

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК
ПО НАИЛУЧШИМ ДОСТУПНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

ИТС 41-2023 ИНТЕНСИВНОЕ РАЗВЕДЕНИЕ СВИНЕЙ



Москва
2023

Оглавление

Введение.....	V
Предисловие.....	VII
Область применения.....	1
Раздел 1 Общая информация об отрасли свиноводства в Российской Федерации	3
1.1 поголовье свиней в мире и Российской Федерации.....	3
1.2 Производство свинины в мире и Российской Федерации.....	7
1.3 Структура потребления мяса населением	11
1.4. Прогноз развития отрасли свиноводства	12
1.5 Анализ приоритетных проблем, обусловленных интенсивным выращиванием свиней....	17
Раздел 2 Основные технологические процессы, используемые в настоящее время в отрасли при интенсивном выращивании свиней в Российской Федерации.....	26
2.1 Технологические нормативы. Основные технологические параметры работы свиноводческих предприятий различной мощности	26
2.2 Технологии содержания хряков-производителей. Технологические нормативы	30
2.3 Технологии содержания холостых, условно-супоросных, супоросных свиноматок.....	34
2.4 Технологии содержания подсосных свиноматок. Технологические нормативы, типы станков и станочное оборудование	50
2.5 Системы выращивания поросят-отъемышей. Технологические нормативы, микроклимат помещений	59
2.6 Технологии откорма свиней. Технологические нормативы	62
2.7 Технологии выращивания ремонтного молодняка свиней	66
2.8 Технологии кормления свиней	68
2.8.1 Организация эффективного использования кормов	68
2.8.2 Нормативные требования к организации кормления свиней.....	69
2.8.3 Системы приготовления и раздачи кормов.....	71
2.9 Технологии поения свиней	80
2.10 Системы создания микроклимата	91
2.11 Технологии удаления навоза и подготовка свиного навоза к использованию	117
2.11.1 Техничко-экономические и экологические показатели технологий переработки свиного навоза и внесения органического удобрения.....	164
Раздел 3 Текущие уровни потребления ресурсов и эмиссий в окружающую среду.....	165
3.1 Материальный баланс процесса интенсивного выращивания свиней	165
3.1.1 Удельный расход кормов на свиноводческих предприятиях	166
3.1.2 Удельный расход воды на свиноводческих предприятиях	172
3.1.3 Удельный расход энергетических ресурсов на свиноводческих предприятиях.....	177
3.2 Выбросы и сбросы вредных веществ при интенсивном выращивании свиней.....	181

3.2.1 Выбросы аммиака при интенсивном разведении свиней.....	190
3.2.2 Выбросы сероводорода при интенсивном разведении свиней	200
3.2.3 Выбросы загрязняющих веществ, имеющих запахи, при интенсивном разведении свиней	204
3.3 Уровень шума, возникающего в процессе интенсивного разведения свиней	207
3.4 Экологические маркеры при интенсивном разведении свиней.....	208
Раздел 4 Определение наилучших доступных технологий.....	210
4.1 Система экологического менеджмента.....	211
4.2 Система энергетического менеджмента.....	213
4.3 Обзор современных технологий, направленных на улучшение экологичности и ресурсоэффективности интенсивного разведения свиней	216
4.3.1 Снижение удельных расходов материальных ресурсов при интенсивном разведении свиней	217
4.3.2 Технологии для предотвращения и / или уменьшения выбросов пыли	218
4.3.3 Технологии снижения уровня запаха.....	218
4.4 Технологии снижения уровня шума, возникающего в процессе интенсивного разведения свиней.....	221
4.5 Производственный экологический контроль	221
4.5.1 Структура и содержание программы ПЭК.....	223
Раздел 5. Наилучшие доступные технологии	229
5.1 Система экологического менеджмента (СЭМ)	238
5.2 Управление материальными ресурсами и надлежущая организация производства при разведении свиней.....	239
5.3 Управление кормлением	240
5.4 Управление водными ресурсами, сточными водами, навозом	242
5.5 Управление системой потребления энергетических ресурсов и энергоэффективностью	244
5.6 Эффективное использование энергии.....	245
5.7 Управление снижением выбросов в атмосферу	246
5.8 Управление снижением выбросов загрязняющих веществ, имеющих запах	247
5.9 Выбросы пыли.....	249
5.10 Управление шумовым воздействием.....	251
5.11 Управление системой контроля ключевых параметров процессов производства.....	251
5.12 Управление системой обращения с отходами	252
Раздел 6 Перспективные технологии.....	280
6.1 Система автоматического контроля и управления свинокомплексом	280
6.2 Система анализа половой охоты свиноматок	281
6.3 Система кормления поросят-сосунов	282
6.4 Система жидкого кормления для выращивания поросят-отъемышей.....	284

ИТС 41–2023

6.5 Система автоматического кормления свиней	285
6.6. Технологии биологической обработки навоза и удаления аммиака	286
6.7. Отделение фосфора на основе гипсового осадка	288
6.8 Технологии очистки отработанного воздуха под полом при системе размещения с полностью решетчатым полом.....	289
6.9 Технология очистки потока отработанного воздуха системой вентиляции, расположенной под частично решетчатым полом со скрепером и отделением мочи	292
6.10 Технологии размещения свиней в загонах с почти нулевым уровнем выбросов в окружающую среду	294
6.11 Краски с содержанием фотокаталитического диоксида титана (TiO ₂) для нанесения защитного покрытия.....	297
6.12 Процесс и технологии для полной глубокой переработки сельскохозяйственных отходов в биологические удобрения и энергию	297
6.13 Экологически безопасная и безотходная переработка (утилизация) побочных продуктов (отходов) животноводства	301
Заключительные положения и рекомендации	306
Приложение А (обязательное) Перечень маркерных веществ и технологических показателей отраслевого НДТ ИТС «Интенсивное разведение свиней»	309
Приложение Б (обязательное) Перечень НДТ ИТС «Интенсивное разведение свиней»	310
Приложение В (обязательное) Ресурсная и энергетическая эффективность	311
Приложение Г (обязательное) Индикативные показатели удельных выбросов парниковых газов при интенсивном разведении свиней ИТС НДТ «Интенсивное разведение свиней»	316
Приложение Д (обязательное) Заключение по наилучшим доступным технологиям «Интенсивное разведение свиней».....	323
Библиография.....	333

Введение

Настоящий информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям «Интенсивное разведение свиней» (далее – справочник НДТ) является документом по стандартизации, разработанным в результате анализа технических, технологических и управленческих решений, применяемых при производстве свинины.

Структура настоящего справочника НДТ соответствует ГОСТ Р 113.00.03-2019 [1], формат описания технологий – ГОСТ Р 113.00.04-2020 [2], термины приведены в соответствии с ГОСТ Р 56828.15-2016 [3], ГОСТ 27774-88 [4] и ГОСТ Р 34103-2017 [5].

Краткое содержание справочника

Введение. Представлено краткое содержание настоящего справочника НДТ.

Предисловие. Указаны цель разработки настоящего справочника НДТ, его статус, законодательный контекст, краткое описание процедуры создания в соответствии с установленным порядком, а также взаимосвязь с аналогичными международными документами.

Область применения. Описаны основные виды деятельности, на которые распространяется действие настоящего справочника НДТ.

В **разделе 1** представлена информация о сложившемся состоянии и уровне развития в Российской Федерации отрасли свиноводства; проведен анализ поголовья свиней в мире и по регионам Российской Федерации; исследована структура рынка производителей свинины в России; подготовлен прогноз производства, потребления, импорта и экспорта свинины и развития отрасли свиноводства. Приведены также основные факторы и аспекты, характеризующие отраслевые проблемы, в том числе, связанные с использованием устаревших «типовых» проектов и оборудования.

В **разделе 2** представлены сведения об основных технологических параметрах работы свиноводческих хозяйств различной мощности:

- а) общие сведения о технологических схемах производства;
- б) общие сведения об основном технологическом и природоохранном оборудовании, применяемом при интенсивном разведении свиней, включая:
 - 1) технологии содержания хряков-производителей;
 - 2) технологии содержания холостых, условно-супоросных, супоросных свиноматок;
 - 3) технологии содержания подсосных свиноматок;
 - 4) технологии выращивания поросят-отъемышей;
 - 5) технологии выращивания ремонтного молодняка свиней;
 - 6) технологии содержания свиней на откорме;
 - 7) технологии переработки, хранения и внесения навоза.

В **разделе 3** дана оценка удельного потребления энергоресурсов и уровней эмиссий в окружающую среду, характерных для интенсивного разведения свиней в Российской Федерации. Раздел подготовлен на основании данных, представленных предприятиями агропромышленного комплекса Российской Федерации в рамках разработки настоящего справочника НДТ, а также различных литературных источников.

В **разделе 4** описаны особенности подходов, использованных при разработке настоящего справочника НДТ и в целом соответствующих «Правилам определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям» (утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 23 декабря 2014 года № 1458 [6] и «Методическим рекомендациям по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии» (утверждены приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 23 августа 2019 года № 3134 [7]).

В **разделе 5** приведены краткие описания НДТ, внедрение которых целесообразно и актуально при интенсивном разведении свиней и которые позволяют сократить эмиссии в окружающую среду, потребление сырья, воды, энергии и снизить образование отходов и побочных продуктов производства.

В **разделе 6** приведены краткие доступные сведения о новых технологических и технических решениях, направленных на повышение энергоэффективности, ресурсосбережение, снижение эмиссий загрязняющих веществ, эффективное обращение с отходами, промежуточными и побочными продуктами.

Заключительные положения и рекомендации. Приведены сведения о членах технической рабочей группы, принимавших участие в разработке настоящего справочника НДТ, и рекомендации по дальнейшим исследованиям экологических аспектов производственной деятельности и улучшению технологических показателей.

Библиография. Приведен перечень источников информации и нормативных правовых актов, использованных при разработке настоящего справочника НДТ.

Предисловие

Цели, основные принципы и порядок разработки справочника НДТ установлены постановлением Правительства Российской Федерации от 23 декабря 2014 года № 1458 [6]. Перечень областей применения наилучших доступных технологий определен распоряжением Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2014 года № 2674-р [8].

1 Статус документа

Настоящий справочник НДТ является документом по стандартизации и разработан в соответствии с положениями, требованиями и терминологией, изложенными в национальных стандартах в области наилучших доступных технологий [1], [2], [3], [9].

2 Информация о разработчиках

Настоящий справочник НДТ разработан технической рабочей группой «Интенсивное разведение свиней» (ТРГ 41), состав которой утвержден приказом Минпромторга России от 17 февраля 2023 года № 533 «О создании технической рабочей группы «Интенсивное разведение свиней» и актуализирован приказом Минпромторга России от 20 ноября 2023 года № 4417 «О внесении изменений в приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 17 февраля 2023 года № 533» [10].

Перечень организаций и их представителей, принимавших участие в разработке настоящего справочника НДТ, приведен в разделе «Заключительные положения и рекомендации».

Настоящий справочник НДТ представлен на утверждение Бюро наилучших доступных технологий (далее – Бюро НДТ) (www.burondt.ru).

3 Краткая характеристика

Настоящий справочник НДТ содержит описание применяемых при интенсивном разведении свиней процессов, оборудования, технических приемов, методов, в том числе позволяющих снизить негативное воздействие на окружающую среду, сократить водопотребление, повысить энергоэффективность и ресурсосбережение. Из описанных технологических процессов, оборудования, технических способов, методов определены решения, являющиеся наилучшими доступными технологиями (далее – НДТ).

В настоящем справочнике НДТ установлены соответствующие технологические показатели НДТ.

4 Взаимосвязь с международными, региональными аналогами

ИТС НДТ разработан в результате проведения экспертных оценок и консультаций со специалистами ведущих отечественных предприятий, научно-исследовательских, проектных и образовательных организаций. Составители справочника приняли также во внимание материалы справочника Европейского союза по наилучшим доступным технологиям «Интенсивное выращивание птицы и свиней» («Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs», 2017 [11])

ИТС 41–2023

и «Commission Implementing Decision (EU) 2017/302 of 15 February 2017 establishing best available techniques (BAT) conclusions» [12]. Информация из справочника Европейского союза использовалась с учётом климатических и логистических особенностей ведения хозяйства в Российской Федерации».

5 Сбор данных

Информация о технологических процессах, оборудовании, технических способах, методах, применяемых при интенсивном разведении свиней в Российской Федерации, была собрана в процессе разработки настоящего справочника НДТ в соответствии с положениями Порядка сбора и обработки данных, необходимых для разработки и актуализации информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям, утвержденного приказом Минпромторга России от 18 декабря 2019 года № 4841 «Об утверждении порядка сбора и обработки данных, необходимых для разработки и актуализации информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям» [13].

6 Взаимосвязь с другими справочниками НДТ

Взаимосвязь настоящего справочника НДТ с другими справочниками НДТ, разработанными или разрабатываемыми в соответствии с распоряжением Правительства РФ от 10 июня 2022 года № 1537-р [14], приведена в разделе «Область применения».

7 Информация об утверждении, опубликовании и введении в действие

Настоящий справочник НДТ утвержден приказом Росстандарта от 14 декабря 2023 г. № 2709.

Настоящий справочник НДТ введен в действие с 1 января 2024 г., официально опубликован в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.gost.ru).

**ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК
ПО НАИЛУЧШИМ ДОСТУПНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ**

ИНТЕНСИВНОЕ РАЗВЕДЕНИЕ СВИНЕЙ

Intensive Rearing of Pigs

Дата введения – 2024-01-01

Область применения

Основным видом деятельности, на который распространяется настоящий справочник НДТ, является разведение свиней.

Разведение свиней относится в соответствии с общероссийским классификатором видов экономической деятельности к разделу 01.4 – Животноводство.

Коды по общероссийскому классификатору видов экономической деятельности (ОКВЭД 2) и общероссийскому классификатору продукции по видам экономической деятельности (ОКПД 2), соответствующие области применения настоящего справочника НДТ, приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Коды по ОКВЭД 2

Код по ОКВЭД 2	Наименование вида деятельности по ОКВЭД 2
01.46	Разведение свиней
20.15.8	Производство удобрений животного или растительного происхождения

Таблица 2 – Коды по ОКПД 2

Код по ОКПД 2	Наименование продукции по ОКПД 2
01.46.10.100	Свиньи чистопородные племенные
01.46.10.110	Свиньи взрослые чистопородные племенные
01.46.10.120	Молодняк чистопородных племенных свиней
01.46.10.200	Свиньи основного стада, кроме чистопородных
01.46.10.210	Свиньи взрослые основного стада, кроме чистопородных
01.46.10.220	Молодняк свиней основного стада, кроме чистопородных
01.46.10.400	Сперма хряков
01.49.28.200	Побочные продукты животноводства
01.62.10.110	Услуги по стимулированию разведения, роста и продуктивности животных
01.62.10.140	Услуги по содержанию и уходу за сельскохозяйственными животными

ИТС 41–2023

Окончание таблицы 2

Код по ОКПД 2	Наименование продукции по ОКПД 2
01.62.10.150	Услуги по чистке сельскохозяйственных помещений
01.62.10.170	Услуги, связанные с искусственным осеменением
01.62.10.190	Услуги, связанные с работами в животноводстве прочие, не включенные в другие группировки
20.15.80.110	Удобрения животного происхождения
28.30.34.000	Разбрасыватели органических и минеральных удобрений
28.30.86.110	Оборудование для сельского хозяйства, не включенное в другие группировки
36.00.20.120	Услуги по обработке воды для промышленных и прочих нужд

Настоящий справочник НДТ не распространяется на вопросы, относящиеся исключительно к обеспечению промышленной безопасности или охране труда.

Вопросы охраны труда рассматриваются частично и только в тех случаях, когда они оказывают непосредственное влияние на виды деятельности, включенные в область применения настоящего справочника НДТ.

Дополнительные виды деятельности, осуществляемые при интенсивном разведении свиней, и соответствующие им справочники НДТ, определенные распоряжением Правительства Российской Федерации от 10 июня 2022 г. № 1537-р [14], приведены в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 – Дополнительные виды деятельности, осуществляемые при интенсивном разведении свиней, и соответствующие им справочники НДТ

Вид деятельности	Наименование соответствующего справочника НДТ
Очистка выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух	Справочник НДТ ИТС 22-2016 «Очистка выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух при производстве продукции (товаров), а также при проведении работ и оказании услуг на крупных предприятиях»
Утилизация и обезвреживание отходов	Справочник НДТ ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)»
Размещение отходов	Справочник НДТ ИТС 17-2021 «Размещение отходов производства и потребления»
Дубление, крашение, выделка шкур и кожи	Справочник НДТ ИТС 40-2021 «Дубление, крашение, выделка шкур и кожи»
Убой животных на мясокомбинатах	Справочник НДТ ИТС 43-2017 «Убой животных на мясокомбинатах, мясохладобойнях, побочные продукты животноводства»
Производство продуктов питания	Справочник НДТ ИТС 44-2017 «Производство продуктов питания»

Раздел 1 Общая информация об отрасли свиноводства в Российской Федерации

1.1 поголовье свиней в мире и Российской Федерации

В настоящее время в мире свиноводство развивается в основном не за счет повышения численности животных, а путем увеличения скороспелости, выхода мясной продукции, что достигается за счёт внедрения инноваций в области генетики, селекции, биологии пищеварения, репродукции и воспроизводства, технологий интенсивного откорма. В странах мира прирост поголовья свиней в разные периоды происходит неравномерно (таблица 1.1). Так, за период 2010–2022 гг. наибольшие среднегодовые темпы роста наблюдались в США (+14,3%), Испании (+32,6%), России (+62,7%).

Значительные темпы прироста поголовья свиней отмечены в России в период 2010–2020 гг. (+ 8,682 млн голов). В последующие годы продолжается прирост поголовья свиней в основном за счёт крупных свиноводческих предприятий, которые завершили строительство или реконструкцию и выходят на полную мощность [15].

