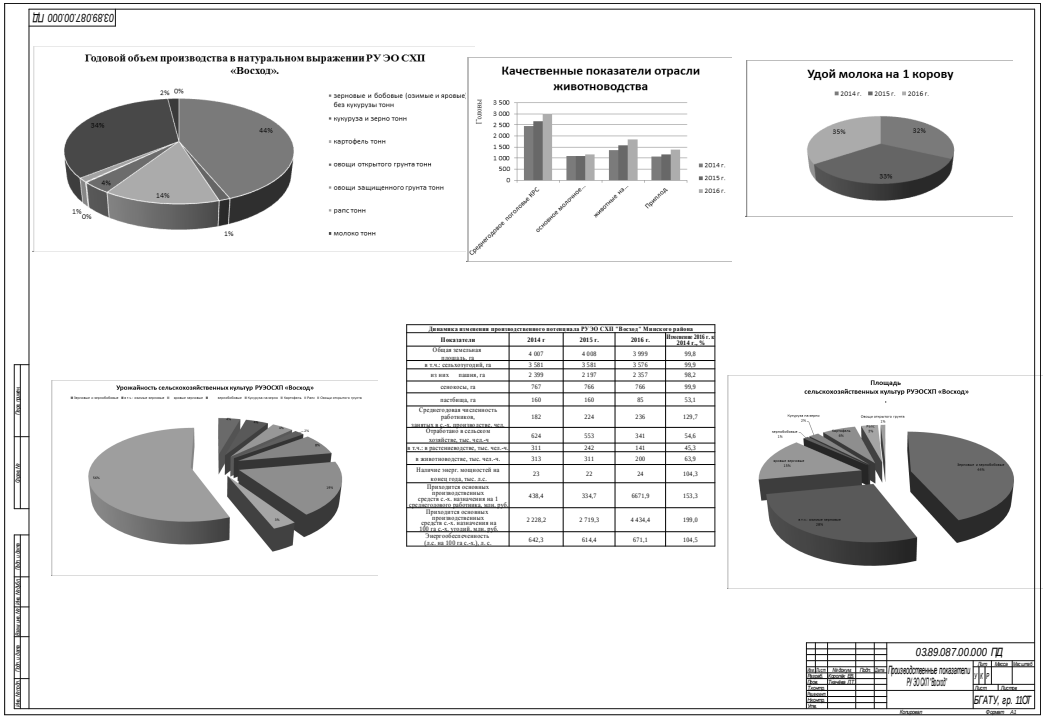
Форма и пример выполнения спецификации

Формат	Зона	Позиц.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
				Документация		
А1			01.89.006.00.000 ВО	Чертеж общего вида		
				Сборочные единицы		
БЧ		1	01.89.006.01.000	Маркер	6	
БЧ		2	01.89.006.02.000	Тент	1	
А2		3	01.89.006.03.000	Сиденье	12	
БЧ		4	01.89.006.04.000	Полки для ящиков	6	
БЧ		5	01.89.006.05.000	Прикатывающий	12	
				каток		
БЧ		6	01.89.006.06.000	Высаживающий диск	6	
БЧ		7	01.89.006.07.000	Сошник	6	
БЧ		8	01.89.006.08.000	Опорно-приводное	2	
				колесо		
БЧ		9	01.89.006.09.000	Помост	1	
БЧ		10	01.89.006.10.000	Приводной вал	1	
БЧ		11	01.89.006.11.000	Коробка передач	1	
БЧ		12	01.89.006.12.000	Раздаточный вал	1	
БЧ		13	01.89.006.13.000	Цепная передача	2	
БЧ		14	01.89.006.14.000	Редуктор	1	
БЧ		15	01.89.006.15.000	Захват	12	

					01.89.006.00.000				
Изм	Лист	N докум.	Подп.	Дата					
Разраб.		Жук			Рассадопосадочная машина СКН-6А	Лит		Лист	Листов
Руковод		Петров				у	д	п	1
Консул.		Петров				БГАТУ, гр. 10 от			
Н. контр.		Корж							
Зав. каф.		Котов							

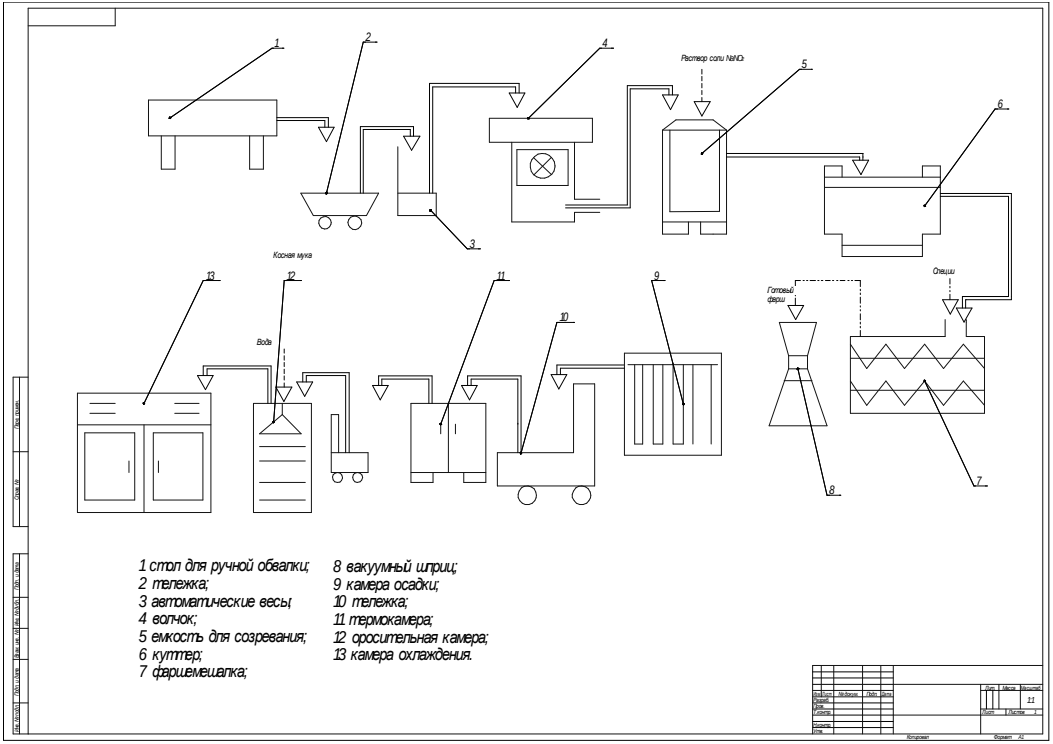
Приложение Н
(рекомендуемое)

Пример выполнения диаграмм, характеризующих производственно-экономическую деятельность предприятия [21, с. 39]



Приложение П
(рекомендуемое)

Пример выполнения структурно-технологической схемы производственного процесса



Приложение Р
(рекомендуемое)

Пример представления результатов анализа опасных и вредных факторов [20, с. 164]

ПЗ 03.89.01100.000

Опасные и вредные производственные факторы при сварочных работах						
Наименование опасных и вредных факторов	Источник возникновения	Характер (последствия) воздействия	ПДУ (ПДК)	Защитные мероприятия		
				Организационные	Технические	Санитарно-гигиенические
Физические						
1. Яркость сварочной дуги	Сварочная дуга	Ожоги глаз, снижение зрения, слепота		Инструктажи: вводный, первичный, повторный, внеплановый и целевой. Не допускаются к работе лица моложе 18 лет, не прошедшие медицинское освидетельствование	Применение защитных экранов	Использование средств индивидуальной защиты
2. Шум	Сварочная дуга, источники питания, плазмотроны пневмоприводы	Снижение физического и умственного труда, поражает органы слуха	80 дБА	Периодические медосмотры		Использование средств индивидуальной защиты (заглушки, наушники)
3. Вибрация	Сварочный инструмент	Поражение центральноый нервной системы	76 дБ	Переодические медосмотры	Применение виброгасителей и виброизоляторов	
Химические						
1. Поступление в зону дыхания сварочных аэрозолей марганец, оксид алюминия хромовый ангидрид	Шлифование и смежные технологические процессы	Поражение центральноый нервной системы нарушение работы легких, печени.	0,2 мг/ м 2,0 мг/ м 1,0 мг/ м	Проведение инструктажей, переодические медосмотры	Использование исправной вентиляции	Применение средств индивидуальной защиты (респераторы)
Психофизиологические						
1. Статическая нагрузка на руки	Систематическое напряжение мышц и связок, фиксированное положение рук при работе	Хронические тендовагиниты, стенозирующие лигаменты (синдром запястного канала или защелкивающегося пальца)		Соблюдение режима труда и отдыха, перерывы между работой		
2. Нервно-психические перегрузки	Напряженность труда	Возникновение нейротоксикоза		Соблюдение режима труда и отдыха, перерывы между работой		

				ПЗ 03.89.01100.000			
Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Таблица опасных и вредных факторов	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Мартынов А.Н.				у к р		11
Пров.		Ткачева Л.Т.				Лист	Листов 1	
Т.контр.								
Н.контр.						БГАТУ, гр.11 от		
Утв.								

Копировал Формат А2

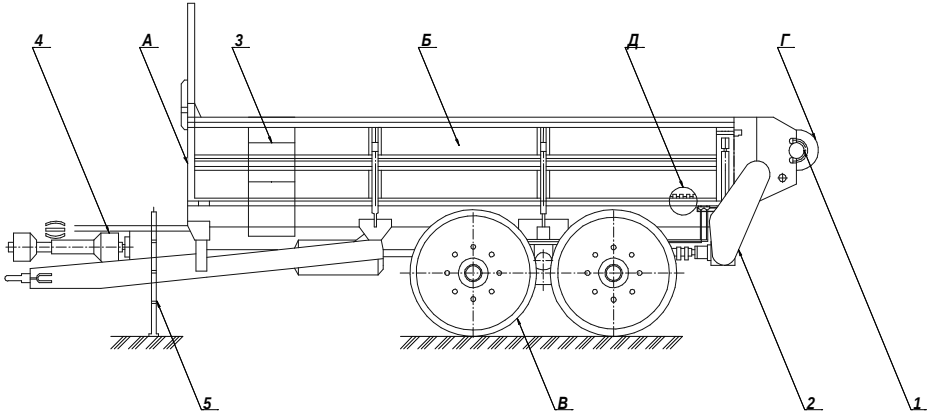
Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата | Инв. № подл.