Таблица 1.1 – Динамика поголовья свиней по странам мира (млн голов), [16]

Страна	Годы					
	2010	2012	2019	2020	2021	2022
Китай	464,600	475,922	310,410	406,500	449,220	452,560
США	64,925	66,374	76,833	77,312	74,446	73,119
Испания	25,704	25,250	31,246	32,796	34,454	34,075
Германия	26,901	28,331	26,053	26,070	23,762	21,330
Вьетнам	27,373	26,494	19,616	22,028	23,533	24,685
Россия	17,218	18,816	25,155	25,900	26,193	28,010
Канада	12,690	12,610	14,065	14,120	14,170	13,930
Дания	12,293	12,281	12,728	13,391	13,152	11,541
Нидерланды	12,206	12,104	11,921	11,541	10,872	10,706
Италия	9,321	8,662	8,510	8,543	8,408	8,739
Великобритания	3,514	3,417	3,776	3,748	4,086	3,712

В связи с распространением инфекционных заболеваний в период 2019–2020 гг. в азиатских странах отмечается тенденция снижения поголовья свиней.

Следует отметить, что в Китае в 2021 году наблюдаются строительство крупнейших многоэтажных комплексов и увеличение поголовья свиней.

На рисунке 1.1 приведена диаграмма изменения поголовья свиней в хозяйствах

ИТС 41–2023

всех категорий Российской Федерации за период с 1990 по 2022 год по данным Росстата.

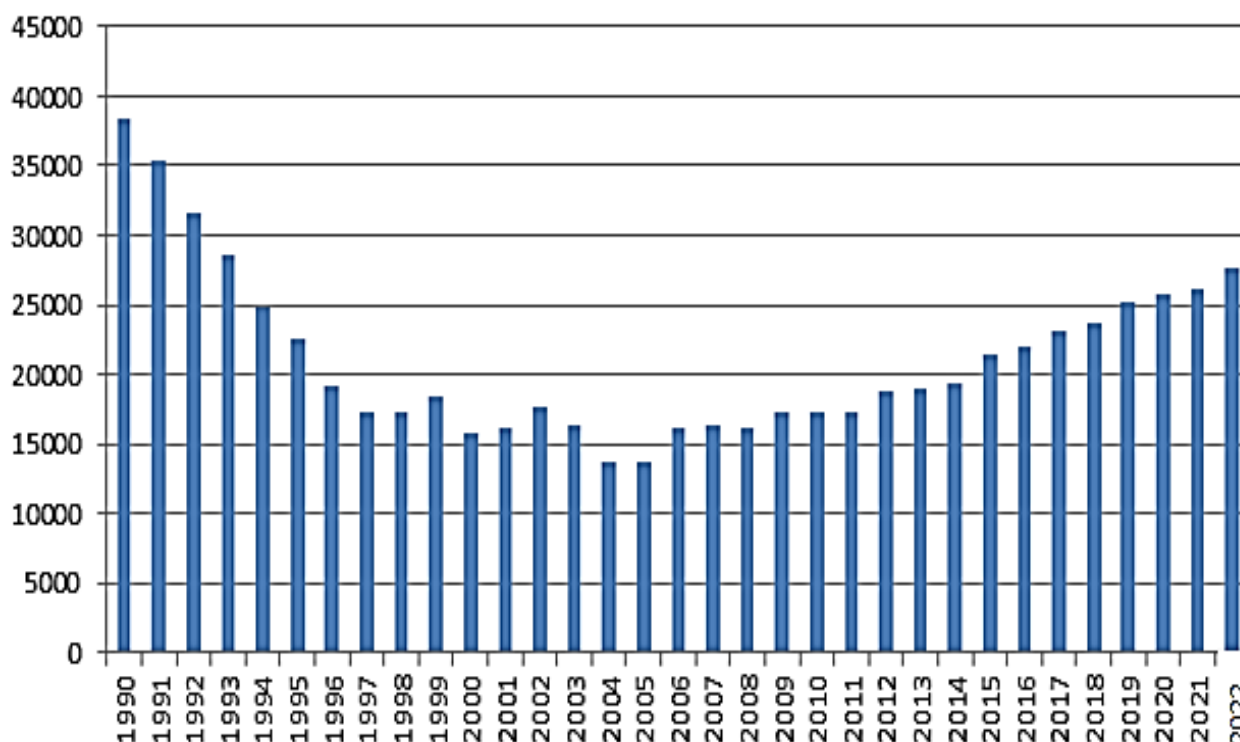


Рисунок 1.1 – Поголовье свиней в хозяйствах всех категорий Российской Федерации (на конец года, млн. голов)*

* Данные без учета статистической информации по Донецкой Народной Республике (ДНР), Луганской Народной Республике (ЛНР), Запорожской и Херсонской областям.

По данным Росстата, на 1 сентября 2023 года численность свиней во всех категориях сельхозтоваропроизводителей составила 28 842,3 млн голов.

Однако размещение поголовья свиней на территории Российской Федерации остаётся неоднородным (рисунок 1.2) [17].

Выделяются Южный, Северо-Кавказский, Поволжский округа – крупнейшие регионы по производству зерна всех видов, свеклосахарной и маслосеменной промышленности. Центральное-Черноземный округ – с развитым зерновым хозяйством, картофелеводством и свеклосахарной промышленностью. В этих районах размещается 60% всего поголовья свиней в России. Благоприятными природными и экономическими предпосылками для развития свиноводства располагают Уральский и Сибирский округа с большими площадями кормовых и зерновых культур. В последние годы активно развивается Дальневосточный федеральный округ.

В Центральном федеральном округе численность свиней составляет от 1,145 до 4,527 млн гол., в Южном федеральном округе от 510 до 1,145 млн гол., в Приволжском, Уральском и Сибирском федеральных округах от 510 до 1145 тыс. гол. В Северо-Западном, Северо-Кавказском и Дальневосточном федеральных округах численность свиней составляет от 170 до 510 тыс. гол.

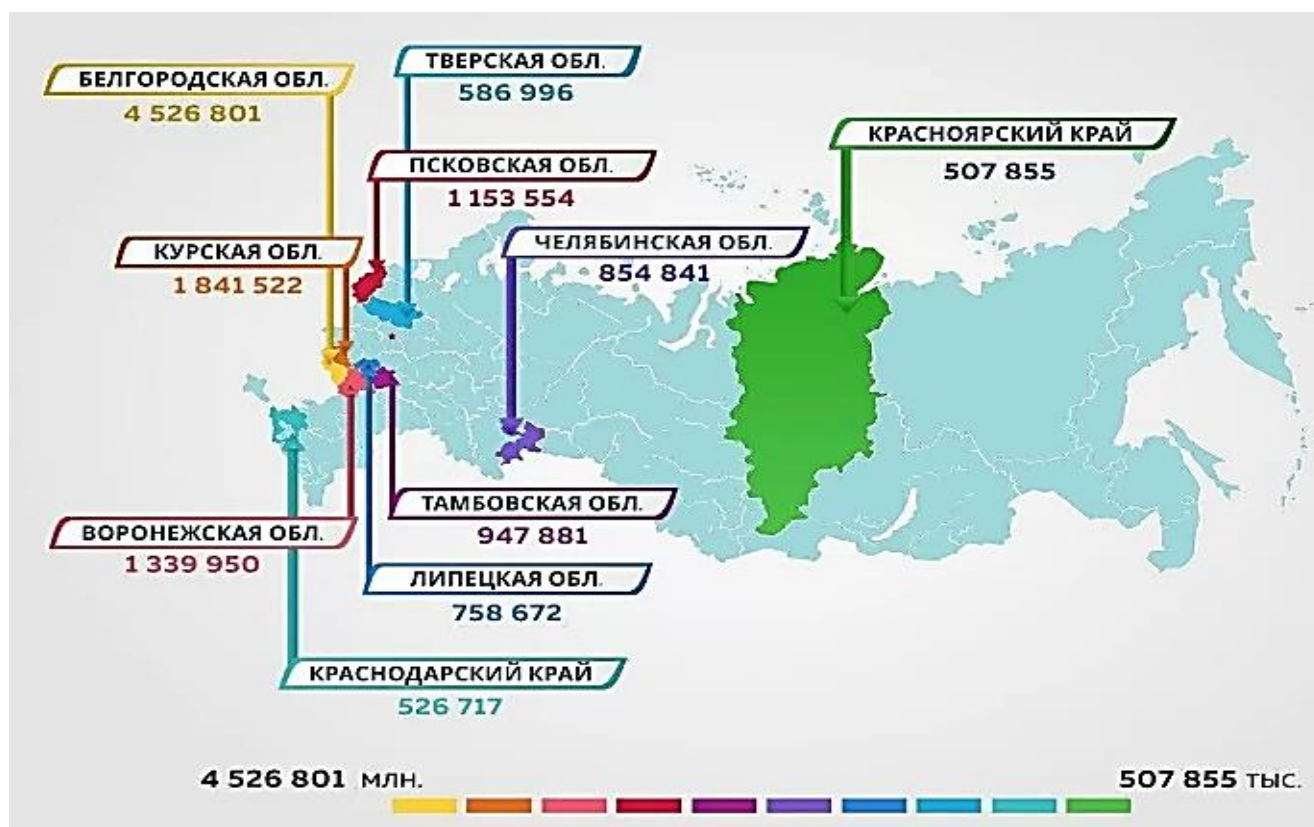


Рисунок 1.2 – Поголовье свиней по регионам России [17]

Показателем развития интенсивности свиноводства является показатель плотности размещения свиней на 1 км² пашни. Страны ранжируются по их общей площади обрабатываемых земель, которая представляет собой сумму общей площади пахотных земель и общей площади постоянных культур.

Пахотные земли определяются как возделываемые под такие культуры, как пшеница, кукуруза и рис, которые пересаживаются после каждого сбора урожая. Процентные показатели пахотных земель, земель под постоянные культуры и других угодий взяты из CIA World Factbook.

Первое место среди стран мира по площади обрабатываемых земель занимает Индия – 53,7% и 50,4% пахотных земель, второе место США – 17,1 и 16,8%, третье место Россия – 7,4 и 7,3%. Четвертое место занимает Китай – 12,9 и 11,3%, на пятом месте Бразилия – 9,4 и 6,7%, на шестом месте Канада – 5,2 и 4,3%, на седьмом месте Австралия – 6,3 и 4,0%. Восьмое место занимает Индонезия – 25,1 и 13%, на девятом месте Нигерия – 44,7 и 37,3%, замыкает десятку Аргентина – 14,3 и 13,9%.

Плотность поголовья свиней характеризует развитие свиноводства по отношению к сельскохозяйственным ресурсам страны. Нидерланды характеризуются очень высокой плотностью размещения свиней – более 600 голов, Дания – более 500 голов, Мальта и Бельгия – более 450 голов, Кипр – более 270 голов на квадратный километр пахотных земель.

На рисунке 1.3 представлено размещение свиней в разных странах мира [18].

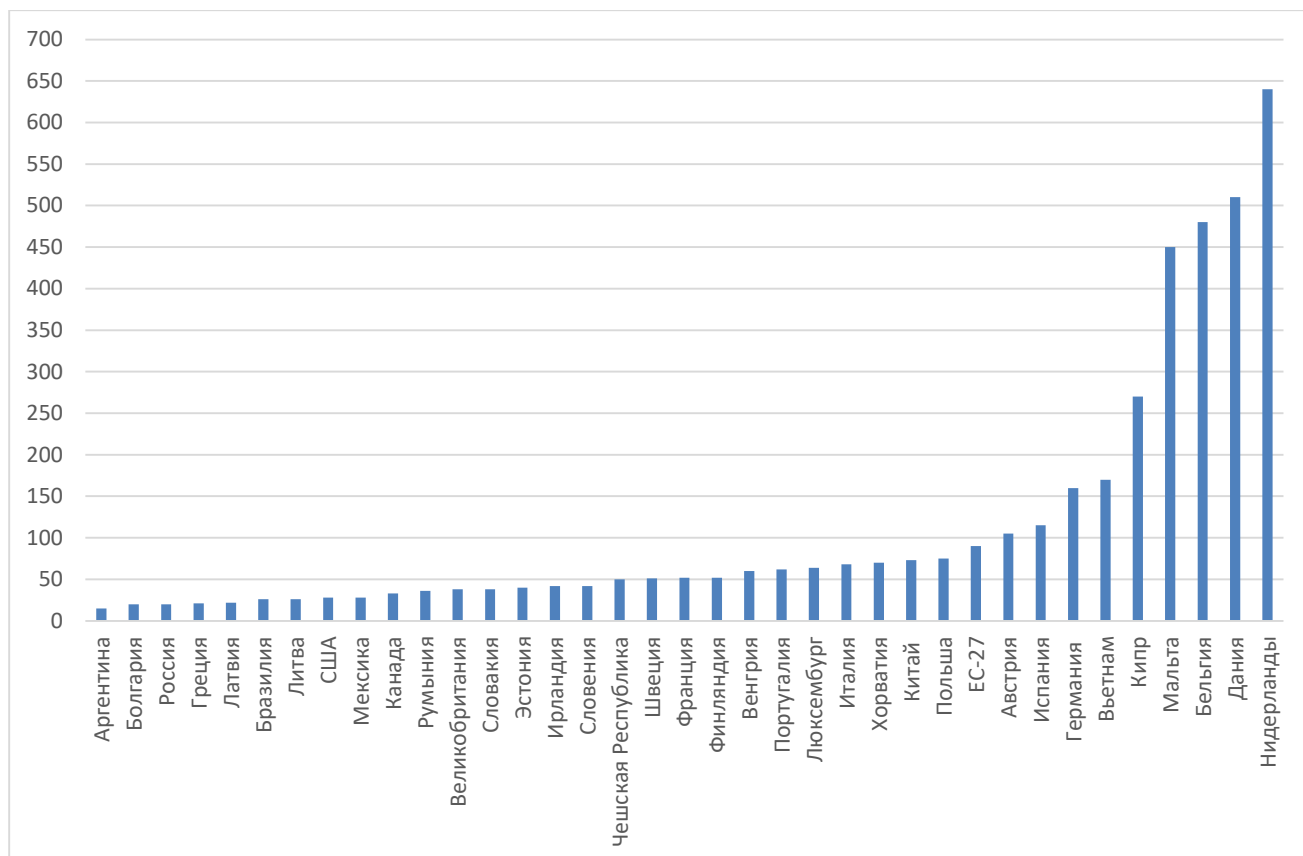


Рисунок 1.3 – Количество свиней/км² пашни

Данные по пашням: Всемирный банк. Инвентаризационные данные: Ztres3 [18].

В России показатель плотности размещения поголовья свиней на площадь пашни, по сравнению с Данией, Нидерландами, Бельгией, Мальтой, незначителен (20 голов), что обусловлено большой разницей в площади стран. Однако интенсивность развития свиноводства в некоторых областях Российской Федерации, таких как Белгородская, Курская, Орловская, находящихся в сопоставимых территориальных границах с некоторыми странами мира, отражают интенсивность развития свиноводства в регионах Российской Федерации (рисунок 1.4) [19].



Рисунок 1.4 – Плотность свиноводства (гол. свиней) на 1 км² [19]

На рисунке 1.5 приведена плотность размещения свиней по территории Российской Федерации [20].



Рисунок 1.5 – Плотность поголовья свиней относительно общей площади РФ [20]
Плотность животных в субъектах РФ на км² общей площади

Плотность размещения свиней связана с различными природно-климатическими условиями РФ и возможностью обеспечения свиноводческих предприятий кормами собственного производства. Низкая интенсивность развития свиноводства в Северо-Западном, Уральском, Сибирском, Дальневосточном, Крымском регионах связана с недостаточным развитием растениеводства из-за ограниченности пригодных для земледелия площадей, отсутствия инфраструктуры и других факторов, что влияет на себестоимости продукции [21].

1.2 Производство свинины в мире и Российской Федерации

По данным ФГБУ «Центр Агроаналитики» [22], свинина остается главным источником животного белка в мире, ее выпуск растет год от года. В 2020 году производство свинины сократилось из-за масштабных вспышек африканской чумы свиней (АЧС) в странах Юго-Восточной Азии, прежде всего в Китае.

Эпидемия стала самой масштабной в истории, так, в Китае производство сократилось более чем на 20 млн т, во Вьетнаме было уничтожено все поголовье свиноматок. В то время как в одних государствах сокращалось производство, в таких странах, как Бразилия, страны ЕС, Канада, США его наращивали для увеличения поставок на рынок Юго-Восточной Азии (таблица 1.2).

ИТС 41–2023

Таблица 1.2 – Производство свинины в ведущих странах-производителях, млн т

Страна	Год						Соотношение показателей 2023 и 2022 гг, %
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Китай	54,0	42,6	36,3	47,5	55,0	55,0	0
ЕС	23,2	23,0	23,2	23,6	22,5	21,8	-3,2
США	11,9	12,5	12,8	12,6	12,3	12,5	1,6
Россия	3,7	3,9	4,3	4,3	4,5	4,7	4,4
Бразилия	3,8	4,0	4,1	4,4	4,4	4,4	0
Канада	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,1	0
Всего	111,9	101,0	95,8	107,6	113,8	114,1	0,26

Источники: USDA (прогноз на 2023 г., апрель); Росстат. [22]

Основным поставщиком свинины в Китай стала Испания, до вспышек АЧС объем отгрузок из этой страны составлял 400 млн долл. в год, в 2019 году – 907 млн долл., в 2020 г. – 2,6 млрд долл., а в 2021 г. – рекордные 3,1 млрд долл. Однако в 2022 году экспорт упал до 1,1 млрд долл., что связано с резким ростом производства свинины в Китае (рисунок 1.6).

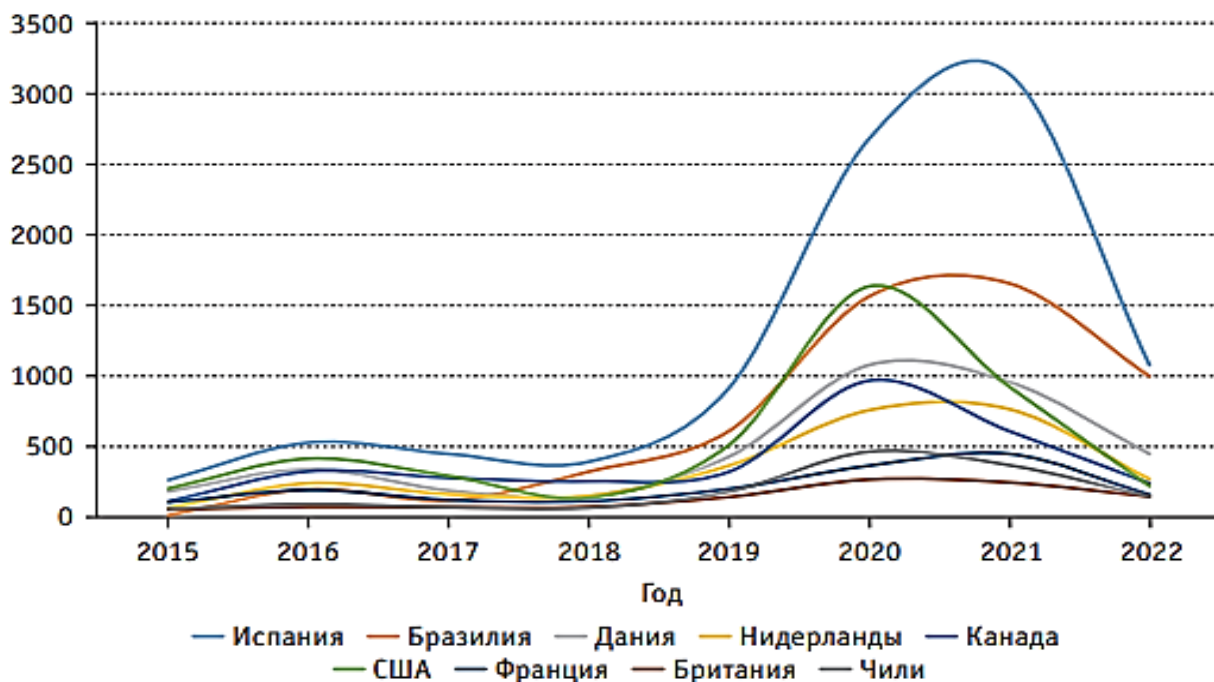


Рисунок 1.6 – Динамика экспорта свинины (код ТН ВЭД 0203) в Китай, млн долл. [22]

Источники: ИТС (Международный торговый центр).

Следует отметить, что в числе ключевых поставщиков свинины в Китай нет Германии. В 2019 году Германия поставила продукции на сумму 668 млн долл., а в 2020 году – на 1,27 млрд долл. Но начиная с третьего квартала 2020 года на территории Германии бушует АЧС. Поэтому в 2021–2022 гг. отгрузка свинины из Германии в Китай не было.

По последнему прогнозу USDA, рост производства свинины в 2023 году будет минимальным. При этом произойдет его перераспределение: снижение производства в

Великобритании, ЕС и Канаде в основном будет компенсировано за счет увеличения производства в Бразилии, во Вьетнаме, в Китае и США. Производство в ЕС упадет на 3%, а во Вьетнаме вырастет на 6% благодаря большим инвестициям, направленным на восстановление подотрасли после АЧС. Прирост в Бразилии составит 2% за счет экспорта. Доля части экспортеров в общем объеме поставок уменьшится, тогда как доля другой части увеличится. Мировой экспорт должен достичь 10,6 млн т.

Производство мяса в России растет год от года. В 2022 году побит очередной рекорд: производство основных видов мяса, по предварительной оценке, составило 11,73 млн т в убойной массе. Особенно заметна роль свиноводства в увеличении общего объема производства мяса: прирост объемов продукции подотрасли с 2017 года составил около 1 млн т. За последние десятилетия свиноводство России претерпело большие изменения: от рекордного падения производства до стремительного роста. В 1990 году производство свинины в РФ составляло около 3,5 млн т, к 1999 году оно упало до самой низкой отметки в истории – 1,48 млн т, а к 2022 году выросло до 4,5 млн т (рисунок 1.7). Есть все предпосылки к тому, что производство будет продолжать расти в 2023 году. По разным оценкам, прирост может составить 150–250 тыс. т. [22].

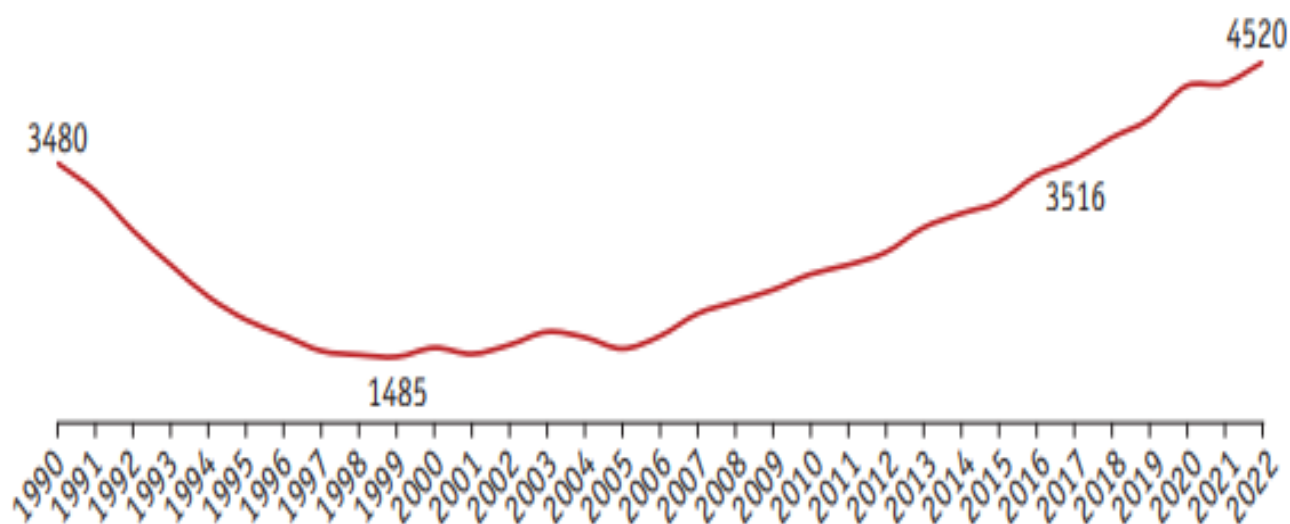


Рисунок 1.7 – Динамика производства свинины в РФ, тыс. т. [22]

Источник: Росстат.

Заметный рост предложения свинины в 2020 г был вызван тем, что одновременно произошло увеличение и внутреннего спроса на свинину как на недорогой вид мяса в условиях упавших доходов населения, и внешнего спроса – прежде всего со стороны вьетнамских покупателей. По данным Национального Союза свиноводов, в 2018 году Россия достигла самообеспеченности по мясу свинины и вошла в пятёрку стран-производителей. Производство свинины продолжает увеличиваться (+5%).

При анализе структуры производства свинины в России по федеральным округам отмечено, что многолетним лидером по производству свинины среди округов РФ остается Центральный федеральный округ, где получают более половины всего объема свинины в стране. Второе место (744 тыс. т) занимает Поволжский федеральный округ, третье (423 тыс. т) – Сибирский федеральный округ (рисунок 1.8).

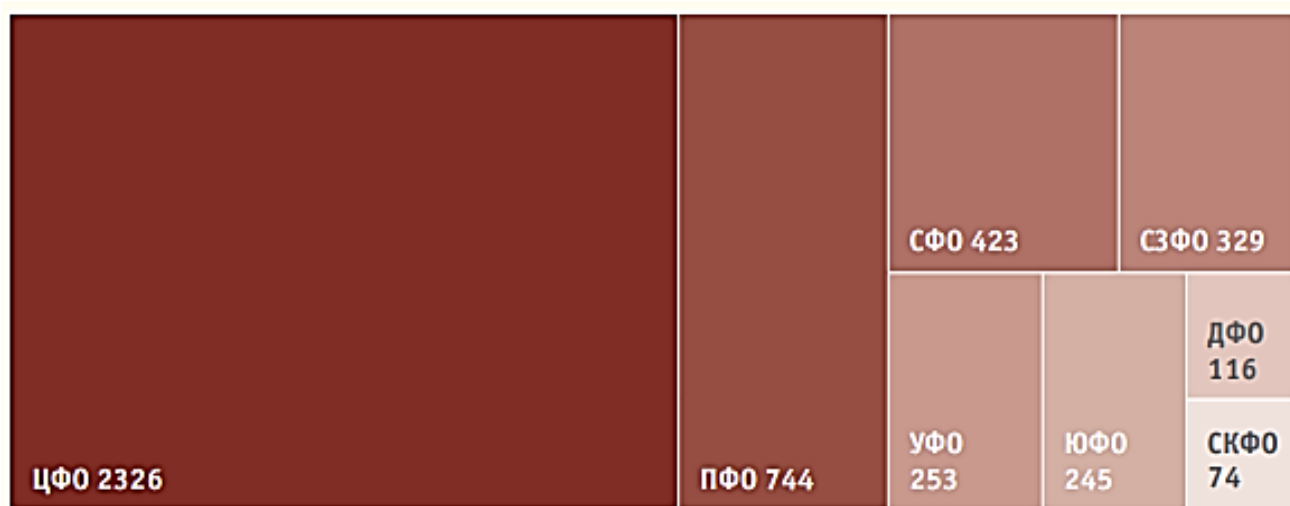


Рисунок 1.8 – Рейтинг округов РФ по производству свинины в 2022 г. (тыс. т.) [22]
Источник: Росстат.

В I квартале 2023 года производство свинины в РФ продолжало повышаться и достигло 1289,2 тыс. т. Прирост составил около 72 тыс. т в живой массе (таблица 1.3) [22].

Т а б л и ц а 1.3 – Производство свиней в живой массе в сельскохозяйственных организациях

Регион	Объем производства, тыс. т		Доля в общем объеме производства, %	Соотношение показателей 2023 и 2022 гг., %
	I квартал 2022 г.	I квартал 2023 г.		
Белгородская область	224,22	226,31	17,55	0,93
Курская область	115,32	124,55	9,66	8,01
Воронежская область	97,18	96,12	7,46	-1,09
Псковская область	58,26	65,44	5,08	12,33
Орловская область	42,56	55,01	4,27	29,27
Тамбовская область	56,39	54,14	4,2	-3,99
Брянская область	33,20	50,61	3,93	52,41
Тверская область	35,26	46,99	3,64	33,29
Республика Мордовия	38,63	39,54	3,07	2,36
Краснодарский край	29,72	30,61	2,37	2,97
Прочие регионы	488,84	499,90	38,78	2,68
Топ-10 регионов	730,73	789,31	61,22	8,02
Всего	1217,56	1289,21	100	5,88

Белгородская область, многолетний лидер по производству свинины в РФ, в I квартале 2023 года произвела 226,3 тыс. т, второе место у Курской области – 124,6 тыс. т, третье место занимает Воронежская область – 96,1 тыс. т. Наибольший

прирост зафиксирован в Брянской области – на 17,4 тыс. т в сравнении с аналогичным показателем прошлого года [23].

По оценкам BusinesStat, выпуск свинины будет расти на 3,6–0,7% в год. При этом темпы прироста показателя будут ежегодно снижаться по причине насыщения внутреннего рынка. В 2025 году производство свинины на убой в убойном весе составит 5 млн т, что превысит значение 2020 года на 16,4% [24].

1.3 Структура потребления мяса населением

Принципиальным моментом развития свиноводства являются фактически революционные изменения в подотрасли убоя и разделки свинины в связи с тем, что на протяжении нескольких лет в РФ практически каждые полгода вводятся в строй современные мощности с самыми последними достижениями в автоматизации, робототехнике, холодильном оборудовании. Это обеспечивает наивысший уровень ветеринарно-санитарных требований предприятий, что резко повышает выход продукции, уровень глубины переработки, сроки хранения готовых продуктов из охлажденной свинины и т. д. Наряду с этим удельные расходы на процессы убоя и разделки стремятся к минимально возможным показателям.

По данным ФГБУ «Центр Агроаналитики», по мере роста производства мяса всех видов выросло и его среднедушевое потребление. В 2022 году показатель превысил 79 кг на душу населения (рисунок 1.9) [23].



Рисунок 1.9 – Потребление мяса в РФ, кг на душу населения в год [23]

Этому способствовало увеличение производства мяса птицы, которое привело к повышению его потребления на 5 кг на душу населения в год за последние семь лет. Еще больше увеличилось потребление свинины также благодаря росту ее производства за семь лет более чем на 9 кг. В 2023 году можно ожидать дальнейшего повышения потребления как мяса птицы (на 0,4 кг на душу населения), так и свинины (на 1 кг на душу населения), общее потребление мяса в 2023 году может составить 81 кг на душу населения при рекомендуемой Минздравом РФ норме 74 кг на душу населения в год. Уровень самообеспеченности свининой в РФ несколько лет подряд превышает 100%. Существенный рост производства мяса отразился на внутренних ценах. По данным Росстата, за календарный год розничные цены заметно упали и остаются на рекордно низком уровне (рисунок 1.10).

ИТС 41–2023

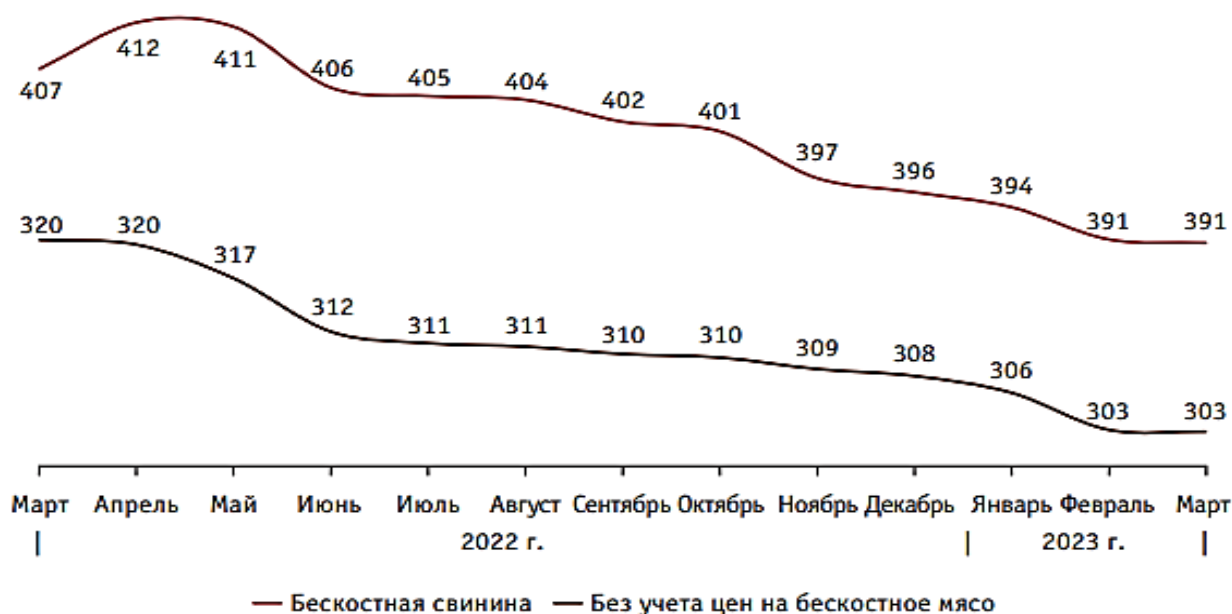


Рисунок 1.10 – Средняя розничная цена на свинину в России, руб./кг

Для сравнения: отпускные цены на свинину в ЕС бьют абсолютные многолетние рекорды из-за непрекращающихся вспышек АЧС в Германии и других странах. Также страдает Польша, в том числе от гриппа птиц, что не может не отражаться на ценах производителей (рисунок 1.11).

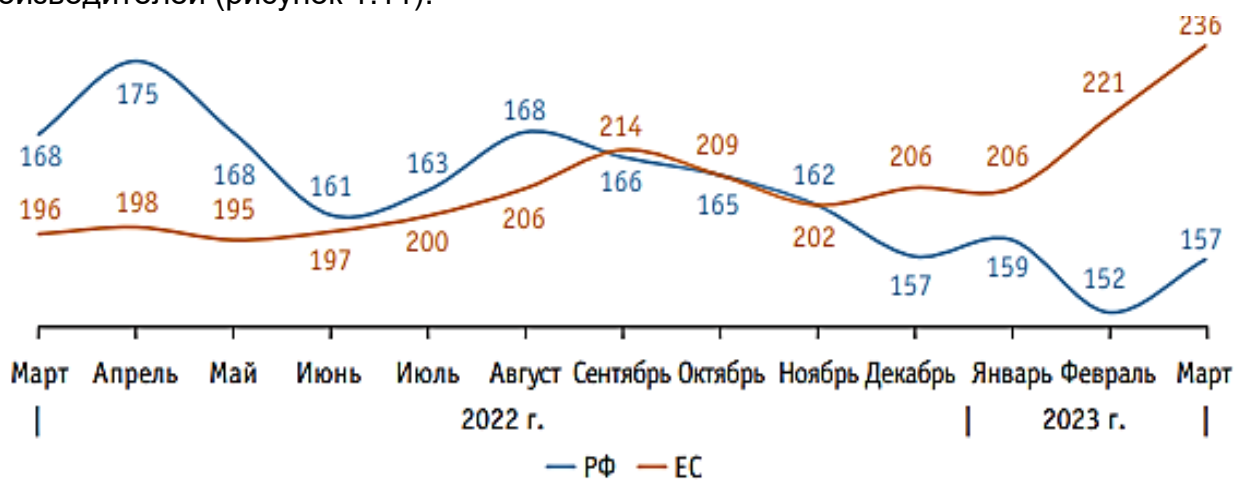


Рисунок 1.11 – Динамика цен производства свинины в РФ (руб/кг) и ЕС (евро/100 кг)

Таким образом, с учетом роста внутреннего производства и потребления важно продолжать осваивать экспортные рынки. Россия должна наращивать поставки во Вьетнам, что будет благоприятным фактором для открытия рынков соседних государств, прежде всего Китая [23].