Приложение С
(рекомендуемое)

Пример оформления чертежа опасных зон [20, с. 89]

ДП90.89.14.004.ДЗ

Опасные зоны МТТ-9



Зона	Опасные узлы детали, поверхности	Причины возникновения (проявления), травмирования
А	Передняя поверхность МТТ-9	Отсутствие автоматической сцепки, неисправность органов управления, несогласованность работы тракториста и обслуживающего персонала перед началом движения
Б	Боковая поверхность МТТ-9	Случайное нахождение людей при повороте агрегата
В	Ходовая часть МТТ-9	Случайный наезд на людей, находящихся в зоне движения агрегата
Г	Задняя поверхность МТТ-9	Плохая обзорность, неисправность органов управления, случайное нахождение людей
Д	Кузов МТТ-9, цепочно-планчатые транспортеры	Нахождение тракториста (обслуживающего персонала) в кузове при регулировке цепочно-планчатых транспортеров
1	Разбрасывающие шнековые барабаны	При устранении заклинивания шнековых барабанов
2	Цепные, ременные передачи	Отсутствие защитных кожухов и ограждений, нарушение требований безопасности при обслуживании МТТ-9
3	Лестница	Падение с лестницы, скользкие поверхности
4	Карданный вал	Отсутствие защитного кожуха, неисправность предохранительных устройств на вращающихся узлах
5	Опорная стойка	Неисправность опорной стойки, придавливание

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата	ДП90.89.14.004.ДЗ	
Разраб.		Шевцов А.Г.			Опасные зоны МТТ-9	Литера / Лист / Листов
Провер.		Сухорукий А.Ф.				
Т.контр.		Сухорукий А.Ф.				
Н.контр.		Шевцов А.Г.				
Утверд.						
Н. контр.		Шевцов А.Г.			БГАТУ, гр. 5 от	
Зам. каф.		Кобзев В.Г.				

Формат А1

Перв. примен. | Справ. № | Подпись и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. №

Приложение Т
(рекомендуемое)

Методика расчета естественной вентиляции в животноводческом помещении

В процессе жизнедеятельности животные выделяют большое количество тепла, влаги, вредных газов, в т. ч. углекислый газ, аммиак и сероводород. При неудовлетворительной работе системы вентиляции и системы отопления концентрация водяных паров и вредных газов может превышать нормативные значения, в результате чего у животных резко снижается продуктивность, и они могут погибнуть.

Вид вентиляционной системы выбирают в зависимости от объекта и условий работы. В животноводческих помещениях применяют разные по принципу действия и конструктивным особенностям вентиляционные системы: с естественным побуждением тяги, с механическим побуждением тяги, комбинированные. Выбор той или иной системы для животноводческих помещений определяется природно-климатическими условиями, строительно-планировочными особенностями помещения, способом содержания животных. Искусственные системы вентилирования зданий наиболее эффективны, но требуют значительных энергетических затрат. Поэтому нередко обращают внимание на системы вентиляции с естественным побуждением, как менее затратные. Однако их работа труднее поддается регулированию.

В настоящее время естественная вентиляция животноводческих помещений (вытяжка создается за счет подъемной силы теплого воздуха) допустима при малой плотности поголовья и возможности устройства достаточно высоких вытяжных шахт. Во избежание образования конденсата шахты должны быть теплоизолированы. В больших животноводческих помещениях и при высокой плотности поголовья необходимо устройство механических вентиляционных систем с установкой вентиляторов.

Система естественной вентиляции очень проста и не требует затрат на эксплуатацию. Одним из вариантов естественной вентиляции является трубная система. Основные элементы этой системы – вытяжные трубы, которые выводятся через потолок на крышу, и приточные каналы, расположенные в верхней части стен.

Для конкретного животноводческого помещения расчет естественной вентиляции должен носить поверочный характер. Его целью является определение необходимого количества приточных и вытяжных каналов для обеспечения требуемого воздухообмена. Затем полученные значения сравнивают с фактическими и делают заключение об эффективности применяемой системы вентиляции.

Рассчитывать воздухообмен животноводческих помещений для холодного периода следует по влаге с проверкой углекислого газа, для теплого периода – по избыткам теплоты с проверкой влаги. За расчетный принимается наибольший воздухообмен, по которому проектируют систему вентиляции.

Требуемый воздухообмен в животноводческом помещении – это количество воздуха, которое необходимо удалить из помещения или подать в помещение за 1 ч.

Требуемый воздухообмен в животноводческом помещении L (м^3/ч) рассчитывают:

1. Из условия удаления избыточной влаги:

$$L_{H_2O} = \frac{W_ж + W_{исп}}{g_в - g_н}, \qquad (Т.1)$$

где $W_ж$ – количество влаги, выделяемой всеми животными в виде пара, г/ч;

$W_{исп}$ – количество влаги, испаряющейся с пола, потолка, кормушек, стен и перекрытий, г/ч (таблица Т.1);

$g_в$ – максимальная влажность воздуха помещений, при которой относительная влажность остается в пределах нормы, г/м^3 (таблица Т.2);

$g_н$ – средняя абсолютная влажность наружного воздуха, вводимого в помещение в переходный период (ноябрь и март) в данной климатической зоне. Для Минского района средняя температура в марте-ноябре составляет минус 2,2 °С, а абсолютная влажность – 4 г/м^3.

$$W_ж = W_i m_i, \qquad (Т.2)$$

где W_i – выделение влаги одним животным определенной категории в виде пара, г/ч (таблица Т.3);

m_i – количество животных.

Таблица Т.1 – Количество влаги, выделяемой животными при испарении воды с пола, кормушек, поилок, стен и перегородок

Условия содержания животных	Количество влаги, % от $W_ж$	
	Коровники, скотные дворы, телятники	Свинарники, маточники и откормочники
1. Удовлетворительный санитарный режим, исправно действующая канализация	7	9
2. Регулярная уборка навоза, применение достаточного количества торфяной подстилки	8	10
3. Регулярная уборка навоза, применение достаточного количества соломенной подстилки	10	12
4. Условия содержания удовлетворительные. Уборка навоза 2–3 раза в сутки. Нерегулярная работа канализации (засорение сточных желобов). Применение недостаточного количества соломенной подстилки	15	20
5. Условия содержания удовлетворительные. Уборка навоза 2–3 раза в сутки. Нерегулярная работа канализации (засорение сточных желобов)	25	30

Таблица Т.2 – Максимальная влажность для данной температуры воздуха

Температура воздуха, °С	Водяные пары, г/м^3
–15	1,57
–10	2,3
–5	3,36
–1	4,52
0	4,87
+1	5,21
+6	7,26
+10	9,37
+18	15,33
+20	17,16
+26	25,55
+30	30,13

Таблица Т.3 – Выделение влаги в виде пара одним животным определенной категории

Животные	Масса, кг	Выделение	
		двуокиси углерода, л/ч	водяных паров, г/ч
Коровы стельные (сухостойные)	400	110	350
Коровы лактирующие, удой 10 кг	500	128	410
Телята от 3 до 4 месяцев	90	37	118
Молодняк от 4 месяцев и старше	120	48	153
Взрослые свиньи на откорме	100	47	132

2. Из условия удаления двуокиси углерода:

$$L_{CO_2} = \frac{У}{У_g - У_п}, \qquad (Т.3)$$

где У – количество двуокиси углерода, выделяемой всеми животными, находящимися в данном помещении, л/ч;

$У_g$ – допустимое содержание двуокиси углерода в воздухе помещения, л/м^3 (согласно нормам не должно превышать 2,5 л/м^3);

$У_п$ – содержание двуокиси углерода в приточном воздухе, принимается в среднем 0,3 л/м^3.

Количество двуокиси углерода, выделяемой всеми животными:

$$У = У_i m, \qquad (Т.4)$$

где $У_i$ – выделение двуокиси углерода одним животным определенной категории, л/ч (таблица Т.1);

m – количество животных данной категории.

Из двух полученных расходов воздуха L_{H_2O} и L_{CO_2} выбирается наибольшее значение (L).

После этого необходимо определить удельный воздухообмен L' из расчета подачи воздуха на 1 ц живого веса по формуле

$$L' = \frac{L}{mG}, \qquad (Т.5)$$

где L – наибольшее значение воздухообмена, м^3/ч;

m – количество животных;

G – средний живой вес одного животного.

Полученное значение L' надо сравнить с нормами воздухообмена на 1 ц живого веса L'', приведенными в таблице Т.4, для переходного периода года.

Таблица Т.4 – Минимальный воздухообмен на 1 ц живой массы, м^3/ч

Вид животных	Период года		
	Холодный	Переходный	Теплый
Крупный рогатый скот	17	35	70
Телята и молодняк КРС	20	35	100
Свиноматки, поросята	15	35	70
Свиньи на откорме	20	35	70

Если $L'' > L'$, то необходимый воздухообмен определяется исходя из значения L'':

$$L = mGL''. \qquad (Т.6)$$

Общая площадь сечения вытяжных шахт и приточных каналов при вентиляции с естественным побуждением определяется по формуле

$$F_{\text{I}} = \frac{L}{3600v}, \qquad (Т.7)$$

где F_{I} – общая площадь поперечного сечения вытяжных шахт, м^2;

v – скорость движения воздуха в вытяжной шахте, м/с;

3600 – количество секунд в одном часе.

Скорость движения воздуха в вентиляционных трубах при разной высоте труб и при различных температурах воздуха внутри помещения и наружного воздуха определяется из данных таблицы Т.5.

Таблица Т.5 – Скорость движения воздуха в вентиляционных трубах

Разница температур внутреннего и наружного воздуха Δt, °С	Высота трубы, м				
	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
6	0,64	0,73	0,8	0,87	0,92
8	0,76	0,84	0,93	1	1,07
14	1,01	1,13	1,24	1,34	1,43
16	1,09	1,22	1,33	1,44	1,54
24	1,35	1,51	1,66	1,79	1,91

Размеры вытяжных шахт (колодцев) и приточных каналов рекомендуется выбирать 1×1 м или 1×1,5 м. В таких шахтах (каналах) устраиваются поворотные заслонки, изменяя положение которых можно регулировать проходное сечение вытяжного канала или шахты, а значит, и интенсивность вытяжки. Большие вытяжные шахты (2×1,5 м или 1,5×3 м) не обеспечивают равномерной циркуляции воздуха по длине животноводческих помещений.