1.4. Прогноз развития отрасли свиноводства

По данным Национального Союза свиноводов, в конце 2018 года крупнейшие свиноводческие компании выбрали лимиты по кредитам на новое товарное производство. Реализация этих проектов обеспечит ежегодный дополнительный прирост в 5–10% в период 2020—2025 гг. В ближайшие четыре года только крупнейшие

производители, входящие в топ-20, планируют увеличить производство в совокупности на 1,4 млн т в живом весе, или более чем на 40%. Таким образом, ежегодно прирост будет составлять 200–400 тыс. т (таблица 1.4).

Т а б л и ц а 1.4 – Рейтинг крупнейших производителей свинины в РФ по итогам 2022 года

Место	Организация	Объём производства свинины на убой в живой массе в 2022 г., тыс. т**	Доля в общем объёме промышленного *** производства в РФ, %
1	АПХ «Мираторг»	665	12,6
2	АО «Сибagro»	388	7,4
3	ГК «Русagro»	336,1	6,4
4	ГК «АГРОЭКО»	321,7	6,1
5	ООО «Великолукский свиноводческий комплекс»	299,2	5,7
6	ГК «Агропромкомплектация»	270,7	5,1
7	ООО «УК РБПИ Групп» и ООО «СПФО»	263,4	5
8	ООО «ГК Агро-Белогорье»	262,8	5
9	ПАО «Группа Черкизово»	257,2	4,9
10	ГК «Талина»	156,7	3
11	АО фирма «Агрокомплекс» им. Н.И. Ткачёва	111,4	2,1
12	ООО «Агрофирма Ариант»	105,3	2
13	ООО «Башкирская мясная компания»	101,3	1,9
14	ЗАО «АВК «Эксима»	96,4	1,8
15	ГК «Останкино»	73	1,4
16	Агрохолдинг «БЭЗРК-Белгранкорм»	72,7	1,4
17	Агропромышленный холдинг «КОПИТАНИЯ»	62,6	1,2
18	ООО «Камский Бекон»	60,7	1,2
19	ООО «СПК «Звениговский»	55,5	1,1
20	ООО «КОМОС ГРУПП»	47,2	0,9
Общий объём производства, тыс. т в живой массе:			
20 крупнейших предприятий		4006,8	76
всех остальных предприятий		1268,3	24
в РФ ****		5275,1	100
По данным компаний на 06.02.2023 г. с учётом приобретений в 2022 г.			
** Согласно приказу Росстата от 31 июля 2019 г. № 429 «поголовье скота, произведённого на убой, исчисляется как сумма скота, проданного на убой, и скота, забитого в хозяйстве» (Форма № 24-СХ).			
*** Промышленное производство свинины в РФ включает в себя объёмы производства в СХП и КФХ.			
**** Предварительные данные Росстата.			

Необходимо отметить высокий технологический уровень свиноводства России. В стране введены в строй новые современные комплексы, модернизированы существующие. Как следствие, повышается санитарная безопасность, а также выпуск и переработка продукции, снижаются издержки. В ближайшие годы примерно 90% свиноводческих предприятий будут применять современное оборудование и

ИТС 41–2023

технологии. Именно поэтому перед отраслью свиноводства в перспективе до 2027–2032 годов стоит задача войти в топ-5 мировых экспортеров свинины [22].

В период с 2012 по 2022 год мировой экспорт свинины увеличился до 11 млн т и стал самым быстрорастущим среди других видов мяса. Конечно, события с АЧС в Юго-Восточной Азии стали основным драйвером такого роста. В результате объем торговли свинины практически сравнялся с экспортом птицы и говядины, которые традиционно, десятилетиями являлись главными экспортными продуктами в животноводстве. И это первая и важнейшая причина такой стратегической нацеленности отрасли на вывоз (рисунок 1.12).

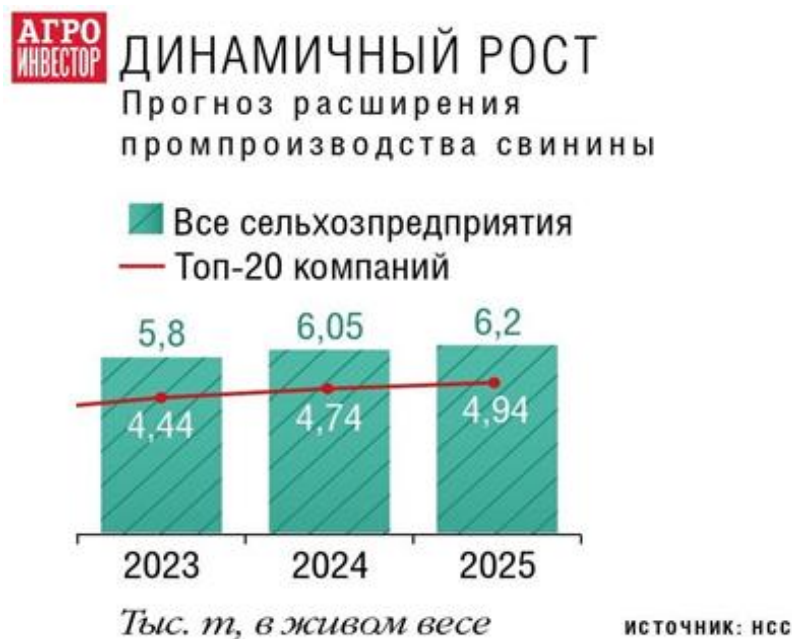


Рисунок 1.12 – Прогноз расширения промышленного производства свинины, 2023–2025 годы

По данным Национального союза свиноводов и ФГБУ «Центр Агроаналитики», в 2022 году основную часть свинины (код ТН ВЭД 0203) из РФ отгрузили в Беларусь (более 53% от общего объема экспорта), во Вьетнам (свыше 22%), в Казахстан (более 6%) и Монголию (около 5%). Китай не признает принцип регионализации для поставок продукции свиноводства, который соблюдает при торговле продуктами растениеводства [23]. При возникновении очага АЧС даже в самой отдаленной точке Китай относит всю страну к потенциально опасной. Очень важно продолжать вести диалог по этому вопросу, так как китайский рынок остается одним из самых важных для развития экспорта свинины из России. Следует отметить, что с Вьетнамом удалось прийти к взаимопониманию. Российская Федерация имеет доступ на этот рынок с ноября 2019 года.

Многие эксперты заявляют о том, что в ближайшее время Китай достигнет самообеспеченности свининой и перестанет ее импортировать. Китайское свиноводство сейчас находится на этапе интенсивного роста и структурных изменений, только в 2020 году инвестиции в свиноводство достигли \$60 млрд, что почти в четыре раза больше, чем в России за последние 10 лет. Этому инвестиционному буму способствовали как дефицит, так и высокие цены на свинину. Учитывая нехватку земли, даже в горной местности строятся восьми-, 13-этажные комплексы, которые способны производить до 1,2 млн голов свиней в год.

Опираясь на объективные факторы (ошибки в менеджменте, приобретение сырья для производства, закупка генетического материала и т. д.), которые оказывают влияние на развитие отрасли в любом государстве, выявлены риски, среди которых главным остается вирус АЧС.

Анализ информации по экспортной структуре вывозимой свиной продукции за 2019–2022 гг. показал, что основным фактором расширения экспорта на перспективу является близкая к России локация основных экспортных рынков ЮВА, на которые приходится более 65 % всей внешней торговли свининой (рисунок 1.13).



Рисунок 1.13 – Структура экспорта мясной продукции в РФ и импорт свинины в Китай

<https://www.agroinvestor.ru/analytics/article/38614-novaya-normalnost-rossiyskogo-svinovodstva-perspektivy-razvitiya-sektora-v-2022-2025-godakh/>

Рынок Китая в 2022 году импортировал более 3,5 млн т продукции свиноводства. При этом Россия, входящая в пятерку крупнейших мировых производителей свинины, практически единственная страна, не имеющая доступа на этот рынок. Уже имея опыт работы с Гонконгом и Вьетнамом, российские компании могли бы рассчитывать на поставки в КНР в объеме до 250–300 тыс. т, которые так необходимы сектору для сбалансированного развития в ближайшие годы.

На среднесрочный период до 2025 года можно выделить три концептуальных изменения в базовых условиях развития российского свиноводства.

Во-первых, в связи с достижением стопроцентной самообеспеченности по свинине и продолжающимся ростом отечественного производствакратно возрастает внутренняя конкуренция. Как результат – оптовые цены на свиней будут планомерно снижаться или как минимум не будут расти в условиях инфляции в ближайшие годы.

Во-вторых, можно с уверенностью говорить о том, что дешевого зерна (по цене менее 16–18 руб./т с НДС) больше не будет.

ИТС 41–2023

В-третьих, переход от импортозамещения к экспортоориентированной стратегии отечественного свиноводства означает наступление нового периода прямой жесткой конкуренции с мировыми грандами в экспорте свинины не только на нашем защищенном внутреннем рынке (пошлина 25 %), но прежде всего на рынках Юго-Восточной Азии. Приоритетные направления поставок отечественной продукции свиноводства – рынки Вьетнама, Китая, Гонконга, Таиланда, Филиппин.

Важное направление – строительство предприятий по убою свиней и первичной разделке туш. В этой сфере произошли серьезные изменения (модернизация и строительство новых перерабатывающих предприятий). К 2025 году их доля должна составить 80%. Именно эти предприятия составят экспортную основу свиноводческой индустрии. Продукция, полученная на новых предприятиях, составит основу экспорта. Сегодня в разной степени готовности находятся предприятия по убою мощностью более 19,5 млн голов в год, но трудности, связанные с поставками оборудования, могут осложнить ввод в эксплуатацию или стать причиной «заморозки» новых проектов даже на стадии строительства (таблица 1.5).

Т а б л и ц а 1.5 – Развитие мощностей по убою и первичной разделке свиней в РФ до 2024 гг. (оценка НСС)

Холдинг\компания	Мощность, млн голов в год	Регион	Степень готовности проекта
АПХ «Мираторг»	4,5	Курская область	Запущен в 2022 году
ГК «Агроэко»	3,8	Воронежская область	Запущен в 2022 году
ГК «Русагро»	0,7	Приморский край	Запущен в 2021 году
Свинокомплекс «Хвалынский»	0,3	Саратовская область	Запущен в 2022 году
Великолукский свиноводческий комплекс	3,5	Псковская область	В процессе строительства (85%)
Башкирская мясная компания	1,0	Республика Башкортостан	Проектирование
ГК «Черкизово»	4,2	Тульская область	Проектирование
РПБИ	1,0	Нижегородская область	Проектирование
Русская аграрная группа	0,5	Рязанская область	В процессе строительства (50%)
Итого	19,5		

Однако проблемы с поставками оборудования могут значительно осложнить или даже «заморозить» новые проекты, находящиеся в процессе строительства или проектирования.

В период 2022–2025 гг. основополагающими станут следующие тренды в развитии свиноводства:

- доведение ключевых показателей продуктивности животных до уровня показателей, полученных на рентабельных предприятиях (конверсия корма – менее 2,8, выход свинины на свиноматку – 3,5 т в живом весе и др.);
- повышение уровня вертикальной интеграции (обеспеченность зерном собственного производства не менее чем на 50%, убой и глубокая разделка 100% выращенных животных);
- развитие экспортного канала продаж (изучение целевых рынков, подготовка квалифицированных кадров, строительство предприятий по заморозке и хранению продукции и т.д.);
- инвестирование в маркетинг, рекламу, брендинг продукции как ключевое условие стабильности и рентабельности продаж;
- сделки M&A (с англ. mergers and acquisitions – слияние и поглощение, процесс объединения активов двух компаний) – главный фактор неизбежности масштабирования бизнеса и наиболее мягкий способ выхода слабых игроков.

Департаментом агропромышленной политики Евразийской экономической Комиссии представлен прогноз развития агропромышленных комплексов государств – членов ЕАЭС на среднесрочный период 2021–2025 годов и на долгосрочный период 2021–2030 годов, который представлен в таблице 1.6.

Т а б л и ц а 1.6 – Прогноз рынка свинины Российской Федерации до 2030 года, тыс. т

Наименование показателя	2025 г.	2030 г.
Производство	4819	4890
Взаимная торговля (ввоз)	4,9	4,9
Импорт (внешний)	5,1	5,1
Взаимная торговля (вывоз)	43	43
Экспорт (внешний)	305	517
Внутреннее использование	4481	4340
Уровень самообеспеченности	108%	113%

Всё это требует повышения эффективности и конкурентоспособности отрасли всеми имеющимися методами (генетика, корма, ветпрепараты, снижение затрат, масштабирование бизнеса и т. д.). И это уже не просто вопрос увеличения прибыли, а вопрос выживаемости компаний.

1.5 Анализ приоритетных проблем, обусловленных интенсивным выращиванием свиней

Развитию свиноводческого сектора угрожают многие риски. Наиболее ощутимым стал риск разрыва логистических цепочек поставок кормовых добавок, ветпрепаратов, оборудования, запчастей и т. д. Сейчас критические препятствия в этом направлении преодолены. Однако зависимость от импорта всех этих компонентов хотя и снизилась, но по некоторым позициям продолжает оставаться существенной и даже критической.

Еще одним не менее болезненным риском оказалось падение внутреннего потребления на фоне снижения доходов населения. Правительством РФ запущены программы по поддержанию доходов малообеспеченных семей. Президент РФ на

ИТС 41–2023

Петербургском международном экономическом форуме уделил особое внимание сокращению проверок бизнеса во всех сферах, в том числе отказу от многих из них навсегда, что, безусловно, является главным обнадеживающим фактором [23].

Кроме этого, необходимо стабилизировать эпизоотическую ситуацию внутри страны, минимизировать риск возникновения очагов АЧС за счет усиления контроля за здоровьем свиней со стороны ветеринарных служб и непосредственно предприятий.

Согласно информации Департамента ветеринарии Минсельхоза России на территории Российской Федерации по состоянию на 23 июля 2023 года установлено 3 очага и 3 инфицированных вирусом африканской чумы свиней (АЧС) объекта среди домашних свиней: в Ковровском районе Владимирской области, Апанасенковском районе Ставропольского края. Карантинные ограничения продолжают действовать в 12 очагах (Владимирской, Тверской, Саратовской, Нижегородской областях и Приморском крае). В дикой природе карантинные ограничения действуют в 3 очагах в Ярославской, Костромской, Ивановской, Нижегородской, Рязанской, Мурманской, Саратовской областях, а также на территории Чувашской, Удмуртской Республик и Республики Марий Эл.

Из-за АЧС производство свинины сократится на 50 тыс. т, а мероприятия по борьбе с этим заболеванием неизбежно приведут к снижению производства свинины в ЛПХ на 100 тыс. т. Стоит учитывать и динамику изменения производственной себестоимости (или прямых затрат) и оптовых цен (рисунок 1.14). Разница показателей оптовых цен на свиней, цен на корма, а также производственной себестоимости в период с 2019 по 2020 год минимизировала рентабельность отрасли. В 2021 году ввиду новых вспышек АЧС и РРСС сократился объем производства свинины, за счет чего наблюдалось повышение оптовых цен, что способствовало возвращению разницы цены и себестоимости к уровню 2019 года.

По прогнозам на 2023 год существует риск перехода рентабельности отрасли в отрицательную зону, что является реальной финансовой угрозой не только для старых не модернизированных предприятий и предприятий, осуществляющих кредитные выплаты, но и для высокотехнологичных современных комплексов.

Остаются актуальными проблемы негативного воздействия предприятий на окружающую среду. Исследование производственных процессов при интенсивном ведении свиноводства позволило определить эту отрасль как потенциально способствующую ряду экологических проблем, а именно: закислению почвы, эвтрофикации, сокращению озонового слоя, увеличению парникового эффекта, высыханию почвы за счет использования грунтовых вод, повышению уровня шума и неприятных запахов, загрязнению окружающего пространства тяжелыми металлами и пестицидами.

Динамика среднеотраслевой производственной* себестоимости эффективных свиноводческих хозяйств в РФ в январе-сентябре 2022г.**

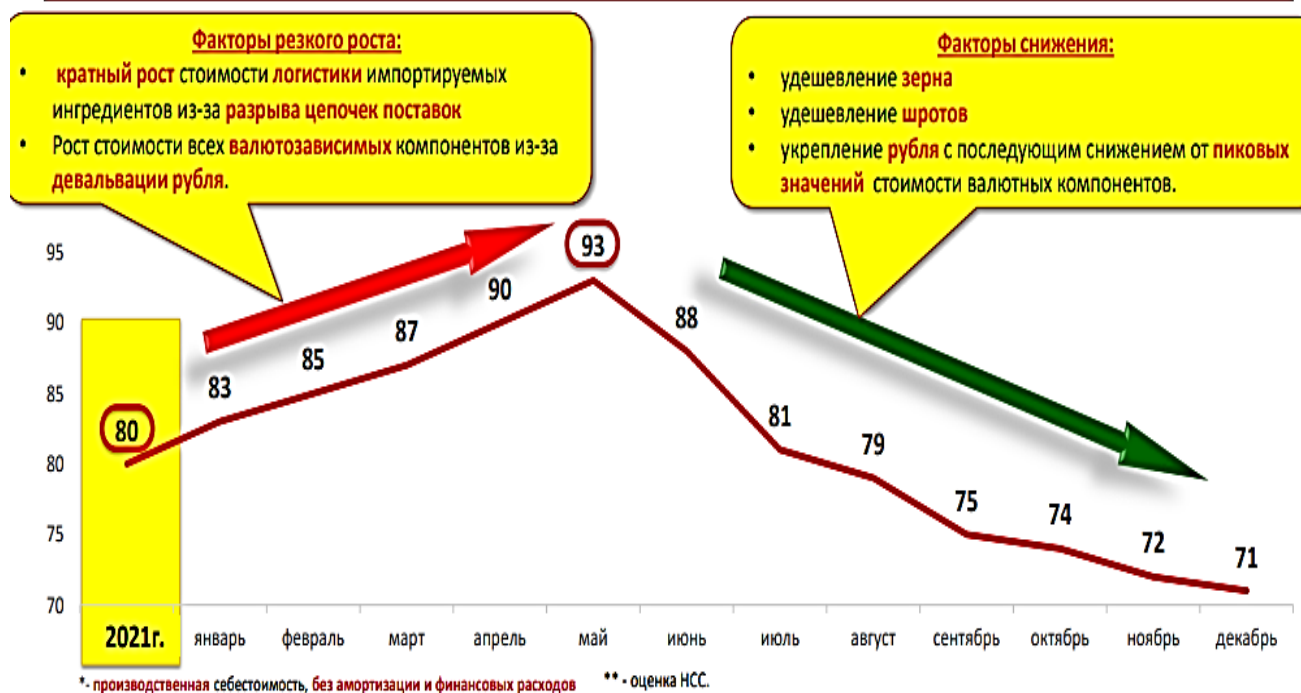


Рисунок 1.14 – Динамика производственной себестоимости свиноводческих предприятий в РФ

Главная особенность свиноводческих предприятий – распределенность, диффузный характер источников загрязнения в отличие от большинства промышленных объектов, в которых можно выделить конкретные точки, откуда происходят выбросы в атмосферу, водные объекты и где можно замерить и оценить воздействие. Свиноводческие предприятия в производственной деятельности используют различные виды природных ресурсов: атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, землю и недра, животных и растения (корма). Степень их использования и влияния предприятий на объекты и компоненты природной среды зависит не только от мощности предприятия, но и во многом определяется рационами кормления животных и системой использования навоза, которая применяется на данном предприятии. Источники негативного воздействия на окружающую среду и эмиссии приведены на рисунках 1.15, 1.16 и в таблице 1.7 [25], [26].