Количество вытяжных шахт рассчитывается по формуле

$$n_1 = \frac{F_{\text{I}}}{F_1}, \qquad (\text{Т.8})$$

где F_1 – площадь одной вытяжной шахты, м^2.

Площадь приточных каналов F_{II} (м^2) составляет 70–80 % от общей площади вытяжных шахт и определяется по формуле

$$F_{\text{II}} = 0,7F_{\text{I}}, \qquad (\text{Т.9})$$

где F_{II} – общая площадь сечения вытяжных шахт и приточных каналов, м^2.

Число приточных каналов n_2 рассчитывается по следующей формуле:

$$n_2 = \frac{F_{\text{II}}}{F_2}, \qquad (\text{Т.10})$$

где F_2 – площадь одного приточного канала, м^2.

Полученное количество приточных и вытяжных каналов сравнивают с их фактическим значением в конкретном животноводческом помещении и делают вывод.

Приложение У
(рекомендуемое)

Методика расчета местной вентиляции сварочного поста

Местную вытяжную вентиляцию следует применять на газо- и электросварочных постах, металлорежущих и заточных станках, в кузнечных цехах, гальванических установках, аккумуляторных цехах, на постах технического обслуживания, в помещениях у мест пуска автомобилей и тракторов. Такая вентиляция предотвращает попадание опасных и вредных веществ в воздух производственных помещений.

Электросварка сопровождается выделением сварочного аэрозоля, содержащего мелкодисперсную твердую фазу и газы. Интенсивность выделения зависит от характеристики процесса, марки сварочных материалов и свариваемого металла. При этом определяющее влияние оказывает состав сварочного материала. Сварочный аэрозоль содержит соединения железа, марганца, никеля, хрома, алюминия, меди и других веществ, а также газы (оксиды азота, оксид и двуоксид углерода, озон, фтористый водород).

При отсутствии правильно организованной вентиляции фактическая концентрация вредных веществ в зоне дыхания сварщиков может значительно превышать допустимую. Следствием этого является достаточно высокий по сравнению с другими профессиями уровень профессиональных заболеваний сварщиков: болезнь органов дыхания (пневмокониоз), отравление марганцем, парами других металлов и сварочными газами. Одним из способов создания местной вытяжной вентиляции в сварочном производстве является оснащение сварочного оборудования местными отсосами.

Часовой объем воздуха, удаляемого вытяжной вентиляцией сварочного поста, можно определить по формуле

$$L = \frac{Gq}{g_{\text{пдк}} - g_{\text{н}}}, \qquad (\text{У}.1)$$

где L – производительность вентиляционной установки, м^3/ч;

G – суммарное количество выделяющихся вредных веществ (расход электродов), кг/ч;

q – удельные выделения вредных веществ на 1 кг расходуемого сварочного материала, мг/кг (таблица У.1);

$g_{пдк}$ – предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в рабочей зоне, мг/м^3 (таблица У.2);

$g_н$ – концентрация вредных веществ в наружном воздухе, мг/м^3.

Таблица У.1 – Удельные выделения вредных веществ, при сварке и наплавке мг/кг

Технологическая операция	Сварочные материалы	Наименование вредных веществ	Количество q, мг/кг
Ручная дуговая сварка: углеродистых и низколегированных конструкционных сталей	Электроды с покрытием типа: ОМА-2 ОЗС-6 АНО-5 К-5а АНО-6	Марганец	 830 60 1870 1530 1950
теплоустойчивой стали	Электроды типа ЦЛ-17	Хромовый ангидрид	166
коррозионностойкой жаропрочной и жаростойкой сталей	Электроды типа: ОЗЛ-14 ОЗЛ-6 ЭА-606/11 ЦТ-36	 Хромовый ангидрид Хромовый ангидрид Марганец Марганец	 460 595 340 1190
высокопрочных среднелегированных сталей	Электроды типа: ЭА-395/9 ЭА-981/15 ВИ-10-6	 Хромовый ангидрид То же То же	 425 450 720
Ручная дуговая сварка и наплавка чугуна	Электроды типа: ЦЧ-4 МНЧ-2	 Марганец То же	 435 920
Ручная сварка и наплавка меди и ее сплавов	Электроды типа «Комсомолец-100»	Марганец	3900
Ручная сварка алюминия и его сплавов	Электроды: ОЗА-1 ОЗА-2/АК	 Оксид алюминия То же	 20 000 28 000
Полуавтоматическая аргоно-дуговая сварка алюминия и его сплавов То же титановых сплавов	Электродные проволоки: АМЦ АМГ Электродные проволоки	 Марганец Марганец Титан и его диоксид	 625 780 1750

Таблица У.2 – Предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Наименование вещества	ПДК $g_{пдк}$, мг/м^3	Класс опасности	Агрегатное состояние
Марганец в сварочных аэрозолях при его содержании:			
- до 20 %;	0,2	2	а
- 20–30 %	0,1	2	а
Хромовый ангидрид	1,0	2	а
Оксид алюминия	2,0	2	а
Титан и его диоксид	10,0	4	а

В случаях, когда поступающий в помещение наружный воздух не содержит вредных примесей, величину $g_н$ принимают равной нулю.

При расчетах вентиляции ориентировочно можно принимать следующие средние часовые расходы сварочных материалов: для ручной сварки штучными электродами – до 1,5 кг; для механизированной сварки – 2 кг; для автоматической и роботизированной сварки – 4–6 кг.

Принятые в настоящее время ПДК некоторых вредных веществ в воздухе рабочей зоны сварочных цехов приведены в таблице У.2.

Диаметр воздуховода определяют по формуле

$$d_1 = \sqrt{\frac{4L}{3600V}}, \qquad (У.2)$$

где V – скорость воздуха в воздуховодах (при механической вентиляции можно принять 7–12 м/с).

Площадь приемной части зонта F, м^2, определяется по формуле

$$F = \frac{L}{3600V_1}, \qquad (У.3)$$

где L – производительность местной вентиляции, м^3/ч;

V_1 – скорость воздуха в приемной части зонта (можно принять 1,2–1,5 м/с).

Размеры приемной части зонта выбрать самим, руководствуясь формулой

$$F = a\,b. \qquad (У.4)$$

где a и b – длина и ширина приемной части зонта соответственно.

Выбор вентилятора осуществляется с учетом производительности местной вентиляции и необходимого напора.

Приложение Ф
(рекомендуемое)

Методика расчета механической общеобменной вентиляции производственных помещений

Общеобменную вентиляцию устраивают в тех случаях, когда в производственное помещение попадают вредные выделения паров, газов, избытки тепла, пыли, когда отсутствуют строго фиксированные источники этих выделений или работа местных отсосов является недостаточно эффективной. Основным назначением общеобменной вентиляции является разбавление содержания вредных веществ в общей атмосфере помещения до ПДК.

Механическая, приточная и приточно-вытяжная вентиляция осуществляется с помощью средств механического побуждения движения воздуха (вентиляторов). Смешанная вентиляция обеспечивается путем подачи воздуха механическими средствами и вытяжки загрязненного воздуха естественным путем.

В системе *приточной вентиляции* воздух с помощью вентилятора подается в помещение организованно, повышая в нем давление, а уходит неорганизованно, вытесняясь через щели, проемы окон и дверей в соседние помещения или наружу. Количество подаваемого воздуха можно регулировать клапанами или заслонками, устанавливаемыми на вентиляционных каналах.

При *вытяжной вентиляции* воздух организованно удаляется вентиляторами через сеть воздуховодов, вследствие чего в помещении снижается давление. Взамен загрязненного воздуха в вентилируемое помещение подсасывается воздух из соседних помещений и снаружи через открытые окна, двери, ворота или неплотности ограждающих конструкций.

В системе *приточно-вытяжной вентиляции* воздух организованно подается в вентилируемое помещение и удаляется через отдельные воздуховоды. В зависимости от соотношения расходов удаляемого и подаваемого воздуха давление в помещении может снижаться или повышаться (отрицательный или положительный *I*-баланс).

Для расчета механической вентиляции необходимы следующие исходные данные:

- назначение помещения и его размеры;
- характер загрязнений;

- назначение и количество оборудования, материалов, выделяющихся вредных веществ и теплоизлучения;
- характеристика загрязнений по пожароопасности;
- пожарная опасность помещений;
- ПДК вредных веществ в помещении, концентрация загрязнений в приточном воздухе.

1. Выбирают способ устранения и предупреждения образования токсических, пожаро- и взрывоопасных концентраций, назначают систему вентиляции.

2. Разрабатывают схему общеобменной системы вентиляции и схемы местных систем вентиляции.

3. Вычисляют количество вредных веществ G, выделяемых в помещении в течение 1 ч.

4. Определяют объем воздуха L (м^3/ч), который необходимо подать в помещение для снижения концентрации вредных веществ (пыли, газов, пара, аэрозоля) до ПДК, по формуле

$$L = \frac{G}{g_{\text{пдк}} - g_{\text{н}}}, \qquad (\text{Ф.1})$$

где G – количество вредных веществ выделяемых в помещении в течение 1 часа, кг/ч;

$g_{\text{плк}}$ – предельно допустимая концентрация вредных веществ в помещении, мг/м^3 (таблица Ф.1);

$g_{\text{н}}$ – концентрация вредных веществ в наружном воздухе, мг/м^3.

Таблица Ф.1 – Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Наименование вещества	ПДК, мг/м^3		Агрегатное состояние
	в воздухе рабочей зоны	в атмосферном воздухе населенных мест (среднесуточная)	
1	2	3	4
Акролеин	0,7	0,03	п
Аммиак	20	0,2	п
Анилин	0,1	0,03	п
Ацетон	200	0,35	п

Продолжение таблицы Ф.1

1	2	3	4
Асбестоцемент	6	–	а
Бензин-растворитель	300	–	п
Бензин топливный	100	0,05	п
Керосин (в пересчете на С)	300	–	п
Кислота серная	1	0,1	п
Кислота соляная	5	0,2	п
Кремнийсодержащие пыли: - содержание кристаллического диоксида кремния в пыли свыше 70 %; - содержание кристаллического диоксида кремния в пыли 10–70 %	 1 2	 – –	 а а
Марганец в сварочных аэрозолях при его содержании: - до 20 %; - 20–30 %	 0,2 0,1	 0,01 0,01	 а а
Масла минеральные (нефтяные)	5	–	а
Медь металлическая	1/0,5*	–	а
Минеральная вата	6	–	а
Оксиды: - азота (в пересчете на NO_2); - железа с примесью оксидов марганца до 3 %; - углерода; - цинка	 5 6 20 6	 0,085 – 1 –	 п а а а
Пыль растительного и животного происхождения с примесью диоксида кремния: - менее 2 % (мучная и др.); - 2–10 %; - более 10 % (зерновая)	 6 4 2	 – – –	 а а а
Полипропилен	10	3	а
Сажа	4	0,05	а
Свинец и его неорганические соединения	0,01/ 0,005*	0,0007	а
Сода кальцинированная	2	–	а
Спирт этиловый	1000	–	а
Стекловолокно	1000	–	п
Хлор	1	0,03	п

Окончание таблицы Ф.1

1	2	3	4
Хром шестивалентный (в пересчете на CrO_3)	0,01	0,0015	а
Цемент	6	–	а
Чугун (в т. ч. в смеси с электрокорундом до 20 %)	6	–	а
Щелочи едкие (растворы в пересчете на NaOH)	0,5	–	а

Примечание – Среднесменные значения ПДК, п – пары или газы, а – аэрозоли.