Промышленное производство свинины, для которого характерно интенсивное выращивание большого количества животных на ограниченной площади, – одна из причин, изменившая оценку степени влияния свиноводства на окружающую среду, превратив его в источник серьезных загрязнений. Следствием концентрации животных является накопление значительных объемов жидкого навоза (смеси жидких и твердых экскрементов).



Рисунок 1.15 – Схема потенциального негативного воздействия на окружающую среду интенсивного животноводства

В соответствии с нормами каждая свинья в зависимости от пола и возраста в сутки выделяет от 2,2 до 12 кг навоза, две трети которого вносят в почву в качестве удобрения и побочных продуктов животноводства.

Нежелательные последствия, связанные с загрязнителями, поступающими в биосферу от свиноводческих предприятий:

- подкисление озер, рек и почвы из-за осаждения NH_3 и NO_x ;
- загрязнение грунтовых вод и питьевой воды (NO_3^- и NH_4^+);
- эвтрофикация поверхностных вод из-за обогащения азотом, цветение токсичных водорослей, снижение биоразнообразия флоры и фауны;
- загрязнения воздуха, в частности аммиаком (NH_3), N_2O , NO , образования фотохимического озона, биоаэрозолей и т.д.;
- ухудшение здоровья людей вследствие образования в воздухе взвешенных частиц (PM 2.5) и аэрозолей из-за NH_3 ; повреждение растений из-за NH_3 и NO_x , вызывающих образование озона;
- усиление парникового эффекта (CO_2 , CH_4 , N_2O и т.д.);
- истощение водных ресурсов (использование грунтовых вод);
- местные помехи (запах, шум);
- диффузное распространение тяжелых металлов, пестицидов и токсичных веществ;
- распространение патогенов, включая устойчивых к антибиотикам патогенов;
- остатки лекарственных препаратов в водах.

Таблица 1.7 – Воздействие на окружающую среду производственных объектов животноводства

Объект	Потребление	Экологическое воздействие
Помещение для содержания животных: - объемно-планировочное решение; - способ содержания животных (станочное оборудование); - оборудование для создания и управления внутренним климатом; - оборудование для кормления и поения животных; - оборудование для уборки навоза; - система кормления	Энергия, корма, вода	Эмиссия в атмосферу аммиака Воздействие загрязняющих веществ, имеющих запах, шум Аммиак; углекислый газ Пыль Навоз пыль
Хранилище навоза (отдельно стоящее)		Эмиссия в атмосферу аммиака, азота, метана Воздействие загрязняющих веществ, имеющих запах Эмиссия фосфора в почву
Хранилище отходов (не навоза)		Воздействие загрязняющих веществ, имеющих запах, эмиссия фосфора и азота в почву, грунтовые воды
Пункт погрузки и разгрузки животных		Шум, навоз
Внесение навоза в почву	Энергия	Эмиссия в атмосферу аммиака, эмиссия в почву, грунтовые воды и поверхностные воды азота, фосфора, кальция и др., шум, воздействие загрязняющих веществ, имеющих запах
Переработка навоза на ферме	Добавки, энергия, вода	Эмиссия в атмосферу, сточные воды, эмиссия в почву
Обработка сточных вод	Добавки, энергия	Воздействие загрязняющих веществ, имеющих запах, сточная вода
Крематоры для сжигания отходов (например, туш)	Энергия	Эмиссия в атмосферу, воздействие загрязняющих веществ, имеющих запах

Основными загрязнителями окружающей среды, выделяемыми животноводческими предприятиями, являются соединения азота (N) и фосфора (P). Считается, что 60% азотсодержащих выделений приходится на процессы,

происходящие вне животноводческого помещения при переработке (30%), внесении (20%) и хранении (10%) навоза.

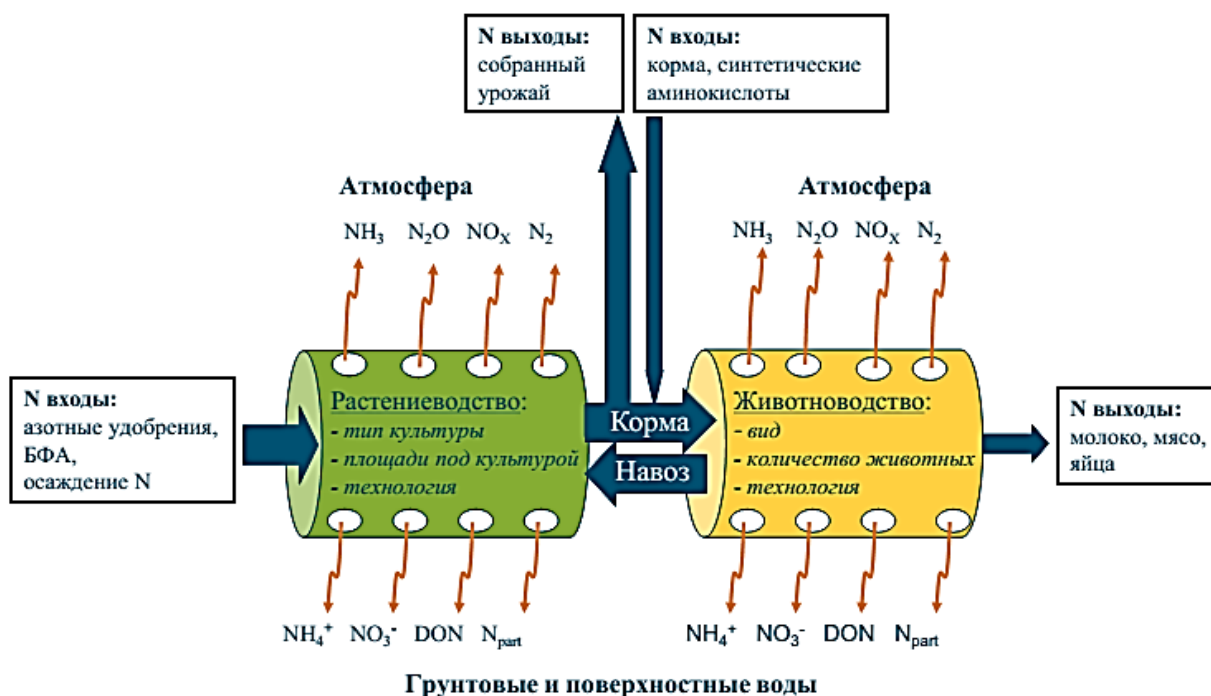


Рисунок 1.16 – Воздействие на окружающую среду производственных объектов интенсивного животноводства [27]

Государственная политика в агропромышленном комплексе к 2030 году позволит прогнозировать развитие и риски в агропромышленном комплексе, в том числе экономические, социальные и экологические. Для реализации поставленных целей Правительством РФ приняты государственные программы:

- «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» от 14 июля 2012 года № 717 (с изменениями и дополнениями от 13 июня 2023 года) [28];
- «Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Охрана окружающей среды"» от 15 апреля 2014 года № 326 (с изменениями и дополнениями от 14 октября 2023 года) [29].

Основными задачами государственных программ являются обеспечение национальной и продовольственной безопасности Российской Федерации, строительство и модернизация очистных сооружений, а также внедрение технологий, направленных на снижение объема или массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и сбросов загрязняющих веществ в водные объекты.

Стратегией развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 сентября 2022 года № 2567-р [30], предусмотрено:

- развитие экспорта продукции агропромышленного комплекса;
- развитие растениеводства и животноводства, в том числе с внедрением инновационных технологий, селекция и генетика;

- цифровизация отрасли и внедрение новых видов сервисов, услуг и решений, позволяющих оптимизировать производственные и логистические процессы.

В целях обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации на территории страны введено в эксплуатацию и модернизировано более 89 % свиноводческих предприятий промышленного типа. Увеличение производства товарной свинины привело к получению больших объемов полужидкого, жидкого навоза и навозных стоков. При этом основную часть составляет бесподстилочный навоз, который характеризуется низким содержанием органического вещества, биогенных элементов, их несбалансированным соотношением, высоким инфекционным, инвазивным потенциалом, значительным содержанием токсичных соединений (метана, скатола, меркаптана, фенолов, крезола, аммиака, сероводорода и т.п.), угнетающих рост и развитие растений.

Одна из причин низкого качества бесподстилочного навоза – чрезмерное содержание в нем технологической воды, особенно при удалении навоза гидросмывом (более 15 л в сутки на 1 голову). Влажность таких навозных стоков на существующих свиноводческих комплексах составляет 98,3–99,1%. При снижении влажности бесподстилочного навоза лишь на 1,5–2% его объем сокращается в 2 раза, а содержание в нем биогенных элементов увеличивается: азота – с 0,08 до 0,15%, фосфора – с 0,035 до 0,07%, калия – с 0,04 до 0,08%.

Источниками загрязнений на свиноводческих фермах и комплексах являются также и трупы животных, пометы. Загрязняют окружающую среду и сами животные, выделяя углекислый и кишечные газы, болезнетворные микробы, гельминты. Свиноводческие предприятия являются источниками биогенного загрязнения сточных вод, степень воздействия на которые определяется как мощностью предприятия, так и особенностью размещения его на водосборах, системами содержания животных и использования навоза.

Многолетний опыт эксплуатации промышленных очистных сооружений на свиноводческих комплексах показал их низкую эффективность как природоохранных сооружений. Все виды жидких и твердых субстратов, образующихся при прохождении навозных стоков через устройства искусственной биологической очистки, содержат значительное количество биогенных элементов и органических соединений, превышающее предельно допустимые концентрации веществ для сброса в водные объекты.

Проблема переработки и использования отходов свиноводства, да и в целом животноводства, является одной из самых острых в России. Вопросы организации рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды регламентируются законами Российской Федерации, инструкциями, правилами и другими нормативными документами, в основе которых лежит практика контроля загрязнений на «конце трубы». Это находит отражение в параметрах, по которым определяется уровень вредоносного воздействия на окружающую среду: предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе, водоемах, почве (ПДК), предельно допустимые выбросы (сбросы) вредных веществ в атмосферу, водоемы, почву, оказывающие физическое воздействие на окружающую среду, здоровье человека, растительный и животный мир (ПДВ); биохимическая потребность в кислороде (БПК, важна в характеристике неочищенных стоков ферм и комплексов,

ИТС 41–2023

содержащих в большом количестве органические вещества); химическая потребность в кислороде (ХПК, характеризует наличие веществ, трудноразрушаемых микроорганизмами).

Исходя из зарубежного опыта, в сложившихся условиях наиболее перспективным направлением представляется внедрение модели экологического нормирования с учетом концепции наилучших доступных технологий, в основе которой лежат следующие принципы:

- предотвращение загрязнения – предусматривает снижение уровня антропогенного воздействия настолько это технически достижимо и экономически возможно, не останавливаясь на уровне, необходимом для обеспечения нормативов качества окружающей среды;

- производственный объект рассматривается как единое целое, в котором каждое существенное изменение в технологии может изменять уровни воздействий на окружающую среду; применение различных и несогласованных подходов к нормированию и контролю за выбросами в атмосферу, сбросами в водную среду или почву скорее способствует перемещению загрязнения между разными природными средами, чем защите окружающей среды в целом;

- экологическая безопасность производства должна обеспечиваться на всех стадиях жизненного цикла производственного объекта, включая этапы проектирования (на этом этапе закладываются основные экологические характеристики объекта, и здесь природоохранные меры наиболее эффективны), строительства, эксплуатации и аварийных режимов, пусков и остановов, вывода из эксплуатации;

- достижение цели устойчивого развития обуславливает необходимость возможно более полного и рационального использования потребляемых природных ресурсов и сырья; приоритет должен отдаваться мерам, предотвращающим возникновение загрязнений, а не мероприятиям «на конце трубы» (очистным сооружениям, установке электрофильтров и сероочисток).

Устойчивая тенденция укрупнения сельхозпредприятий, увеличения поголовья на отдельных площадках ведет к снижению затрат на производство продукции, но одновременно увеличивает экологические риски. Приоритетной экологической проблемой является утилизация навоза на крупных сельхозпредприятиях с большим объемом выхода навоза.

Можно выделить ряд основных факторов, ведущих к негативным последствиям, связанным с изменениями окружающей среды от производственной деятельности. Это высокий уровень загрязнения поверхностных вод, вызывающий деградацию водоемов, возрастающие выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников, размещение отходов с нарушением действующих санитарных норм, их низкий уровень обезвреживания, переработки и вторичного использования, деградация земель, обусловленная нарушениями в их использовании, сокращение биологического разнообразия и связанное с этим снижение способности природы к саморегуляции и самоочищению.

Проблемы обусловлены отклонением от существующих нормативных требований и правил на этапах проектирования предприятия, зачастую низким уровнем эксплуатации.

Так, основные требования к хранилищам навоза – достаточный объем (вместимость), гидроизоляция основания и стен, наличие жижесборников и водоотводных канав по периметру хранилища/площадки – не всегда выполняются и являются основными причинами отрицательного воздействия на окружающую среду.

Обследования сельскохозяйственных предприятий показали, что в 90% хозяйств наблюдается несоответствие вместимости хранилищ фактическому накоплению навоза в период невозможности его внесения. Это происходит, прежде всего, вследствие применения устаревших нормативов выхода навоза от одной головы животных, в том числе отсутствия учета резко возросшей в последние годы их продуктивности, что привело к увеличению удельного выхода навоза, не учтенного в действующих нормативах.

В ряде хозяйств имеет место недостаточное количество сельскохозяйственных угодий для полного использования навоза в качестве переработанного навоза, что приводит к применению повышенных доз внесения и неизбежному попаданию части навоза в водные объекты и грунтовые воды.

Соотношение N/P/K – это не экологическое, а агрохимическое требование, исходя из которого агрохимики сельхозпредприятий, использующих навозные стоки или их отдельные фракции в качестве удобрений, и устанавливают нормы внесения в почву с учетом качества почв конкретных сельхозугодий, которые (нормы) зачастую превышаются. С точки зрения экологии и агрохимии должно выполняться требование не превышения установленных требований по содержанию отдельных элементов в почве с учетом выноса их сельскохозяйственными культурами.

В процессе движения навоза от животного до корневой системы растений теряется, по оценкам различных авторов, по азоту до 85 %, по фосфору и калию 40–50 % от начального содержания.

Результаты обследований показывают, что многие хранилища переполнены, избыточные массы навоза складываются навалом, что приводит к загрязнению территории хранилищ по периметру, стеканию жидкой фракции за пределы хранилища.

К объективным причинам сложившейся ситуации можно отнести недостатки материально-технической базы и диспаритет цен в аграрном секторе, а также субъективные причины по организации работ накопления, хранения и использования навоза руководством сельскохозяйственных предприятий.

Раздел 2 Основные технологические процессы, используемые в настоящее время в отрасли при интенсивном выращивании свиней в Российской Федерации

2.1 Технологические нормативы. Основные технологические параметры работы свиноводческих предприятий различной мощности

В свиноводстве применяются три технологические схемы: поточное производство, циклично-туровая и туровая системы производства. На предприятиях промышленного типа применяется поточная технология производства, основанная на организационно-технологических принципах равномерных круглогодичных опоросах свиноматок в течение года; последовательном формировании технологических групп свиней; ритмичности производства; отдельно-цеховой организации труда; обособленном содержании каждой технологической группы в отдельной изолированной технологической секции; принципе «всё свободно – всё занято»; соблюдении санитарных разрывов; специализации зданий, оборудовании по производственному назначению; комплексной механизации и автоматизации производственных процессов; стандартизации выпускаемой продукции. При поточной технологии производственные процессы разрабатываются с учетом ритма производства. Для хозяйств малой мощности наиболее целесообразен ритм в 7 дней. семидневный ритм производства кратен эстральному периоду свиноматок (21 день), в результате чего за этот период можно комплектовать три полные технологические группы. В последние годы отмечается уменьшение семидневного ритма производства до 6-5 дней, с целью увеличения мощности свиноводческих предприятий.

В мелких хозяйствах применяется циклично-туровая система опоросов, которая позволяет уменьшить потребность поголовья в станкоместах по сравнению с туровой системой и в максимальной степени использовать биологические потребности свиней [31].