Общее количество воздуха, удаляемого общеобменной и местными вытяжными системами вентиляции, $L_{уд}$ м^3/ч определяется по формуле

$$L_{уд} = L + L_{м.\ общ}, \qquad (Ф.2)$$

где L – часовой объем воздуха, удаляемого вытяжной вентиляцией, м^3/ч;

$L_{м.\ общ}$ – общее количество воздуха, удаляемого несколькими системами вентиляции, м^3/ч:

$$L_{м.\ общ} = L_{м_1} + ... + L_{м_n} = \sum_{i=1}^{n} L_{м_i}. \qquad (Ф.3)$$

Общее количество приточного воздуха, м^3/ч:

$$L_{пр} = L_{уд}. \qquad (Ф.4)$$

5. Зная объемы циркулируемого воздуха, вычерчивают схему систем вентиляции производственных помещений, на которой указывают расположение местных отсосов, мест подачи и вытяжки воздуха в системе общеобменной вентиляции, делят схему на расчетные участки. Длину воздуховодов выбирают из конструктивных соображений, руководствуясь планом размещения оборудования.

6. Далее рассчитывают сеть воздуховодов отдельно для приточной и вытяжной вентиляции. На отдельном участке сопротивление движению воздуха, Па,

$$H_{уч} = \frac{\rho v^2}{2}\left(\frac{\lambda l}{d} + \sum_{i=1}^{n} \varepsilon_м\right), \qquad (Ф.5)$$

где ρ – плотность воздуха, кг/м^3;

v – скорость движения воздуха в трубопроводе, необходимая для переноса различной пыли, м/с (таблица Ф.2);

λ – коэффициент сопротивления движению воздуха на участке воздуховода (для металлических труб λ = 0,02, для полиэтиленовых λ = 0,01);

l – длина участка, м;

d – диаметр воздуховода, м;

$\varepsilon_м$ – коэффициент местных потерь напора (таблица Ф.3, рисунок Ф.1).

$$\rho = \frac{353}{273 + t}, \qquad (Ф.6)$$

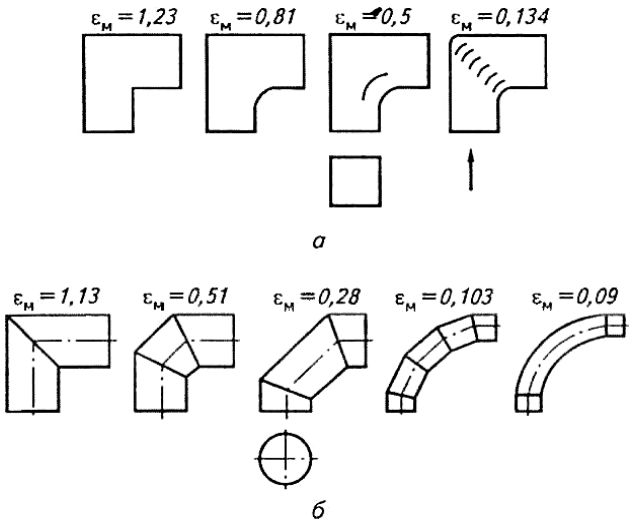
где t – температура воздуха, при которой определяют плотность, °С.

Таблица Ф.2 – Рекомендуемые значение скоростей движения воздуха

Вид пыли, переносимой движущимся воздухом	Скорость движения воздуха, м/с
Легкая сухая (древесная, табачная, мучная и т. п.)	8–10
Текстильная, зерновая, пыль красок	10–12
Минеральная	12–14
Тяжелая минеральная	14–16

Таблица Ф.3 – Значения коэффициента $\varepsilon_м$ для различных местных сопротивлений

Наименование местного сопротивления	Значение $\varepsilon_м$
Жалюзи на входе	0,5
Диффузор вентилятора	0,15
Жалюзи на выходе	3,0
Внезапное сужение отверстия при F_2/F_1:	
0,1	0,47
0,3	0,38
0,5	0,3
0,7	0,2
Внезапное расширение отверстия при F_1/F_2: 0,2–0,8	
0,1	0,81
0,3	0,49
0,5	0,25
0,7	0,1
Колено с углом поворота α = 120°	0,5
Колено с углом поворота α = 150°	0,2



а – квадратного сечения; *б* – круглого сечения

Рисунок Ф.1 – Значения коэффициентов
местных потерь напора в поворотных коленах:

Диаметр воздуховода, м, рассчитывают по формуле

$$d = 0{,}033\sqrt{\frac{L_{\text{уч}}}{\pi v}}, \qquad (Ф.7)$$

где $L_{\text{уч}}$ – производительность вентиляции на данном участке вентиляционной сети, м^3/ч.

Полученное значение d округляют до ближайшего из следующего стандартизированного ряда, мм: 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630 и т. д.

Значения $\varepsilon_{\text{м}}$ для колен с углом поворота $\alpha = 90°$ в зависимости от формы этих элементов воздуховодов указаны на рисунке Ф.1. При расчете диаметра воздуховода необходимо учитывать внезапное расширении отверстия F_1/F_2 или внезапное сужение отверстия F_2/F_1.

Общее сопротивление движению воздуха в воздуховодах сети, Па,

$$H_{\text{с}} = \sum_{i=1}^{m} H_{i_{\text{уч}}}. \qquad (Ф.8)$$

7. На основе известного воздухообмена рассчитывают производительность вентилятора $L_в$ с учетом потерь или подсосов воздуха в вентиляционной сети:

$$L_в = k_п L, \qquad (Ф.9)$$

где $k_п$ – поправочный коэффициент на расчетное количество воздуха: при использовании стальных, пластмассовых и асбоцементных трубопроводов длиной до 50 м $k_п$ = 1,1, в остальных случаях $k_п$ = 1,15.

8. По необходимой производительности и полному расчетному давлению выбирают вентиляторы для общеобменной и местной систем вентиляции. Назначают тип, номер и технические характеристики вентиляторов (таблица Ф.4).

Вентиляторы подбирают по аэродинамическим характеристикам (рисунок Ф.2). Зная производительность вентилятора, проводят горизонтальную прямую (например, из точки *a* на оси ординат в нижней части графика при L = 11 000 м^3/ч) до пересечения с линией номера вентилятора (точка *b*). Затем из точки *b* поднимают вертикаль до пересечения с линией расчетного давления, равного суммарным потерям напора в вентиляционной сети (например, H = 1150 Па). В полученной точке с определяют КПД вентилятора η и безразмерный параметр A. При этом следует обеспечить воздухообмен с наибольшим КПД.

Таблица Ф.4 – Технические характеристики центробежных вентиляторов серии Ц4-70

Номер вентилятора	Диаметр колеса, мм	Подача, тыс. м^3/ч	Асинхронный электродвигатель закрытого исполнения		
			Марка*	Частота вращения, мин$^{-1}$	Мощность, кВт
1	2	3	4	5	6
3	300	0,55–6,8	4АА63А4У3	1380	0,25
			4АА63В4У3	1365	0,37
			4А80А2У3	2850	1,5
			4А80В2У3	2850	2,2
4	400	0,95–11,5	4А71А6У3	910	0,37
			4А71А4У3	1390	0,55
			4А71В4У3	1390	0,75
			4А80А4У3	1420	1,1
			4А100S2У3	2880	4
			4А112L2У3	2880	5,5

Окончание таблицы Ф.4

1	2	3	4	5	6
			4А112М2У3	2900	7,5
5	500	2–17,5	4А71В6У3	900	0,55
			4А80А6У3	915	0,75
			4А80В4У3	1415	1,5
			4А90L4У3	1425	2,2
			4А100S4У3	1435	3
6	600	2,5–26	4А90L6У3	935	1,5
			4А100L6У3	950	2,2
			4А100L4У3	1430	4
			4А112М4У3	1445	5,5
			4А132S4У3	1455	7,5

Условное обозначение: 4А – серия; 63–132 – высота оси вращения, мм; А, В – первая и вторая длины сердечника; S, M, L – соответственно, малая, средняя и большая длина корпуса; 2, 4, 6 – число полюсов (6000 / 2 = 3000 мин$^{-1}$; 6000 / 4 = = 1500 мин$^{-1}$; 6000 / 6 = 1000 мин$^{-1}$); У – климатическое исполнение (для районов с умеренным климатом); 3 – категория размещения.

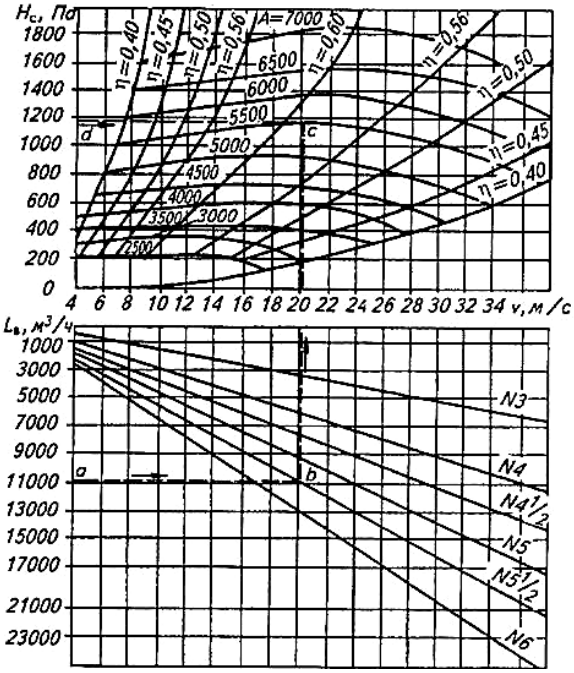


Рисунок Ф.2 – Номограмма для выбора вентилятора серии Ц4-70

Выбирают тип электродвигателя: для общеобменной и местной вытяжной систем вентиляции – взрывобезопасного или нормального исполнения в зависимости от удаляемых загрязнений; для приточной системы вентиляции – нормального исполнения.

Исполнение вентиляторов выбирают: обычное – для перемещения неагрессивных сред с температурой не выше 423 К, не содержащих липких веществ, при концентрации пыли и других твердых примесей не более 150 мг/м^3; антикоррозийное – для перемещения агрессивных сред; взрывобезопасное – для перемещения взрывоопасных смесей; пылевое – для перемещения воздуха с содержанием пыли более 150 мг/м^3.

9. Затем вычисляют частоту вращения вентилятора, мин$^{-1}$:

$$n_{\text{В}} = \frac{A}{N}, \qquad (\text{Ф.10})$$

где N – номер вентилятора.

10. С целью уменьшения шума вентиляционной установки следует добиваться выполнения условия

$$\pi D_{\text{в}} n_{\text{в}} < 1800, \qquad (\text{Ф.11})$$

где $D_{\text{в}}$ – диаметр колеса вентилятора, м.

11. Определяют мощность электродвигателей для местной вытяжной и общеобменной систем вентиляции, кВт:

$$P = \frac{L_{\text{в}} H}{3,6 \cdot 10^6 \eta_{\text{в}} \eta_{\text{п}}}, \qquad (\text{Ф.12})$$

где $L_{\text{В}}$ – требуемая производительность вентилятора, м^3/ч;

Н – давление, создаваемое вентилятором, Па (оно численно равно $H_{\text{с}}$);

$\eta_{\text{в}}$ – КПД вентилятора;

$\eta_{\text{п}}$ – КПД передачи: колесо вентилятора на валу электродвигателя – $\eta_{\text{п}} = 1$; соединительная муфта – $\eta_{\text{п}} = 0,98$; клиноременная передача – $\eta_{\text{п}} = 0,95$; плоскоременная передача – $\eta_{\text{п}} = 0,9$.

12. Установленную мощность электродвигателей для вытяжной, приточной и местной систем вентиляции, кВт, рассчитывают по формуле

$$P_{уст} = PK_{з.\,м}, \qquad (Ф.13)$$

где $К_{з.м}$ – коэффициент запаса мощности (таблица Ф.5).

Таблица Ф.5 – Значение коэффициента запаса мощности $К_{з.м}$ для вентилятора

Мощность на валу электродвигателя *P*, кВт	Значение $K_{з.м.}$ для вентилятора	
	центробежного	осевого
До 0,5	1,5	1,2
0,51…1	1,3	1,15
1,01…2	1,2	1,1
2,01…5	1,15	1,05
Более 5	1,1	1,05

Вычисляют площадь, м^2, открываемых фрамуг (при отсутствии приточной системы):

$$F_{фр} = \frac{L_{общ.\,пр}}{3600v_{пр}}, \qquad (Ф.14)$$

где $L_{общ.пр.}$ – требуемый объем подачи воздуха, м^3/ч;

$v_{пр}$ – расчетная скорость воздуха в проеме фрамуги: обычно $v_р$ = 1 м/с.

При необходимости выбирают способ очистки удаляемого воздуха и устройства для защиты от статического электричества, для снижения шума и вибрации.

Приложение Х
(рекомендуемое)

Методика расчета искусственного освещения производственных помещений

Основной задачей расчета искусственного освещения является определение числа светильников или мощности ламп для обеспечения нормированного значения освещенности. Расчет осуществляется в следующей последовательности: выбор системы освещения, выбор и размещение светильников в плане и по высоте помещения, определение нормируемого значения освещенности ($E_н$, лк), расчет светового потока ламп и выбор типовых ламп (газоразрядных ламп, ламп накаливания), которые обеспечат требуемую освещенность рабочих поверхностей ($E_н$).

При искусственном освещении рабочих мест нормируется минимальная освещенность рабочей поверхности в зависимости от разряда и подразряда выполняемой работы. Нормативные значения минимальной освещенности приведены в ТКП 45-2.04-153–2009 «Естественное и искусственное освещение».

Нормы освещенности, следует повышать на одну ступень шкалы освещенности в перечисленных ниже случаях:

а) при работах I–IV разрядов, если зрительная работа выполняется более половины рабочего дня;

б) при повышенной опасности травматизма, если освещенность от системы общего освещения составляет 150 лк и менее (работа на дисковых пилах, гильотинных ножницах и т. п.);

в) в помещениях, где более половины работающих старше 40 лет.

Нормы предусматривают применение газоразрядных ламп в качестве основного источника света в производственных помещениях по причине следующих их преимуществ: значительная световая отдача, в 2–4 раза превышающая аналогичный показатель у ламп накаливания; экономичность; благоприятный состав спектра; больший нормативный срок службы, составляющий 6000–12 000 ч против 1000 ч у ламп накаливания.

Для местного освещения кроме газоразрядных источников света рекомендуется использовать лампы накаливания, в том числе галогенные. Применение ксеноновых ламп внутри помещений не допускается.

Выбор системы освещения и светильников обусловливается зрительными работами в помещении, а их размещение должно обеспечить направление световых потоков на рабочие места, ограничение ослепленности, удобство доступа к светильникам для их обслуживания и создание нормированной освещенности более экономичными средствами.

Для общего освещения ряды светильников следует располагать с учетом рабочих мест, по возможности согласовывая направление естественного и искусственного света.

Светильники с лампами накаливания размещаются в вершинах квадратных, прямоугольных или треугольных полей, что дает наибольшую равномерность освещения.

Светильники с газоразрядными (люминесцентными) лампами рекомендуется располагать рядами сплошными или с небольшими разрывами, ориентируя ряды параллельно стенам с окнами или продольным осям помещения по длине вдоль рабочих столов или технологического оборудования.

В узких помещениях допустимо однорядное расположение светильников.

Расчет светового потока, необходимого для обеспечения требуемой освещенности ($E_н$), может осуществляться методом светового потока (по коэффициенту использования светового потока), точечным методом и методом Ватт.

Метод коэффициента использования светового потока предназначен для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей.

Порядок расчета общего равномерного освещения методом коэффициента использования светового потока

Задачей расчета искусственного освещения является определение необходимого количества и мощности ламп электрической осветительной установки для создания в производственном помещении заданной освещенности. Второй задачей является определение ожидаемой освещенности на рабочей поверхности при известном числе и мощности ламп.

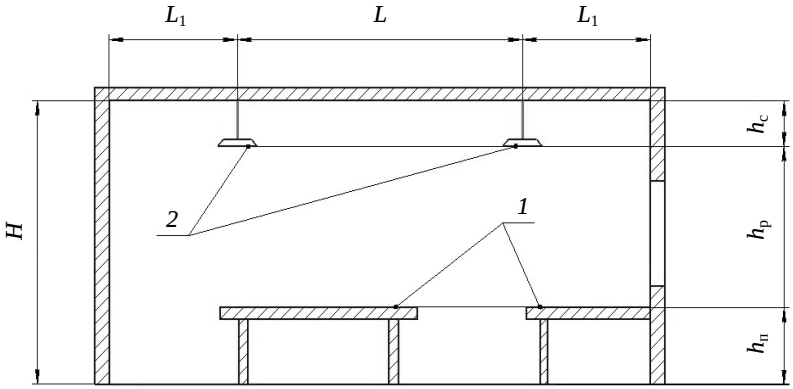
1. С учетом особенности технологического процесса (класса пожароопасности или взрывоопасности) и условий окружающей

среды (помещения нормальное, сухое, влажное и т. д.) выбирают тип светильника.

По разряду и подразряду выполняемой работы определяют необходимую минимальную нормируемую освещенность при общем равномерном освещении в соответствии с ТКП 45-2.04-153–2009 «Естественное и искусственное освещение».

2. Положение светильников в разрезе и на плане помещения определяется расчетной высотой подвеса светильника $h_р$ над рабочей поверхностью и расстоянием L между соседними точечными светильниками или рядами линейных светильников (с люминесцентными лампами).

Расчетная высота подвеса светильника $h_р$ (м) может быть определена исходя из геометрических размеров помещения (рисунок Х.1).



1 – рабочая поверхность; 2 – светильники; H – высота помещения, м;
$h_с$ – расстояние светильника от перекрытия («свес» светильника), м;
$h_п$ – высота рабочей поверхности над полом (обычно $h_п$ = 0,8 м)

Рисунок Х.1 – К расчету высоты подвеса светильника над рабочей поверхностью

$$h_р = H - (h_с + h_п).$$

3. Расстояние L между светильниками (рисунок Х.2) можно определить из заданного для выбранного типа светильников оптимального соотношения $h_р$ и L (таблица Х.1):

$$\lambda = L / h_р.$$

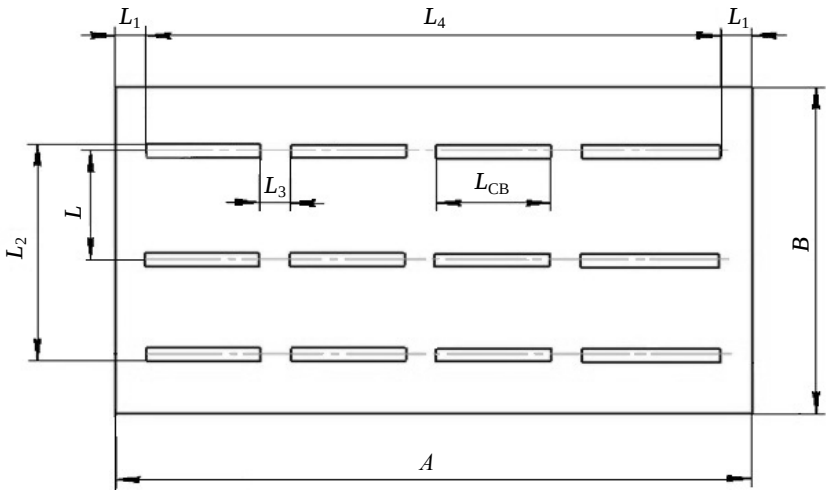


Рисунок Х.2 – Размещение светильников на плане помещения

Таблица Х.1 – Оптимальные значения отношения $\lambda = L / h_р$ для некоторых распространенных светильников

Тип светильника	λ
Светильники с лампами накаливания	
Универсаль без затенителя У	1,5
Универсаль с затенителем Уз	1,4
Глубокоизлучатель эмалированный Гэ	1,4
Глубокоизлучатель Гс	0,9
Глубокоизлучатель Гк	2,7
Фарфоровый полугерметичный Фм	2,0
Промышленный уплотненный без отражателя ПУ, СПБ	2,0
Промышленный уплотненный с отражателем ПУ	1,5
Для химически активной среды без отражателя СХ	2,0
Для химически активной среды с отражателем СХ и СХМ	1,4
Взрывозащищенные без отражателей	2,0
Взрывозащищенные с отражателем	1,4
Светильники с люминесцентными лампами	
ОД, ОДР, ОДОР, МОД, ПВЛ-6, НОГЛ, ПЛУ	1,4
ВОД, ВЛН, ПВЛ-1	1,5
Светильники ЛСП02, ЛСП24	1,8
Светильники ЛСП40, ЛСП44	1,5
Светильники ЛПО46	1,6

Таким образом, расстояние между рядами светильников

$$L = \lambda \cdot h_р.$$

Расстояние от стены помещения до первого ряда светильников (светильники располагаются параллельно продольной оси здания), м:

$L_1 = (0{,}25 \div 0{,}3)\ L$ – если рабочие места расположены у стен;
$L_1 = (0{,}4 \div 0{,}5)\ L$ – если у стен расположены проходы.