В настоящее время используются несколько систем содержания свиней в зависимости от количества фаз. Трехфазная технология представляет собой традиционную систему, когда после подсосного периода поросят отнимают от свиноматок, переводят в группу доращивания, а затем в группу откорма. Принятая в большинстве специализированных свиноводческих хозяйств и крупных промышленных комплексах, данная технология выращивания предусматривает последовательное содержание поросят в трех типах помещений.

Двухфазная технология существует в двух вариациях. Классическая заключается в том, что после отъема поросята остаются в том же станке, той же группой, до передачи их на откорм. Благодаря тому, что гнездо поросят не расформировывается и не объединяется, фактор «нового сообщества» полностью исключается. Недостатком этой системы является потребность в большом количестве самого дорогостоящего оборудования - станков для подсосных свиноматок. В последнее десятилетие двухфазная технология получила название «Wean-to-Finish» в соответствии с которой поросята после отъема перемещаются непосредственно в здания откорма, где

откармливаются до передачи на убой. Основное преимущество данной системы – устранение стресса от перемещения и смешивания подсвинков.

Противоположность двухфазной технологии – четырехфазная технология, при которой между стадиями дорастивания и откорма вводится промежуточная стадия предоткорма. Преимуществами данной системы являются более высокий уровень гигиены в секциях и более специализированные условия выращивания конкретных возрастных групп поросят.

К свиноводческим предприятиям всех форм собственности предъявляются основные требования по обеспеченности кормами, водой, электроэнергией, теплом, подъездными путями для подвоза кормов, средствами транспортировки животных и продукции, они должны находиться в пределах установленного нормами радиуса выезда пожарного депо. Производственная площадка на предприятии должна обеспечить возможность полной утилизации навоза. Не допускается сброс стоков в водоемы и водоохранную зону.

Согласно постановлению Правительства РФ от 3 марта 2018 года № 222 «Об утверждении Правил установления санитарно-защитных зон и использования земельных участков, расположенных в границах санитарно-защитных зон» [32] и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» [33] от предприятия должна быть установлена санитарно-защитная зона (СЗЗ), в границах которой не должны располагаться жилые постройки и нормируемая территория. Размеры санитарно-защитных зон для свиноводческих предприятий по выращиванию и откорму свиней принимаются в соответствии с действующим природоохранным законодательством и другими нормативными документами. Для работающих предприятий при их реконструкции санитарно-защитные зоны могут быть увеличены или сокращены с учетом сложившихся конкретных условий и устанавливаться по согласованию с местными органами Государственного санитарного и ветеринарного надзора. Территория предприятия должна иметь защитную зеленую зону из насаждений.

В подсобных сельскохозяйственных предприятиях допускается одновременно размещать на одной площадке до 50 свиноматок. Зооветеринарные расстояния между зданиями для содержания животных разных видов должны быть не менее 60 м.

В составе комплексов с годовым объемом производства 24 тыс. и более голов откормочного молодняка в год предусмотрена организация племенных репродукторов в объеме до 20% среднегодового количества свиноматок комплекса. Планировка секций внутри помещений может предусматривать как продольное, так и поперечное расположение рядов станков с устройством продольных и поперечных проходов (эвакуационных, кормовых, кормонавозных и служебных). Расположение секций в свиноводческих зданиях должно обеспечивать их заполнение и эвакуацию из них животных, минуя другие секции. Строительные конструкции зданий и сооружений свиноводческих предприятий должны быть достаточно прочными, долговечными, огнестойкими и экономичными. Строительные материалы, из которых выполнены конструкции стен, перегородок, перекрытий, покрытий и полов, должны быть устойчивыми к воздействию дезинфицирующих веществ, к повышенной влажности, не выделять вредных веществ, а антикоррозийные и отделочные покрытия быть безвредными. Полы должны быть нескользкими, стойкими против воздействия сточной

ИТС 41–2023

жидкости и дезинфицирующих веществ, не выделять вредных веществ. В связи с применением пластических материалов особое внимание необходимо уделять их противопожарной стойкости.

Действующими в настоящее время методическими рекомендациями по технологическому проектированию свиноводческих ферм и комплексов РД АПК 1.10.02.04-12 предусмотрены следующие нормативы площадей и размеры технологических элементов помещений основного назначения (таблица 2.1) [34].

Т а б л и ц а 2.1 – Нормы площади и размеры технологических элементов помещений

Элементы помещений		Предельное поголовье	Норма станковой площади на одну голову, м*		Ширина (глубина) элементов помещения, м	
Название	Назначение (по группам животных)		Товарные предприятия	Племенные предприятия	Товарные предприятия	Племенные предприятия
Групповые станки	для хряков проверяемых и пробников	5	2,5	2,5	до 3,5	до 3,5
Для холостых свиноматок и свиноматок с установленной супоросностью:						
на сплошном полу		12	1,9	2,0	до 3,5	до 3,5
на щелевом или решетчатом полу		12	1,7		до 3,5	до 3,5
Для поросят-отъемышей:						
на сплошном полу		25	0,35	0,4	до 2,5	до 3,5
на щелевом полу		30	0,3	0,35	до 2,5	до 3,5
Для ремонтного молодняка:						
на сплошном полу		8	1,0	1,0	до 3,5	до 3,5
на щелевом полу		15	0,8	1,0	до 3,5	до 3,5
Для откормочного молодняка:						
на сплошном полу		30	0,8		до 3,5	
на щелевом полу		30	0,65		до 3,5	
для выбракованных свиноматок и хряков на откорме		15	1,2	-	до 3,5	-
Индивидуальные станки	для хряков-производительниц	1	7,0	7,0	2,5–2,8	2,5–2,8
Для свиноматок за 7-10 дней до опороса и свиноматок с поросятами						
на сплошном полу		1	6,5	7,5	2,5	2,5
на щелевом полу		1	6,0		2,5	
Для свиноматок за 7–10 дней до опороса и подсосных с поросятами при раннем отъеме поросят (25-35 дней):						
на сплошном полу		1	6,0		2,0–2,5	
на щелевом полу		1	3,6–4,0		2,0–2,5	

Окончание таблицы 2.1

Элементы помещений		Предельное поголовье	Норма станковой площади на одну голову, м*		Ширина (глубина) элементов помещения, м	
Название	Назначение (по группам животных)		Товарные предприятия	Племенные предприятия	Товарные предприятия	Племенные предприятия
для свиноматок холостых, осеменяемых и с неустановленной супоросностью		1	1,5	1,5	2,3	2,3
Проходы	Кормовые, кормонавозные, поперечные и продольные	-	-	-	По габаритам оборудования, но не менее 1,2	
Эвакуационные поперечные и продольные проходы:						
в свинарниках для проведения опоросов					1,2	1,2
в свинарниках для хряков		-	-	-	1,2	1,2
в свинарниках для поросят-отъемышей, ремонтного молодняка и откорма		-	-	-	1,0	1,0
служебные			-		1,0	1,0

* Нормативная нагрузка на щелевые полы принимается 200 кг/см.

При устройстве щелевых железобетонных полов в станках для свиней ширина планок/щелей решеток должна быть для поросят-отъемышей, ремонтного молодняка и откормочного молодняка 40–50/20–22 мм, для хряков и свиноматок – 70/26 мм.

Щелевые полы из других материалов должны иметь планки шириной не менее 35 мм, а просветы между ними не более 20 мм. В станках для опороса ширину щелей во всех случаях следует принимать 12 мм.

Проходы в помещениях необходимо выполнять не выше планировочной отметки земли на 15–20 см. Уклоны полов в групповых станках делаются не более 5%, а в проходах – не более 2 % в сторону навозного канала. Каналы навозоудаления, перекрытые решетками, располагаются при кормлении свиней сухими кормами в задней части станка, а при кормлении влажными и жидкими кормами – вдоль фронта кормления с отступлениями от кормушек на 20–30 см для поросят-отъемышей и на 30–40 см для остального поголовья. При использовании навозных ванн решетки располагаются на всей площади станка.

Высоту от пола до низа окон принимают не менее 120 см. Внутренняя высота помещений для содержания свиней должна быть не менее 240 см от пола до низа выступающих конструкций покрытия (перекрытия) и не менее 2 м до низа технологического оборудования в проходах. Внутренние поверхности стен в помещениях для животных должны быть гладкими, не восприимчивыми к влаге и иметь светлые тона. В манеже, лаборатории и кормоприготовительной стены должны быть облицованы глазурованной плиткой на высоту 1,5 м, а выше окрашены влагостойкими красками светлых тонов.

2.2 Технологии содержания хряков-производителей. Технологические нормативы

Хряков-производителей содержат индивидуально. Технические характеристики станков для содержания хряков приведены в таблице 2.2. Для отбора лучших хряков на элевере проводится оценка по собственной продуктивности. Для контроля количества кормов используются автоматические кормораздатчики с программным управлением. При достижении 100 кг живой массы у ремонтных хрячков определяется толщина шпика. Для определения толщины шпика у ремонтных хрячков используются различные ультразвуковые приборы.

Минимальный размер индивидуальных станков должен быть 7 м², а ширина – достаточной, чтобы хряк мог свободно в нем разворачиваться. При таком способе содержания предотвращаются драки между особями и обеспечивается возможность моциона. На контрольно-испытательных станциях по оценке хрячков по собственной продуктивности допускается мелкогрупповое содержание в боксах по две – четыре головы. Станки (рисунок 2.1) представляют собой ограждения с калиткой, внутри которого установлена корытообразная кормушка. Возможно объединение нескольких станков в единую конструкцию с общими элементами. Станки оборудованы дозаторами кормов, которые являются элементами общей системы автоматической раздачи кормов; ниппельными или чашечными поилками [35].



Рисунок 2.1 – Станок для содержания хряка-производителя

При закупке ремонтных хрячков длительность их карантина должна быть не менее 4 недель. Половые рефлексy у молодых хрячков начинают четко проявляться в 5-6 мес. В этом возрасте могут происходить эякуляция и возможность оплодотворения свиноматок. Однако использование хрячков необходимо начинать с 11-12 мес., при достижении живой массы не менее 150 кг. Интенсивное использование хрячков в более раннем возрасте приводит к их недостаточному развитию. Хряков-производителей начинают приучать к садке на фантом с 5-6 мес.

Таблица 2.2 – Технические характеристики станков для содержания хряков

Параметры	Станок 35482.00.000	Станок для хряков	Станок типа СВК-6	Станок типа СВК-5
Тип	Индивидуальный	Индивидуальный или групповой (2–5 голов)	Групповой	Индивидуальный
Особенности	Возможно объединение нескольких станков в единую конструкцию с общими элементами	По требованию оборудуются дозаторами кормов и приемными трубами, объединяя станки в общую систему автоматизированной раздачи кормов; ниппельными или чашечными поилками (в станке).	-	-
Станок:				
- материал	Стальные трубы и угловой профиль	Трубы водопроводные ГОСТ 3262-75	Стальные трубы с покрытием и без	Стальные трубы с покрытием и без
- покрытие	Оцинкование	Горячее оцинкование, ГОСТ 9.307-2021/в черном виде/ окрашенные	Оцинкование	Оцинкование
- габаритные размеры, мм	2500x2800x1150	2500(или любая)x 2800(или любая)x 1200(или любая)	2500x2500x1090 (дверь – 850)	2495x834x1090
Кормушка:				
- объем, л	10	Зависит от количества хряков	-	-
- материал	Сталь нержавеющая	Сталь нержавеющая, толщиной 1,5; 2,0мм	Сталь нержавеющая	Сталь нержавеющая
- габаритные размеры, мм	525x350	По требованию заказчика	450x360x190	450x360x190
Поилка:				
- тип	Ниппельная	-	-	-
- расход воды, л/мин	6	-	-	-

Окончание таблицы 2.2

Параметры	Станок 35482.00.000	Станок для хряков	Станок типа СВК-6	Станок типа СВК-5
Масса, кг	425	-		
Параметры / Наименование, марка	Станок для хряка	Клетка для хряков	Клетка для хряков	Станок для хряков
Тип	Индивидуальный	Индивидуальный	Индивидуальный	Индивидуальный
Особенности	Состоит из боковых стенок, передней дверцы в сборе с кормушкой, задней дверцы, которая фиксируется в двух положениях: «закрыто» и «открыто» с помощью рычага из зоны кормового прохода	-	Возможно изготовление по индивидуальной длине и оснащение поворотными воротами типа «вестерн» или воротами для хряков.	Передние ограждения решетчатые с вертикальными перекладинами, боковые – комбинация сплошных и решетчатых
Станок:				
- материал	Стальные трубы	Стальные трубы	Стальные трубы 1» и ½ «	Стальные трубы
- покрытие	Горячее оцинкование или окрашивание (по желанию заказчика)	Горячее оцинкование	Горячее оцинкование	Горячее оцинкование
- габаритные размеры, мм	2500x640x1100	2200x2600(3000)x1000	По индивидуальному заказу. Высота: монтажа ограждения – 1250, ограждения – 1100	2200x2600 (3000)
Кормушка:	Входит в комплектацию			Входит в комплектацию
- объем, л	-	-		-
- материал	-	Пластик		-
Поилка:				
- тип	-	Ниппельная		Ниппельная
- расход воды, л/мин	-	-		-

Хряк-производитель за одну садку может выделять до 400–500 мл спермы. Ожирение, как и истощение хряков, отрицательно сказывается на их половой активности и качестве спермопродукции. На 100 кг живой массы растущие хряки потребляют по 1,7 кг сухого вещества, взрослые – 1–1,3 кг. Поэтому их рационы должны иметь высокую концентрацию обменной энергии и питательных веществ в сухом веществе [36].

Концентрированные корма скармливают хрякам в виде полнорационных комбикормов, которые производят на комбикормовых заводах или непосредственно в хозяйстве из зернофуража и белково-минерально-витаминных добавок или премиксов промышленной выработки.

Для санитарной обработки хряков оборудуют помещение, состоящее из душевой и сушилки. Душевая должна примыкать к помещению для содержания хряков, сообщаясь с ней дверью. Пол асфальтобетонный с уклоном для стока воды и канализацией. Стены облицовывают пластиком или глазурованной плиткой. В душевой устанавливают станки для туалета хряков с душем со специальной моечной установкой, оборудуют обогрев воды для душа.

В манеже устраивают асфальтобетонные, бетонные или пластиковые полы с гидросмывом. Пол перед чучелом желателно застелить резиновым противоскользящим ковриком. Окна располагают на высоте 1,5 м от пола. Стены и потолок желателно выполнять из пластика или окрасить белой водоэмульсионной краской. В манеже надо иметь водопроводный кран со шлангом для мытья полов и стен, а также раковину для мытья рук. Манеж для взятия спермы необходимо сделать так, чтобы при агрессивном поведении хряка была возможность свободно покинуть его. Ограждение манежа делается из вертикальных стоек – столбов.

На 50 хряков должно быть 3-4 манежа. Их количество следует делать из расчета получения спермы от группы хряков за 2-3 часа, учитывая, что техник в течение часа в среднем может получить сперму от 4-5 хряков. Размеры манежей 3,5 x 2,5 м. Высота манежа 1,4 м, полы асфальтобетонные или из керамической плитки. Около фантома необходимо устраивать съемные щиты или резиновые коврики с шероховатой поверхностью. При искусственном осеменении на одного хряка должно планироваться 150–200 свиноматок, при естественном – 20–25. На 120–150 свиноматок должен приходиться один хряк-пробник (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – Взятие спермы мануальным методом

Хряку-пробнику необходимо один раз в неделю давать естественную садку. Если этого не делать, то пробник не будет активно реагировать на матку. Наряду с кормлением и содержанием на половую активность хряков влияет интенсивность их использования (таблица 2.3). При производственной необходимости взрослых активных хряков можно использовать для взятия спермы один раз в два дня в течение трех месяцев, с последующим предоставлением отдыха на 12–15 дней.

Таблица 2.3 – Режим использования хряков

Режим использования	Число садок в месяц в возрасте, мес.				
	10–12	12–18	18–24	24–26	Старше 3 лет
Умеренный	до 4	До 6	до 8	до 10	до 12
Интенсивный	-	7-12	9-16	11-20	13-24

Наилучшее качество спермы при режиме использования хряка – одна садка в четыре дня. Для улучшения качества спермопродукции и физиологического состояния хряков необходимо использовать:

- активный моцион с использованием различных типов тренажеров (на племенных предприятиях и репродукторных фермах);
- облучение искусственными источниками ультрафиолетовых лучей с дозой от 96–105 мэр ч/м² до 120–130 мэр ч/м².

2.3 Технологии содержания холостых, условно-супоросных, супоросных свиноматок

Интенсивность использования свиноматок зависит от длительности цикла воспроизводства, который состоит из фаз холостого, условно-супоросного, супоросного и подсосного содержания. Переменными величинами цикла являются период холостого содержания и подсосный период. Для уменьшения фазы холостого содержания применяют новые методы стимуляции и синхронизации охоты гормональными препаратами, раннюю диагностику супоросности, подсосный же период можно сократить только за счет раннего отъема.

Ранний отъем не только повышает количество опоросов от свиноматки в течение года, но и позволяет экономить корма. Корм, скормленный непосредственно пороссятам, используется в 2,5 раза эффективнее, чем скормленный свиноматке и потребленный пороссятами в качестве ее молока. Однако чрезмерное сокращение подсосного периода не дает положительного эффекта, т.к. впоследствии воспроизводительные качества свиноматок ухудшаются. При сверхраннем отъеме свиноматки плохо приходят в охоту, ухудшается их воспроизводительные способности, жизненность пороссят.

Оптимальный срок раннего отъема – 21–28 дней. Являясь эффективным методом интенсификации маточного поголовья, он, тем не менее, должен применяться только при условии полной обеспеченности пороссят соответствующими (детскими) кормами. Технологические нормативы содержания свиноматок указаны выше. Кормление производится из индивидуальных и групповых кормушек. Высокая температура в

помещении отрицательно влияет на воспроизводительные качества свиноматок. Микроклимат помещений для холостых и супоросных свиноматок должен соответствовать следующим требованиям: относительная влажность – 40–75% (требование справедливо: 1) при меньшей влажности наружного воздуха, поступающего для вентиляции; 2) при неиспользовании технологии охлаждения воздуха за счет теплоты парообразования воды в жаркое время года); предельное содержание аммиака – 20 мг/м³; углекислого газа – 0,2% [35]. Для индивидуального содержания осемененных и супоросных свиноматок используются различные типы индивидуальных станков (таблицы 2.4, 2.5).