4. Расстояние между крайними рядами светильников по ширине помещения, м:

$$L_2 = B - 2L_1,$$

где B – ширина помещения, м.

5. Количество рядов светильников по ширине помещения, шт.:

$$n_{р.св} = (L_2 / L) + 1.$$

6. Расстояние между светильниками в ряду, м:

$$L_3 = 0{,}5h_р.$$

7. Расстояние между крайними светильниками по длине ряда, м:

$$L_4 = A - 2L_1.$$

8. Количество светильников в ряду, шт.:

$$n_{св.\ р} \le \frac{L_4 + L_3}{L_{св} + L_3},$$

где $L_{св}$ – длина светильника (таблицы Х.3, Х.4, Х.5).

9. Общее количество светильников в помещении, шт.:

$$N_{св} = n_р \cdot n_{св.\ р}.$$

Таблица Х.3 – Сортамент и рекомендации по применению светильников ЛСП с 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

Окончание таблицы Х.3

Серия, тип	Число, шт., мощность, Вт	Источник, характеристика помещения, модификация	Длина, мм
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
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

Таблица Х.4 – Технические характеристики люминесцентных ламп (согласно ГОСТ 6825)

Тип лампы	Световой поток, лм	Длина лампы, мм
ЛД36-7	2300	1213,6
ЛХБ36-7	2700	
ЛБ36-7	2800	
ЛТБ36-7	2800	
ЛД40-7	2300	1213,6
ЛХБ40-7	2700	
ЛБ40-7	2800	
ЛТБ40-7	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	

Таблица Х.5 – Технические характеристики светильников ПВЛМ(П)

Наименование	Мощность, Вт	Размеры, мм				Масса, кг
		L	B	H	A	
ПВЛМ П-1×36-002	1×36	1269	65	132	800	1,70
ПВЛМ П-2×36-002	2×36	1269	122	132	800	2,40
ПВЛМ П-1×36-012	1×36	1269	65	132	800	1,30
ПВЛМ П-2×36-012	2×36	1269	122	132	800	1,60
ПВЛМ П-1×40-002	1×40	1269	65	135	800	1,70
ПВЛМ П-2×40-002	2×40	1269	126	135	800	2,40
ПВЛМ П-1×40-012	1×40	1269	65	135	800	1,30
ПВЛМ П-2×40-012	2×40	1269	126	135	800	1,60
ПВЛМ П-1×36-502	1×36	1269	65	132	800	2,30
ПВЛМ П-2×36-502	2×36	1269	122	132	800	3,10
ПВЛМ П-1×36-512	1×36	1269	65	132	800	1,90
ПВЛМ П-2×36-512	2×36	1269	122	132	800	2,30

10. Световой поток одной лампы ($F_{л,}$ лм) рассчитывается по формуле

$$F_{расч} = \frac{E_н K_з Z S_п}{N_{св} n_л \eta},$$

где $E_н$ – нормируемая освещенность, лк;

$S_п$ – площадь помещения, м^2;

$K_З$ – коэффициент запаса, учитывающий запыленность светильников и износ источников света в процессе эксплуатации (таблица Х.6);

Z – коэффициент неравномерности освещения. Рекомендуется принимать для ламп накаливания Z = 1,15, для люминесцентных ламп Z = 1,1;

$N_{св}$ – количество светильников, определяемое из условия равномерного освещения;

$n_л$ – количество ламп в светильнике (для люминесцентных ламп);

η – коэффициент использования светового потока, излучаемого светильниками на расчетной плоскости. Он зависит от типа светильника (Тс), коэффициентов отражения стен $\rho_{ст}$, потолка $\rho_{пот}$ (выбирается по таблице Х.7), рабочей поверхности $\rho_р$, индекса помещения (выбирается по таблицам Х.8, Х.9).

Таблица Х.6 – Значение коэффициента запаса $К_З$ (извлечение из ТКП 45-2.04.153–2009)

Помещения и территории	Примеры помещений	Искусственное освещение			Естественное освещение			
		Коэффициент запаса $К_З$ / Количество чисток светильников в год			Коэффициент запаса $К_З$ / Количество чисток остекления светопроемов в год			
		Эксплуатационная группа светильников по приложению Д			Угол наклона светопропускающего материала к горизонту, градусы			
		1–4	5–6	7	0–15	16–45	46–75	76–90
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Производственные помещения с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне:								
а) свыше 5 мг/м^3 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^3 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^3 пыли, дыма, копоти	Цехи инструментальные, сборочные, механические, механосборочные, пошивочные	$\frac{1,5}{4}$	$\frac{1,4}{2}$	$\frac{1,4}{1}$	$\frac{1,6}{2}$	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1,4}{2}$	$\frac{1,3}{2}$

Окончание таблицы Х.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
г) значительные концентрации паров, кислот, щелочей, газов, способных при соприкосновении с влагой образовывать слабые растворы кислот, щелочей, а также обладающие большой 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 Х.7 – Значения коэффициентов отражения потолка и стен

Состояние потолка	$\rho_{пт}$	Состояние стен	$\rho_{ст}$
Свежепобеленный	0,70	Свежепобеленные с окнами: закрытыми белыми шторами	0,70
Побеленный, в сырых помещениях	0,50	без штор	0,50
Чистый бетонный	0,50	Бетонные с окнами	0,30
Светлый деревянный (окрашенный)	0,50	Оклеенные светлыми обоями	0,30
Бетонный грязный	0,30	Грязные	0,10
Деревянный неокрашенный	0,30	Кирпичные неоштукатуренные	0,10
Грязный (кузницы, склады)	0,10	С темными обоями	00,10

Индекс помещения определяется по формуле

$$i = A \cdot B / [h_p (A + B)],$$

где A и B – длина и ширина помещения в плане; м;

h_p – расчетная высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м.

11. По полученному результату расчета, т. е. требуемому световому потоку, выбирается ближайшая стандартная лампа (таблицы Х.10, Х.11, Х.12).

12. При выборе ближайшей стандартной лампы по полученному в результате расчета световому потоку допускается отклонение светового потока лампы не более чем на –10…+20 %.

Для этого выполняется проверка по формуле

$$\Delta = \frac{F_{станд} - F_{расч}}{F_{расч}}.$$

При невозможности выбора лампы с таким приближением корректируется количество светильников.

13. Последним этапом расчета искусственной освещенности является определение мощности системы освещения:

$$P = P_л n_{св}.$$

Таблица Х.8 – Коэффициенты использования светового потока различных ламп η

Тип светиль-ника	$\rho_{пт}$, %	$\rho_{ст}$, %	Показатель помещения *i*																
			0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0
У и УПМ	70	50	22	32	39	44	47	49	50	52	55	58	60	62	64	66	68	70	73
	50	30	20	26	34	38	41	43	45	47	50	53	55	57	59	62	64	66	69
	30	10	17	23	30	34	37	39	41	43	46	48	51	53	55	58	61	62	64
$У_З$	70	50	19	27	32	35	37	39	40	42	44	46	48	49	51	53	55	56	57
	50	30	15	22	28	31	33	35	36	38	40	42	44	45	47	49	51	52	53
	30	10	12	19	25	28	30	31	32	34	36	39	40	42	44	46	48	48	51
$Г_Э$ и ГПМ	70	50	26	32	36	40	43	45	47	50	54	57	59	61	62	64	66	67	69
	50	30	22	27	31	34	37	40	42	45	49	53	55	57	58	61	63	64	66
	30	10	19	24	28	31	34	37	39	42	46	49	52	54	55	58	60	61	63
$В_3Г$	70	50	16	19	22	26	27	28	30	32	34	36	38	39	41	44	46	47	49
	50	30	10	12	16	19	20	21	22	24	26	28	30	31	33	35	37	38	40
	30	10	7	9	12	14	15	16	17	18	20	22	23	25	26	28	30	32	34
$Л_Ц$	70	50	22	29	34	38	41	44	46	49	52	54	56	58	60	62	64	66	68
	50	50	21	26	31	35	37	40	42	44	47	50	52	53	55	57	58	60	62
	50	30	18	22	27	31	34	36	38	40	43	46	48	49	51	52	54	56	58
СК	70	50	15	19	22	25	28	30	32	35	38	40	42	45	47	49	51	53	55
	50	50	11	14	16	18	20	22	23	26	28	30	31	33	35	37	39	41	42
	50	30	9	11	14	16	18	19	21	23	25	27	29	30	32	34	36	38	40
ОД	70	50	30	34	38	42	45	47	50	53	57	60	62	64	65	67	69	70	72
	50	30	25	29	33	36	39	42	44	48	52	54	57	59	60	63	65	66	69
	30	10	20	25	29	33	35	38	40	43	47	51	54	56	57	60	62	64	66
ОДР и ПВЛ-6	70	50	28	32	35	38	41	44	46	48	52	54	56	58	60	62	63	64	65
	50	30	24	27	30	33	36	38	41	44	47	50	52	54	55	58	59	61	62
	30	10	21	24	27	29	32	34	36	39	43	46.	49	51	52	55	57	58	60