Свиноматок осеменяют в металлических станках размерами 55–60 х 230 см для проверяемых и 65–70 х 230–240 см для основных, включая место для кормушки. Ширина прохода должна обеспечивать возможность для разворота хряка по проходу и возможность свободного прохода свиноматок при заполнении или освобождении станков (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 – Технология выявления половой охоты у свиноматок с использованием хряков-пробников

Разработаны станки для группового содержания супоросных свиноматок с механической фиксацией на период кормления. Групповые станки представляют собой загон из перегородок, выполненных в виде комбинации решетчатых металлических ограждений и прочного пластика. Их размеры определяются в соответствии с проектом. Потребность свиноматок в энергии и питательных веществах зависит от их возраста, живой массы, физиологического состояния, упитанности и условий содержания.

При организации нормированного кормления дифференцируют группы холостых маток, подлежащих осеменению, супоросных – в первые 84 дня и в последние 30 дней супоросности.

Таблица 2.4 – Технические характеристики индивидуальных станков для содержания холостых, осеменяемых, условно-супоросных свиноматок

Параметры	СВК-1	СВК-23	СВК-23.1
Назначение	Для индивидуального содержания свиноматок в цехе осеменения		
Особенности	Однопроходной, ширина станка регулируется, к станку устанавливается кормушка	Двухпроходной, ширина станка регулируется, к станку устанавливается кормушка	Двухпроходной, ширина станка регулируется
Станок:			
- вместимость, голов	1	1	1
- материал	Металлическая без покрытия или оцинкованная труба	Металлическая без покрытия или оцинкованная труба	Металлическая без покрытия или оцинкованная труба
- габаритные размеры, мм	2400x650x1090	2200x650x1050	2200x650x1087
Кормушка:			
- наличие	Нет	Нет	Входит в комплектацию
- материал	-	-	Нержавеющая сталь
- объем, л/габаритные размеры, мм	-	-	450x360x250
Поилка:			
- наличие	-	-	-
- расход воды, л/мин	-	-	-
Масса, кг	-	-	-

Продолжение таблицы 2.4

Параметры	Станок (вариант №1)	Станок (вариант №2)
Назначение	Для индивидуального содержания холостых и условно супоросных свиноматок (30 дней после осеменения) в условиях свиноводческих ферм и комплексов	Для индивидуального содержания холостых и условно-супоросных свиноматок (30 дней после осеменения) в условиях свиноводческих ферм и комплексов
Особенности	Боковые ограждения выполнены из горизонтальных труб	Боковые ограждения выполнены из горизонтальных труб, у изголовья свины – из вертикальных
Станок:		
- вместимость, голов	1	1
- материал	Оцинкованная горячим способом труба	
- габаритные размеры, мм	2250x750/650x x1000	2145x600/700x1025
Кормушка:		
- наличие	По заказу	По заказу
- материал	Бетон марки 200	Бетон марки 200
Поилка:		
- наличие	Ниппельная, по заказу	Ниппельная, по заказу
Масса, кг	-	-

Продолжение таблицы 2.4

Параметры	Станок мод. 11	Станок мод. 18	Станок мод. 20	Станок мод. 26
Назначение	Для осеменения	Для осеменения	Для осеменения	Для осеменения
Особенности	Покрытие – горячая гальванизация, без кормушки	Покрытие – горячая гальванизация, без кормушки	Покрытие – горячая гальванизация, без кормушки	Покрытие – горячая гальванизация, без кормушки
Станок:				
- вместимость, голов	1	1	1	1
- материал	Сталь	сталь	Сталь	Сталь
- габаритные размеры, мм	2250x600...700x1005	2330x600...700x1085	2220x600...700x2000	2340x600...650x1100
Кормушка:				
- наличие	Нет	Нет	Нет	Нет
- материал	-	-	-	-
Поилка:				
- наличие	Нет	Нет	Нет	Нет
Масса, кг	-	-	-	-

Продолжение таблицы 2.4

Параметры	Станок СОС-1	Станок 35481.00.000	Станок исп. 1
Назначение	Для индивидуального содержания свиноматок в период осеменения	Для индивидуального содержания свиноматок в период осеменения	Предназначен для индивидуального содержания осеменяемых, условно-супоросных, холостых свиноматок.
Особенности	-	Боковые ограждения выполнены из вертикальных труб; высокое расположение кормушки	Задние двери, благодаря их конструкции, можно не открывать во время проведения искусственного осеменения; дополнительные опции: дозатор кормов и приемная труба; ниппельная поилка; можно поставить станки без корыта
Станок:			
- вместимость, голов	1	1	1
- материал	-	Оцинкованная горячим способом труба	Трубы водогазопроводные ГОСТ 3262-75 горячее оцинкование, ГОСТ 9.307-2021; в черном виде; окрашенные
- габаритные размеры, мм	2450x660x1050	2300x650 (850) x1200	2000 (внутри 1560) x600 (любая)x970
Кормушка:			
- размещение	-	Приподнята над полом	Приподнята над полом
- материал	-	Нержавеющая сталь	Сталь нержавеющая, толщина покрытия 1,5; 2,0мм
- объем, л/габаритные размеры, мм	-	10	600 мм x число станков в одном ряду
Поилка:			
- наличие	-	В комплекте	-
- расход воды, л/мин	-	6	-
Масса, кг	100	120	-

Окончание таблицы 2.4

Параметры	Станок	Станок свободного доступа	Станок для холосто-супоросных свиноматок
Назначение	Для индивидуального содержания свиноматок в период осеменения	Для содержания свиноматок на совмещенном участке осеменения и ожидания	Предназначен для индивидуального содержания осеменяемых, условно-супоросных, холостых свиноматок
Особенности	Задние дверцы типа «салонной калитки» могут быть установлены как внутри, так и снаружи. Кормушка опрокидывающаяся, имеет два боковых сплошных ограждения	Система запирается одной рукой, легкий доступ к животному за счет оптимальной конструкции задней дверцы	Боковые ограждения из вертикально сваренных труб; задняя дверца состоит из двух половин.
Станок:			
- вместимость, голов	1	1	
- материал	Оцинкованный металл	Оцинкованный металл	
- габаритные размеры, мм	1900/2000x550-750 (600-700) x1133	2000/2100x600/650/700x1033	2200x6500 (холостые свиноматки) 2200x(600-550) (ремонтные свинки)
Кормушка:			
- размещение	Приподнята над полом	Приподнята над полом	Приподнята над полом
- материал	Нержавеющая сталь/полимербетон	Нержавеющая сталь/полимербетон	Нержавеющая сталь
- объем, л/габаритные размеры, мм	-	-	-
Поилка:			
- тип	В комплекте, одна на два станка	В комплекте, одна на два станка	Ниппельная
- расход воды, л/мин	-	-	-
Масса, кг	-	-	-

Таблица 2.5 – Технические характеристики станков для супоросных свиноматок

Параметры	Станок	Станок 35485.00.000
Назначение	Для группового содержания холостых и супоросных свиноматок	Для индивидуально-группового содержания свиноматок после установления супоросности.
Особенности	Выполнены из металлических унифицированных элементов (передняя и контактная решетчатые перегородки, калитка, стойки) и местных строительных материалов: кирпича, плоских плит и др. (задняя и разделительная стенки, полы). Кормушка – продольно разрезанная металлическая труба	Обеспечивается объединение нескольких станков в единую конструкцию с общими элементами; индивидуальное кормление каждой свиноматки; возможность самостоятельного выхода свиноматок в зону группового содержания; возможность индивидуальной или групповой блокировки свиноматок в станках
Станок:		
- вместимость, голов	12	1
- материал		Оцинкованные трубы
- габаритные размеры, мм	6000х(3500...3800)х1000	2300х850х1200
Кормушка:		
- размещение	-	-
- материал	Металл	Нержавеющая сталь
- объем, л/габаритные размеры, мм		10 л
Поилка:	-	В комплекте
- тип	-	Ниппельная, 6 л/мин
Масса, кг		130

Продолжение таблицы 2.5

Параметры	Станок типа «кормление-отдых» модель ТН	Станок типа «кормление-отдых» модель ТРН
Назначение	Для индивидуально-группового содержания свиноматок с установленной супоросностью	
Особенности	Боковое ограждение выполнено в виде горизонтальных труб; оснащен высокой дверцей типа «вестерн», закрытие/открытие станков осуществляется персоналом фермы вручную	Боковое ограждение выполнено в виде горизонтальных труб; оснащен Р-образной дверцей, закрытие/открытие станков осуществляется персоналом фермы вручную
Станок:		
- вместимость, голов	1	1
- материал	Оцинкованная горячим способом труба	Оцинкованная горячим способом труба
- габаритные размеры, мм	2300х(650...750)х1110	2300х(650...750)х1110
Кормушка:		
- размещение	Приподнята над полом	Приподнята над полом
- материал	Нержавеющая сталь	Нержавеющая сталь
- объем, л/габаритные размеры, мм	-	-

Продолжение таблицы 2.5

Параметры/ Наименование, марка	Станок типа «кормление-отдых» модель TD1/TD2	Станок типа «кормление-отдых» модель К	Станок типа «кормление-отдых» модель КН
Назначение	Для индивидуально-группового содержания свиноматок с установленной супоросностью		
Особенности	Боковое ограждение выполнено в виде вертикальных труб, дверца типа «вестерн», закрытие/открытие станков осуществляется персоналом фермы вручную	Боковое ограждение выполнено в виде вертикальных труб; задняя часть станка откидывается, закрытие/открытие станков осуществляется персоналом фермы вручную	Боковое ограждение выполнено в виде горизонтальных труб; задняя часть станка откидывается, закрытие/открытие станков осуществляется персоналом фермы вручную
Станок:			
- вместимость, голов	1	1	1
- материал	Оцинкованная горячим способом труба	Оцинкованная горячим способом труба	Оцинкованная горячим способом труба
- габаритные размеры, мм	2300х(600...700)х1120	2300/2500х(600...700)х1100	2230х(650...750)х1100
Кормушка:			
- размещение	-	Приподнята над полом	Приподнята над полом
- материал	Нержавеющая сталь/полимер	Нержавеющая сталь/полимер	Нержавеющая сталь

Продолжение таблицы 2.5

Параметры	Станок типа «кормление-отдых» модель SF1/SF2	Станок типа «кормление-отдых» модель T
Назначение	Для индивидуально-группового содержания свиноматок с установленной супоросностью	
Особенности	Боковое ограждение выполнено в виде горизонтальных труб; самозакрывающийся станок	Боковое ограждение выполнено в виде вертикальных труб; оснащен дверцей типа «вестерн», закрытие/открытие станков осуществляется персоналом фермы вручную.
Станок:		
- вместимость, голов	1	1
- материал	Оцинкованная горячим способом труба	Оцинкованная горячим способом труба
- габаритные размеры, мм	2300/2500х(600...700)х1100 (без фиксатора)	2300/2500х(600...700)х1100
Кормушка:		
- размещение	Приподнята над полом	Приподнята над полом
- материал	Нержавеющая сталь	Нержавеющая сталь/полимер

Окончание таблицы 2.5

Параметры	Станок HD	Станок Easy Lock	Станок свободного доступа
Назначение	Для индивидуально-группового содержания свиноматок с установленной супоросностью		Для содержания свиноматок на совмещенном участке осеменения и ожидания
Особенности	Дверца станка сконструирована по принципу качели (откидывается вверх) и закрывается, когда животное подходит к кормушке	Имеет самофиксирующиеся открывающиеся в обе стороны дверцы, которые позволяют свиноматке самостоятельно входить в станок и покидать его	Система запираения управляется одной рукой, легкий доступ к животному за счет оптимальной конструкции задней дверцы
Станок:			
- вместимость, голов	1	1	1
- материал	Оцинкованные трубы	Оцинкованные трубы	Оцинкованный металл
- габаритные размеры, мм	Ширина – 620 и 650мм	Регулируемая ширина – 600...700мм	2000/2100x600/650/700x1033
Кормушка:			
- размещение	Приподнята над полом	Приподнята над полом	Приподнята над полом
- материал	Нержавеющая сталь	Нержавеющая сталь	Нержавеющая сталь/полимербетон

Наиболее низкую потребность имеют взрослые матки в первые 84 дня супоросности, в последние 30 дней она возрастает на 15–20 %. Доказано благоприятное влияние на многоплодие маток повышенного на 25–30 % уровня кормления за одну-две недели до осеменения и после отъема поросят на пятый – седьмой день.

Разные уровни кормления маток холостых и супоросных в первые 84 дня и в последние 30 дней супоросности обеспечивают за счет скармливания разного количества сухого вещества при одинаковой концентрации в нем энергии и питательных веществ. При интенсивном ведении свиноводства необходимо иметь хорошо выровненное маточное поголовье: живая масса одной головы при отъеме поросят – 160–180 кг, в первые 84 дня супоросности – 181–200 кг и в последний месяц супоросности – 200–220 кг.

Отсутствие дифференциации в кормлении молодых и взрослых маток объясняется необходимостью обеспечения прироста живой массы у растущих свинок за первый цикл воспроизводства около 30 кг и за второй – 20 кг. В период же супоросности общий прирост живой массы должен составлять у взрослой матки около 35–40 кг, а у маток до двух лет – 50–55 кг (разность по массе при осеменении и на 112-й день супоросности). Ожирение и истощение крайне отрицательно сказываются на многоплодии, развитии поросят в эмбриональный период, на последующей молочности маток и деловом выходе поросят. На промышленных предприятиях используются специализированные комбикорма, адаптированные для соответствующей зоны [36].

Для выявления маток в охоте используют хряков-пробников (рисунок 2.4). Выявлять свиноматок в охоте желательно в раннее время суток. В цехе воспроизводства должны быть сосредоточены хряки-производители, хряки-пробники, холостые, условно-супоросные и супоросные свиноматки. В состав цеха входит также станция искусственного осеменения свиней.



Рисунок 2.4 – Стимуляция свиноматок при помощи хряков пробников

Свиноматки после отъема начинают приходить в охоту на третий-четвертый день. В течение шести дней в охоту приходит около 80–85% свиноматок, в течение 10 дней – более 90%. Остальные свиноматки являются проблемными и требуют индивидуального

подхода для выяснения причин ее отсутствия. При отъеме менее 21 дня свиноматки хуже приходят в охоту, и требуется проводить мероприятия по гормональной стимуляции. Максимальная продуктивность, как правило, проявляется у свиноматок, которые пришли в охоту до шести дня после отъема. Это свидетельствует об их гормональном «здоровье».

Обязательным условием успешного осеменения свиноматок является дозированный контакт с хряком, особенно для ремонтных свинок в период формирования их воспроизводительной системы. Быстрый приход свиноматок в охоту после отъема обеспечивают следующие меры: 1) обеспечение полноценного кормления в подсосный период (особенно протеиновое питание); 2) недопущение снижения упитанности свиноматок в подсосный период более 15 кг живой массы; 3) обеспечение обильного кормления свиноматок от отъема до осеменения; 4) обеспечение нормального микроклимата; 5) содержание свиноматок в помещении с присутствием хряка-производителя (пробника); 6) мелкогрупповое содержание свиноматок не более 10–15 голов в станке.

В возрасте пяти-шести месяцев при живой массе 65–110 кг свинки уже способны к оплодотворению. Но проводить осеменение ремонтных свинок необходимо при достижении живой массы 135–140 кг в возрасте семи-восьми мес. Общие требования для сроков осеменения свиноматок – временной интервал от 12 часов до овуляции и 4 часа после нее.

Считается оптимальными сроками покрытия свинок и свиноматок от 24 до 36 часов после проявления первых признаков охоты. После двукратного осеменения свиноматок необходимо проверять на рефлекс «неподвижности». При наличии рефлекса их осеменяют третий раз. Как правило, свиноматки с длительным периодом охоты являются самыми многоплодными. В настоящее время созданы ультразвуковые приборы, которые на основе различной скорости проникновения ультразвука через различные по своей структуре слои тканей и жидкостей позволяют определять супоросность свиноматок. Сканирующие устройства в настоящее время являются наиболее надежным и простым методом диагностики супоросности свиноматок.

В практических условиях при отсутствии приборов контроль за супоросностью проводится по повторному приходу свиноматок в охоту. После отъема рацион свиноматок необходимо увеличить до 3,3–3,5 кг комбикорма. Усиленное полноценное белковое кормление свиноматки после отъема приводит к четкому приходу маток в охоту.

Повышение уровня кормления на 25–30 % перед осеменением увеличивает уровень овуляции на 1–1,5 яйцеклетки. Сразу после осеменения необходимо снизить уровень кормления до 2,7–2,8 кг. Этот прием уменьшает эмбриональную смертность, особенно у молодых маток. В настоящее время разработано большое количество стимуляторов охоты свиноматок, которые с успехом применяются в производстве. Стимулирует приход в охоту введение свиноматкам в подсосный период 400–500 тыс. ед. витамина А два-три раза в неделю в течение двух-трех недель. Применяют также введение тривитамина по 3 мл внутримышечно два-три раза в неделю. Применение гормональных препаратов («Фоллимаг», раствор «Сурфагона», «Магэстрофан» и др.) для стимуляции воспроизводительной деятельности необходимо тогда, когда исчерпаны другие средства.