Таблица Х.9 – Коэффициенты использования светового потока при использовании светильников ЛСП

Тип светиль-ника	ЛСП02 2х36 2х58					ЛПО46 2х36					ЛСП24 1х40 2х40 2х36 2х58					ЛСП44 1х40 2х40					ЛПО40 2х40				
$\rho_п$, %	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
$\rho_{пт}$, %	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
$P_р$,%	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
i	Коэффициент использования η, %																								
0,5	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
0,6	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
0,7	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
0,8	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
0,9	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
1,0	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
1,1	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
1,5	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
2,0	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
2,5	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
3,0	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
3,5	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
4,0	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
5,0	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 Х.10 – Величина светового потока ламп накаливания

Мощность ламп, Вт	Напряжение в сети, В	Световой поток, лм	Напряжение в сети, В	Световой поток, лм
25	110, 120, 127	225	220	191
40	110, 120, 127	380	220	336
60	110, 120, 127	645	220	540
75	110, 120, 127	881	220	671
100	110, 120, 127	1275	220	1000
150	110, 120, 127	2175	220	1710
200	110, 120, 127	3050	220	2510
300	110, 120, 127	4875	220	4100
500	110, 120, 127	8725	220	7560
750	110, 120, 127	13690	220	12230
1000	110, 120, 127	19000	220	17200

Таблица Х.11 – Величина светового потока ламп ДРЛ

Тип лампы	Световой поток, лм	Мощность, Вт	Напряжение на лампе, В
ДРЛ-80	2000	80	115
ДРЛ-125	4800	125	125
ДРЛ-250	9500	250	140
ДРЛ-400	18000	400	143
ДРЛ-700	33000	700	143
ДРЛ-1000	46000	1000	143

Таблица Х.12 – Величина светового потока люминесцентных ламп

Тип ламп	Световой поток, лм	Мощность, Вт	Напряжение на лампе, В
ЛДЦ-15	450	15	58
ЛД-15	525		
ЛХБ-15	600		
ЛБ-15	630		
ЛТБ-15	600		
ЛДЦ-20	620	20	60
ЛД-20	760		
ЛХБ-20	900		
ЛБ-20	980		
ЛТБ-20	900		

Окончание таблицы Х.12

Тип ламп	Световой поток, лм	Мощность, Вт	Напряжение на лампе, В
ЛДЦ-30	1100	30	108
ЛД-30	1380		
ЛХБ-30	1500		
ЛБ-30	1740		
ЛТБ-30	1500		
ЛДЦ-40	1520	40	108
ЛД-40	1960		
ЛХБ-40	2200		
ЛБ-40	2480		
ЛТБ-40	2200		
ЛДЦ-80	2720	80	108
ЛД-80	3440		
ЛХБ-80	3840		
ЛБ-80	4320		
ЛТБ-80	3840		

На основе проведенного расчета делается вывод о соответствии освещенности рабочего места нормативным параметрам и, в случае необходимости, предлагаются мероприятия по усовершенствованию действительной освещенности производственного помещения, например: за счет увеличения числа светильников или мероприятия по замене люминесцентных ламп на лампы другого типа и с более высоким световым потоком, или замене ламп накаливания в тех помещениях, где они до сих пор применяются, на люминесцентные лампы.

Приложение Ц
(рекомендуемое)

Методика расчета виброизоляции

Последовательность расчета пружинных амортизаторов

Для расчета пружины, предназначенной для виброизоляции, необходимы следующие исходные данные:

а) статическая нагрузка $P_{ст1}$, приходящаяся на один амортизатор, Н;

б) амплитуда колебательного смещения верхнего торца пружины при рабочем режиме машины ξ_{z1}, м;

в) упругость пружины в вертикальном направлении k_{z1}, Н/м;

г) допускаемое напряжение на кручение материала пружины [τ], Н/м (таблица Ц.1);

д) модуль упругости на сдвиг G, Н/м (таблица Ц.1).

Таблица Ц.1 – Допускаемые напряжения для пружинных сталей

Сталь		Модуль сдвига, Н/м^2·10^{10}	Допускаемые напряжения		Назначение
Группа	Марка		Режим работы	Н/м^2·10^{10}	
Углеродистая	70	7,83	Легкий	4,11	Для пружин с относительно низкими напряжениями при диаметре проволоки менее 8 мм
			Средний	3,73	
			Тяжелый	2,47	
Хромованадиевая закаленная в масле	50ХФА	7,7	Легкий	5,49	Для пружин, воспринимающих динамическую нагрузку, при диаметре прутка не менее 12,5 мм
			Средний	4,90	
			Тяжелый	3,92	
Кремнистая	55С2 60С2 60С2А 63С2А	7,45	Легкий	5,49	Для пружин, воспринимающих динамическую нагрузку, при диаметре прутка более 10 мм, а также для рессор
			Средний	4,41	
			Тяжелый	3,43	

1. Расчетная нагрузка P_1 на одну пружину, Н:

$$P_1 = P_{ст1} + 1{,}5P_{дин1}, \qquad (Ц.1)$$

где $P_{ст1}$ – статическая нагрузка, приходящаяся на одну пружину.

$$P_{\text{ст}1} = \frac{P}{n}, \qquad (Ц.2)$$

где P – вес машины, Н;

n – число пружин.

$$P_{\text{дин}1} = \xi_z k_{z1}, \qquad (Ц.3)$$

где $P_{\text{дин}1}$ – динамическая нагрузка, приходящаяся на одну пружину, Н;

ξ_z – амплитуда вертикальных колебаний объекта на рабочей частоте, м;

k_{z1} – жесткость одного амортизатора в вертикальном направлении, Н/м.

$$\xi_z = \frac{P}{\frac{P}{g}\omega^2 - k_z}, \qquad (Ц.4)$$

где g – ускорение свободного падения, м/с^2;

$\omega = 2\pi f$ – угловая частота колебаний системы, рад/с (f – частота, Гц);

k_z – общая жесткость всех амортизаторов в вертикальном направлении:

$$k_z = m\left(2\pi f_{0z}\right)^2, \qquad (Ц.5)$$

где m – масса механизма, подлежащего виброизоляции (включая массу основания), кг ($m = P / g$);

f_{0z} – частота собственных колебаний системы, Гц:

$$f_{0z} = \frac{f_{\text{в}}}{\Psi_z}, \qquad (Ц.6)$$

где $f_{\text{в}}$ – частота возмущающей силы, Гц;

Ψ_z – коэффициент отношения частоты возмущающей силы к частоте собственных колебаний (рекомендуется $\Psi_z = 3 \div 4$).

$$k_{z1} = \frac{k_z}{n} = \frac{m}{n}\left(2\pi f_{0z}\right)^2. \qquad (Ц.7)$$

Множитель 1,5, на который умножается $P_{дин}$ (формула (Ц.1)), обеспечивает требуемый запас усталостной прочности пружины.

2. Диаметр стального прутка пружины, м:

$$\alpha = 1,6\sqrt{\frac{kP_1\varepsilon}{[\tau]}}, \qquad (Ц.8)$$

где k – коэффициент, учитывающий добавочное напряжение среза (рисунок Ц.1), возникающее в точках сечения прутка, расположенных ближе всего к оси пружины;

ε – индекс пружины ($\varepsilon \approx 4 \div 10$):

$$\varepsilon = \frac{D}{d}, \qquad (Ц.9)$$

где D – средний диаметр пружины, м;

d – диаметр проволоки, м.

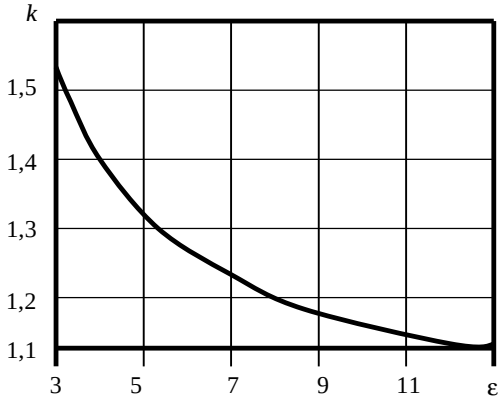


Рисунок Ц.1 – График определения коэффициента k

3. Число рабочих витков пружины

$$i_1 = \frac{Gd}{8k_{z1}\varepsilon^3}, \qquad (Ц.10)$$

где G – модуль сдвига материала пружины, Н/м^2 (см. таблицу Ц.1).

4. Общее количество витков пружины

$$i = i_1 + i_2, \qquad (Ц.11)$$

где i_2 – число нерабочих витков пружины (при $i_1 < 7 \Rightarrow i_2 = 1{,}5$, при $i_1 > 7 \Rightarrow i_2 = 2{,}5$).

5. Высота ненагруженной пружины

$$H_0 \le 2D. \qquad (Ц.12)$$

6. Эффективность виброизоляции, дБ:

$$\Delta h = 40 \lg \frac{f_в}{f_{0z}}. \qquad (Ц.13)$$

7. Выбор готовой пружины, выпускаемой промышленностью.

Проверочный расчет выбранной пружины осуществляется по следующей схеме:

- определяется максимально допустимая статическая нагрузка

$$[P_{ст}] = \frac{\pi d^3 [\tau]}{8kD} - 1{,}5P_{дин}; \qquad (Ц.14)$$

- определяется жесткость пружины в вертикальном направлении:

$$k_{z1} = \frac{Gd}{8\varepsilon^3 i}; \qquad (Ц.15)$$

- находится число пружин из условия:

$$\frac{Q}{[P_{ст}]} \le n \le \frac{k_z}{k_{z1}}, \qquad (Ц.16)$$

где Q – вес машины, Н;

k_z – жесткость всех амортизаторов.

Установка машин на пружинные амортизаторы более эффективна, чем на резиновые, т. к. обеспечивает более низкие собственные частоты колебаний вибрирующего механизма.

Следует располагать центр жесткости виброизоляторов на одной вертикали с центром тяжести массы машины, установленной на специальное основание.

Резиновые амортизаторы

Недостатком резиновых амортизаторов является их недолговечность, т. к. со временем они становятся жестче и через 5–7 лет их необходимо заменять. Кроме того, с их помощью нельзя получить очень низкие собственные частоты колебаний системы, которые необходимы для тихоходных агрегатов, из-за неизбежной в этом случае перегрузки прокладок, что значительно сокращает срок их службы.

1. Выбирается резина с динамическим модулем упругости $E_{дин}$ (таблица Ц.2).

2. Исходя из конструктивных особенностей машины, задаются числом амортизаторов n.

3. Находится поперечный размер A (м) виброизолятора квадратного сечения:

$$A = \sqrt{\frac{Q}{n[\sigma]_{сж}}}, \qquad (Ц.17)$$

где Q – вес машины, Н;

$[\sigma]_{сж}$ – расчетное напряжение сжатия в резине, Н/м^2 (таблица Ц.2).

Таблица Ц.2 – Характеристики виброизолирующих материалов

Марка резины	Динамический модуль упругости $E \cdot 10^5$, Н/м^2	Допустимое напряжение на сжатие $[\sigma]_{сж} \cdot 10^5$, Н/м^2
56	36	4,2
112А	43	1,71
93	59,5	2,4
КР-107	41	2,94
ИРП-1347	39,3	4,4
2566	24,5	0,98

4. Полная высота резинового амортизатора определяется из условия

$$H \geq \frac{A}{4}. \qquad (Ц.18)$$

Следует помнить, что широкие амортизаторы с малой высотой H нежелательны, т. к. они имеют чрезмерную жесткость. Поэтому резиновые коврики, часто подстилаемые под вибрирующие механизмы,

практически неэффективны. Если же по конструктивным соображениям все же придется выбирать широкие листы амортизаторов, последние необходимо делать перфорированными или рифлеными.

5. Определяется рабочая высота амортизатора

$$H_1 = H - \frac{A}{8}. \qquad (Ц.19)$$

6. Рассчитывается жесткость одного резинового амортизатора в вертикальном направлении:

$$k_{z1} = \frac{E_{дин} S_1}{H_1}, \qquad (Ц.20)$$

где $E_{дин}$ – динамический модуль сдвига, Н/м^2;

S_1 – площадь поперечного сечения одного виброизолятора, м^2.

7. Определяется частота собственных вертикальных колебаний виброизолируемой машины:

$$f_{0z} = \frac{1}{\pi}\sqrt{\frac{4\beta^2 g^2 E_{дин}{}^2 n^2}{(8-\beta)^2 Q[\sigma]_{сж}}}, \qquad (Ц.21)$$

где β – отношение поперечного сечения амортизатора к полной ее высоте (A / H);

g – ускорение свободного падения, м/с^2.

Полученную величину f_{0z} сравнивают с ее требуемым значением:

$$f_{0z} = \frac{f_в}{\Psi_z}, \qquad (Ц.22)$$

где $f_в$ – частота возмущающей силы, Гц;

Ψ_z – коэффициент отношения частоты возмущающей силы к частоте собственных колебаний (рекомендуемая величина $\Psi_z \geq 3$).

Если эти значения не сходятся, то в расчет резиновых амортизаторов вносят соответствующие изменения:

а) выбирают тип резины с меньшим динамическим модулем упругости;

б) в допустимых пределах увеличивают статическое напряжение в резине;

в) увеличивают вес машины присоединением к ней бетонного основания;

г) переходят на другие виды амортизаторов, например, стальные или комбинированные.

Данная методика применима не только к резиновым, но и к другим упругим материалам, у которых так же, как и у резины, коэффициент Пуассона близок к 0,5. Для материалов, у которых $\mu < 0{,}5$, в расчете необходимо принимать вместо рабочей высоты H_1 полную высоту амортизатора H.

8. Определяется граничная частота

$$f_{\text{гр}} = 1{,}41 f_{0z}. \qquad \text{(Ц.23)}$$

На резонансной частоте понижается виброизолирующая способность амортизаторов. Чем выше частота по сравнению с $f_{\text{гр}}$, тем эффективнее влияние прокладок.

9. Определяется эффективность прокладок или снижение уровня вибрации.

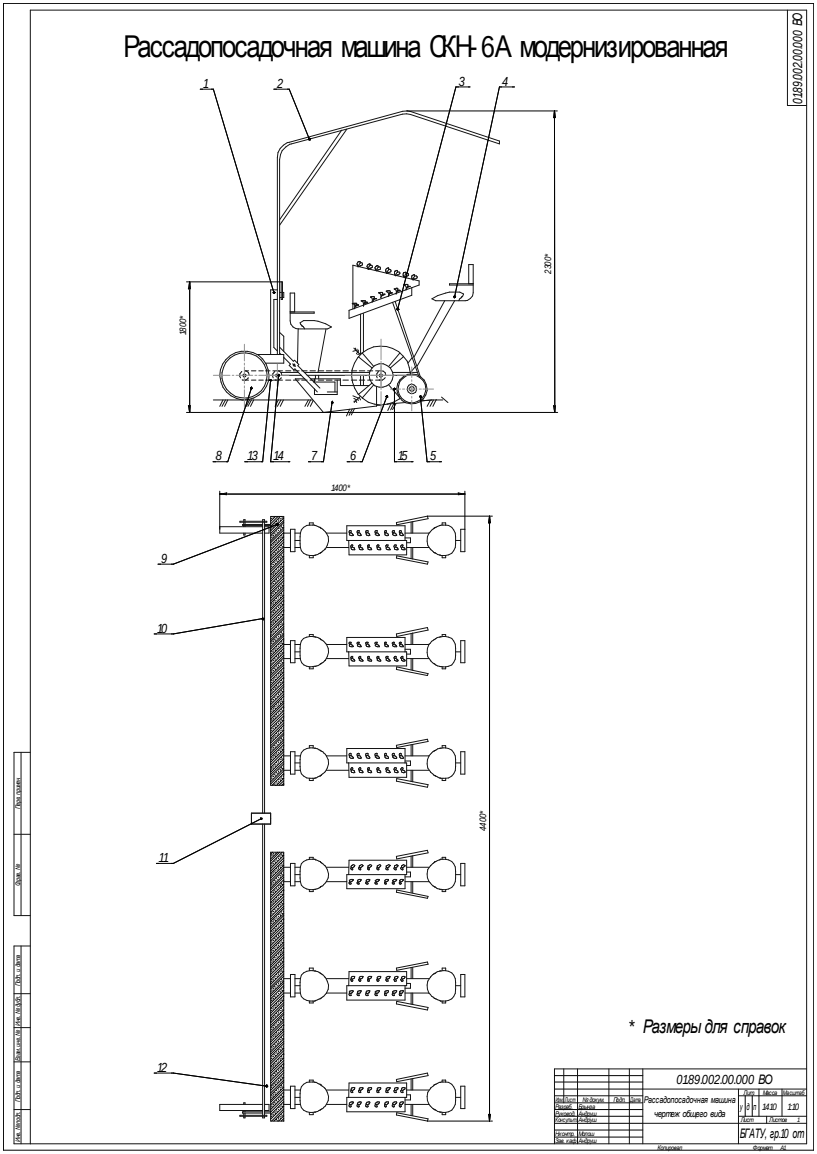
На частотах выше граничной эффективность ΔL определяется по формуле

$$\Delta L = 40 \lg \frac{f_n}{f_{\text{гр}}}, \qquad \text{(Ц.24)}$$

где f_n – текущая частота, Гц.

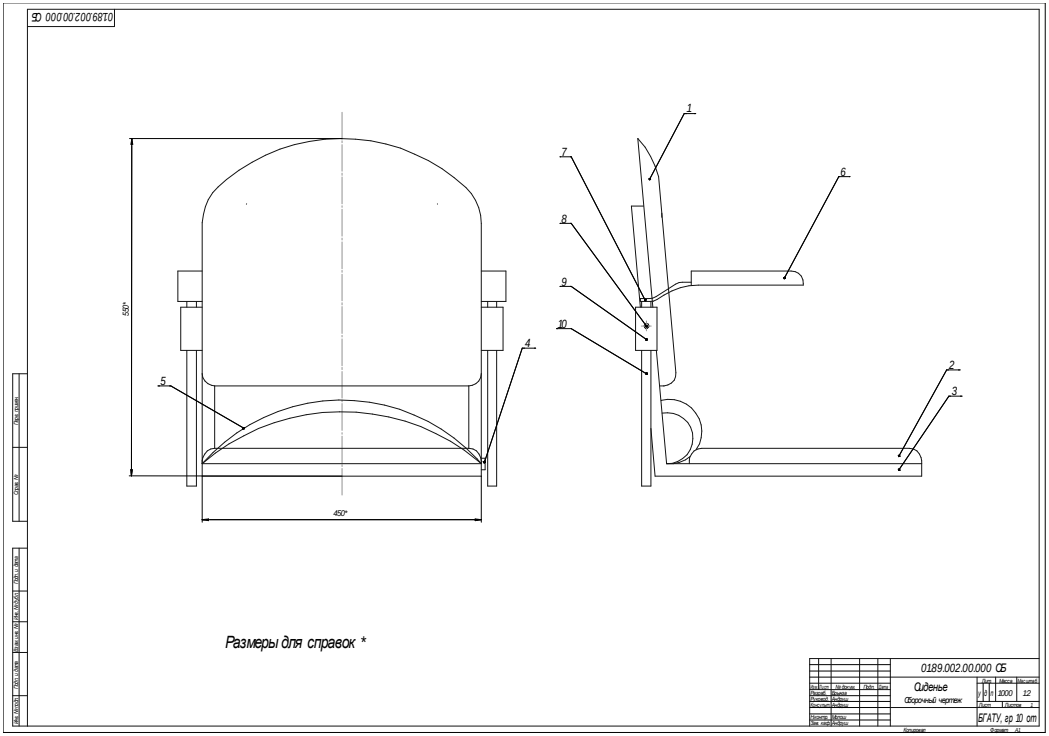
Приложение Ш
(рекомендуемое)

Пример оформления чертежа общего вида



Приложение Щ
(рекомендуемое)

Пример оформления сборочного чертежа



Учебное издание

УПРАВЛЕНИЕ ОХРАНОЙ ТРУДА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ. ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Учебное пособие

Составители:
Андруш Виталий Григорьевич,
Ткачева Людмила Тимофеевна,
Молош Тамара Владимировна

Ответственный за выпуск *В. Г. Андруш*
Корректор *Т. В. Каркоцкая*
Компьютерная верстка *Д. А. Значёнок, Т. В. Каркоцкой*
Дизайн обложки *Д. О. Бабаковой*

Подписано в печать 03.06.2019. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 13,02. Уч.-изд. л. 10,18. Тираж 98 экз. Заказ 260.

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, 99–2, 220023, Минск.