Для нормирования кормления свиноматок при содержании группами в 50–60 голов существуют кормовые станции на основе транспондеров с компьютерной идентификацией животных. Достоинства станций: можно устанавливать в старых животноводческих помещениях; используется в качестве инструмента управления поголовьем, индивидуальное кормление животных, предоставляет возможность осуществления отбора свиноматок. Недостатки: высокие требования к квалификации персонала, ограниченные возможности применения для кормления групп с меняющимся составом, значительные затраты средств на обслуживание, опасность нанесения животными травм друг другу при входе на станцию. Особенности таких станций являются прочная и функциональная конструкция, удобная эксплуатация передатчика в виде ушного микрочипа или инжектата, сквозной проход. Входная и выходная двери открываются и закрываются пневматически, благодаря этому свиноматке достаточно времени для спокойного поедания корма. Кормораздаточная станция имеет загрузочное устройство для кормов, подающий шнек, систему распознавания животных. Для других животных станция в это время недоступна. Выходной шлюз препятствует возвращению свиноматки в станцию и возможность повторного поедания корма. Возможности станции позволяют использовать ее как селекционное устройство и для медикаментозной обработки животных. Предусмотрен контроль за приходом свиноматки в охоту хряком-пробником, который расположен в специальном станке. Кормовую станцию на основе транспондеров с компьютерной идентификацией животных можно использовать как при бесподстилочном содержании, так и при содержании на соломенной подстилке (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 – Пример содержания свиней при использовании кормовой станции на основе транспондеров с компьютерной идентификацией животных

Компьютерное устройство обеспечивает дистанционное управление станцией. Важным технологическим решением являются обеспечение считывания информации о состоянии свиноматок и передача ее на селекционный центр. Компьютерное устройство позволяет получать информацию о физиологическом состоянии животных, количестве

потребленного корма, отказах в кормах и др. Станции позволяют вводить медицинские препараты, контролировать потребление животными воды.

Функциональные возможности кормовых станций позволяют сортировать животных, маркировать краской, выделять заболевших животных и животных с недостаточным потреблением корма (рисунок 2.6).

Работа станции основана на выработке условных рефлексов. Животные по сигналу направляются из станков в кормовую станцию и «в порядке очереди» проходят режим кормления. При установлении идентификации свиноматки ей на основании компьютерной программы отпускается положенное количество корма. После кормления свиноматка выходит из станции в соответствии с «решением» компьютера. Если она не полностью потребила корм, то она направляется в тот бокс, который имеет возможность вторичного посещения станции.

Подача корма на станцию производится, как правило, автоматически. При этом, в зависимости от модели, корм может быть сухим, увлажненным или жидким.



Рисунок 2.6 – Кормовая станция

Животные получают корм порциями. Скорость подачи корма должна соответствовать интенсивности его поедания свиньями. При ускоренной подаче в кормушке могут оставаться несъеденные остатки корма. И наоборот, при медленной подаче может возникнуть ситуация, когда нетерпеливые, быстро поедающие корм животные будут преждевременно покидать станцию.

Станок должен быть разделен на функциональные зоны (отдыха, ожидания и активности). При этом должны быть соблюдены следующие условия:

ИТС 41–2023

- на каждую свиноматку должно приходиться в целом не менее 2,5 м² площади станка; при бесподстилочном содержании не рекомендуется увеличивать эту норму, так как в противном случае зона отдыха будет сильно загрязняться;
- площадь зоны ожидания предстанцией должна составлять, как минимум, 0,8 м² в расчете на голову; при содержании на соломенной подстилке станция находится на возвышении и площадь зоны ожидания можно немного уменьшить; перед станцией должно быть достаточно места, чтобы свиньи, толкаясь, не могли пораниться об оборудование;
- выход из станции должен находиться как можно дальше от входа;
- логова должны быть 2-3 м шириной, там должно хватать места для 6-8 свиноматок;
- проходы должны составлять как минимум 2 метра в ширину и не заканчиваться тупиком;
- поилки лучше всего устанавливать в зоне активности, чтобы у свиноматок был стимул после кормления покинуть станцию.

Для обеспечения нормального ритма кормления на одну станцию необходимо не более 50 свиноматок.

В новую группу рекомендуется вводить животных не по отдельности, а сразу по несколько свиноматок, находившихся ранее в одной группе.

Для маленьких групп с количеством свиноматок менее 50 необходимо предусмотреть резервные места для индивидуального содержания – в размере примерно 10 % от общей площади помещения. В больших группах доля резервных мест может быть сокращена до 5 %. Однако полностью отказываться от их создания нельзя.

Для улучшения физиологического состояния свиноматок необходимо использовать: облучение искусственными источниками ультрафиолетовых лучей с дозой от 96–105 мэр ч/м² до 120–130 мэр ч/м².

2.4 Технологии содержания подсосных свиноматок.

Технологические нормативы, типы станков и станочное оборудование

За 5 дней до опороса свиноматок переводят в соответствующий цех. Станки и помещения для опороса должны быть продезинфицированы согласно существующим инструкциям. В среднем супоросный период продолжается 114-115 дней. В течение последнего периода супоросности, и особенно в последние дни, у свиноматок начинают увеличиваться и наливаться молочные железы. Продолжительность опороса в среднем составляет 2,5 часа. Периоды между рождением очередного поросенка – 12–20 минут. У старых свиноматок опорос длительнее, чем у молодых. Опорос более пяти часов считается неблагополучным и требует оказания акушерской помощи. Около 0,5–1% свиноматок требуют вмешательства в процесс опороса. Если в течение 40 минут не появляется очередной поросенок, то опорос проходит с осложнениями [35].

При дефиците кальция в рационе свиноматок существенно нарушается сократительная способность мышц матки. Если пуповина разорвалась внутри половых путей, то поросенок может родиться мертвым. Обследование родовых путей необходимо проводить с соблюдением правил антисептики. Если при обследовании не обнаружено отклонений от нормы, то, вероятнее всего, причиной задержки является

слабость родовой деятельности. В этом случае свиноматке можно ввести окситоцин и кальций. При наличии сильных схваток причиной задержки, как правило, является застрявший в половых путях плод. Его необходимо извлечь при помощи акушерских петель или вручную. После оказания свиноматке акушерской помощи ей желательно ввести антибиотик или промыть матку 0,5–1-процентным раствором ПВП-йода.

Кормить свиноматок нужно спустя 12 часов после опороса. Если свиноматка имеет температуру более 41 °С, то идет воспалительный процесс и ее нужно лечить. В первый день свиноматкам желательно уменьшить на 50% рацион, полностью рацион кормления восстанавливается на второй-третий день после опороса. Кормить матку необходимо индивидуально, не менее трех раз в сутки. Потребность лактирующих маток в энергии и питательных веществах значительно выше, чем супоросных. Это объясняется тем, что матки с молоком выделяют значительно больше энергии и питательных веществ, чем расходуют на формирование плодов. На 100 кг живой массы матка способна потребить в сутки 2,5–3,0 кг сухого вещества. Поэтому сухое вещество рациона должно иметь высокую концентрацию энергии и питательных веществ. В рационы подсосных маток вводят больше концентратов, поскольку затраты на молоко не покрываются за счет объемистых кормов, поэтому организм расходует значительное количество резервных питательных веществ своего тела. На промышленных предприятиях для кормления свиноматок применяются специализированные комбикорма.

В день отъема поросят маткам дают не более половины суточного рациона, а затем переводят на нормы кормления для холостых и супоросных маток. Одной из главных проблем в подсосный период является приучение поросят к корму, который им придется потреблять после отъема. Нормальный поросенок при отъеме в 30 дней должен весить более 8 кг. При раннем отъеме поросенок должен весить не менее 7 кг, меньший отъемный вес поросят в дальнейшем приводит к проблемам.

Мелких поросят, которые «не добрали» при отъеме вес, если позволяет технология, можно подсаживать к лактирующей свиноматке, у которой отняли поросят, или выращивать под «искусственной» свиноматкой. Начиная с первого дня жизни, поросята питаются исключительно молоком матери, которое обеспечивает им высокую энергию роста, развитие и предохраняет от различных заболеваний. С 14-15 дня молочность свиноматок снижается, а потребность новорожденных поросят в питательных веществах возрастает. Поэтому уже на пятый-седьмой день жизни поросят приучают к подкормке. На второй-третий день для профилактики анемии им внутримышечно вводят железосодержащие препараты.

Существуют различные варианты станков для подсосных маток, их особенность – снизить процент задавливания новорожденных поросят и создать им необходимый температурный режим (таблица 2.6). Конструкция современных станков для содержания подсосных свиноматок предусматривает фиксацию свиноматки в боксе, который размещается в станке диагонально или вдоль ограждения станка и обеспечивает свободный подход поросят к свиноматке.

Таблица 2.6 – Технические характеристики станков для подсосных свиноматок

Параметры	Станок СДМ-1/10	Станок СФЗ-1/10	Станок для опоросов
Особенности	-	Оборудован регулируемым по ширине металлическим ограждением для фиксации свиноматки и обогреваемым брудером для отдыха поросят. Имеет кормушку для свиноматки, групповую двухсекционную кормушку для подкормки поросят-сосунов влажными и жидкими кормами, а также самокормушку для сухих подкормок и сосковые автопоилки	Имеет бокс, регулируемый в длину и ширину, с нижней перекладиной, оснащенной дугами (фиксированной или регулируемой). Может быть изготовлен из черной оцинкованной трубы или с порошковым покрытием
Количество животных, гол. свиноматка/поросята)	1/10	1/10	1/10
Габаритные размеры, мм:			
- бокса			
длина	-	-	1150
ширина:	-	-	1200
- передней части	-	-	
- задней части	-	-	
высота	-	-	800
- станка	2500x2600x1100	2500x2700x1100	-
Масса, кг	-	-	-

Продолжение таблицы 2.6

Параметры	Станок	Станок УСТ-3М	Станок 35492.00.000
Особенности	-	Ограждения станка – из кирпича, со стороны кормонавозного прохода – металлическая решетка. Внутри станка перегородка, отделяющая свиноматку. После перегона свиноматки в свинарник для холостых свиноматок перегородка переводится в положение «вдоль задней стенки», фиксируется кронштейном и остается в таком положении до достижения поросятами 90–120-дневного возраста и перевода их в свинарник-откормочник	В комплект входят кормушка (объем – 10л) и ниппельные поилки (подача воды – 6 л/мин)
Количество животных, гол. (свиноматка/поросята)			
Габаритные размеры, мм:			
- Бокса (мод 35490):			
длина			2400
ширина:			
- передней части			530–630
- задней части			570–850
высота	1000		1200
- станка	1800x2400x500		2600x1600x1000
Масса, кг	-		240

Продолжение таблицы 2.6

Параметры/Марка	Станок СОП-1	Станок	Станок XL
Особенности	-	Металлическое ограждение располагается в станке прямо или по диагонали. Изготовлен из прочных стальных оцинкованных труб. В конструкции предусмотрены специальные регулируемые приспособления, которые предотвращают резкое опускание свиноматки и задавливание поросят	Поилка и кормушка установлены над полом. Оснащен берложкой для поросят и централизованным механизмом ее открывания
Количество животных, гол. (свиноматка/ поросята)	-	1/12	1/12
Габаритные размеры, мм:			
- бокса:	-		
длина	-	2200	1900/2000
ширина:	-	650	
- передней части	-	-	(530–630)
- задней части	-	-	(570–850)
высота	-	1200	900
- станка	2600x1950x1750	2400x1800x500	2500-2700x1600-1800x500
Масса, кг	500	-	

Окончание таблицы 2.6

Параметры/Марка	Vario	Компакт
Особенности	Регулируются по длине, ширине и высоте. Консольное крепление бокса свиноматки. В комплект входят кормушка и поилка	Регулируются по длине, ширине и высоте. В комплект входят кормушка и поилка. Бокс устанавливается на четырех опорах
Количество животных, гол. (свиноматка/поросята)	1/12	1/12
Габаритные размеры, мм:		
длина	1900	1900 (без кормушки) 2350 (с кормушкой)
ширина:		660
- передней части	590	-
- задней части	590/720	-
высота	1030/1090	2200
Масса, кг	-	-

Использование ограждения для свиноматки исключает возможность перехода свиноматки в места обогрева, подкормки и логова поросят-сосунов. Площадь станка должна соответствовать сроку отъема поросят от 3,5 до 7 м². Следует отметить, что за рубежом с успехом применяются станки размерами 1,65 x 2,10 м. Однако оптимальным размером станка в условиях промышленной технологии является станок площадью 4 м². Проход между станками – 1 м. Фиксатор для свиноматки должен быть регулируемым от 55 до 65 см при длине 170–200 см (рисунок 2.7) [24].

Желательно клетку делать откидной, это позволяет экономить полезную площадь на проходах. Кормушка для свиноматки должна быть 45–50 см. Кормушку для свиноматки желательно сделать откидной со стоком остатков воды и возможностью для чистки. Самый простой вариант установки кормушки – объемные дозаторы с ручной раздачей корма. Ограждающие дуги должны быть на высоте 25 см от пола. Чашечная поилка устанавливается на высоте 10 см от пола (верхний край). Если применяются ниппельные поилки, то их располагают на высоте 15 и 25 см от пола. К чашечным поилкам поросята привыкают достаточно быстро, т.к. они видят оставшуюся воду. Поилки устанавливаются в области головы свиноматки. При таком расположении станок меньше загрязняется [31].

Необходимо обеспечить различный температурный режим для поросят и свиноматки. Обогрев поросят должен быть локальным. Подогревать необходимо поросят, а не свиноматку.

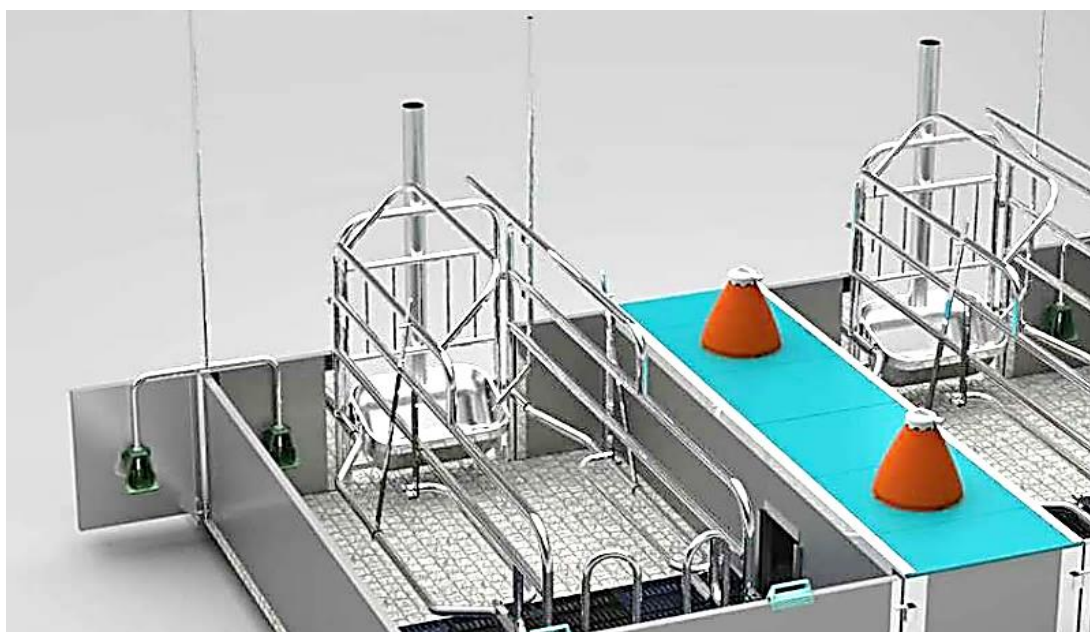


Рисунок 2.7 – Фиксатор для содержания подсосных свиноматок

В станке должна быть хорошая поверхность пола, обеспечивающая полный доступ поросят к нижнему ряду сосков, особенно задних. Шторка на «климатическом домике» способствует экономии электроэнергии и препятствует возникновению сквозняков [31].

Ширина щелей щелевого пола для поросят не должна превышать 10-11 мм, что предупреждает проваливание копыт поросят в щели (рисунок 2.8).

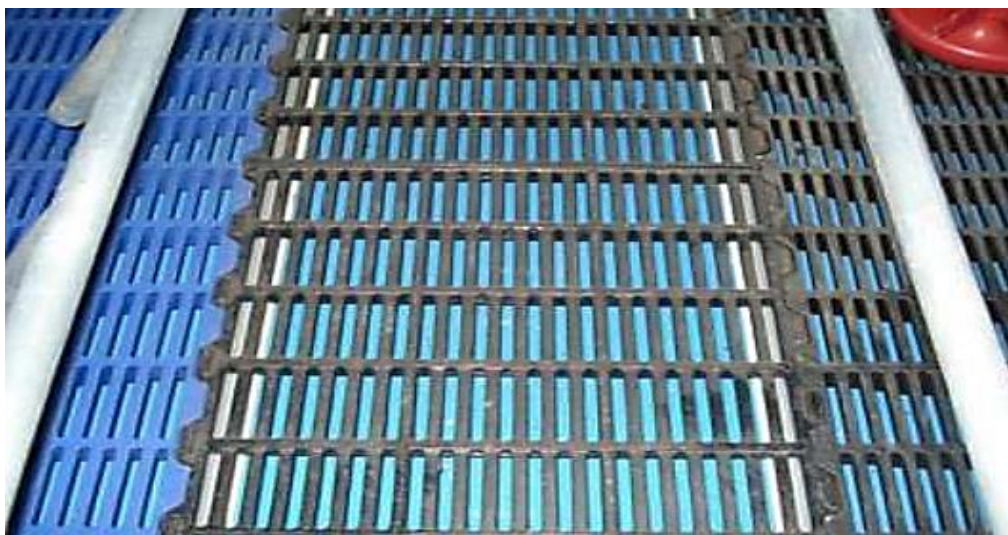


Рисунок 2.8 – Пластиковые и чугунные решетки в секторе подсосных свиноматок

Оптимальная температура в логове для поросят должна быть в первые дни жизни 30–32 °С. Ко времени отъема температура в логове должна быть около 26 °С.

Станок должен быть удобен для мойки и дезинфекции, не иметь сквозняков в зоне нахождения поросят. Для обогрева поросят используются электрические либо водяные теплые полы (электрические, питание 220 В, габаритные размеры: 30 x 91 см, 30 x 112 см, 45 x 115 см, 45 x 145 см, 68 x 122 см, 68 x 68 x 100 см). Используются также тепловые коврики, заполненные гелем, которые нагреваются от инфракрасной лампы и отдают тепло поросятам (рисунки 2.9, 2.10) [31].

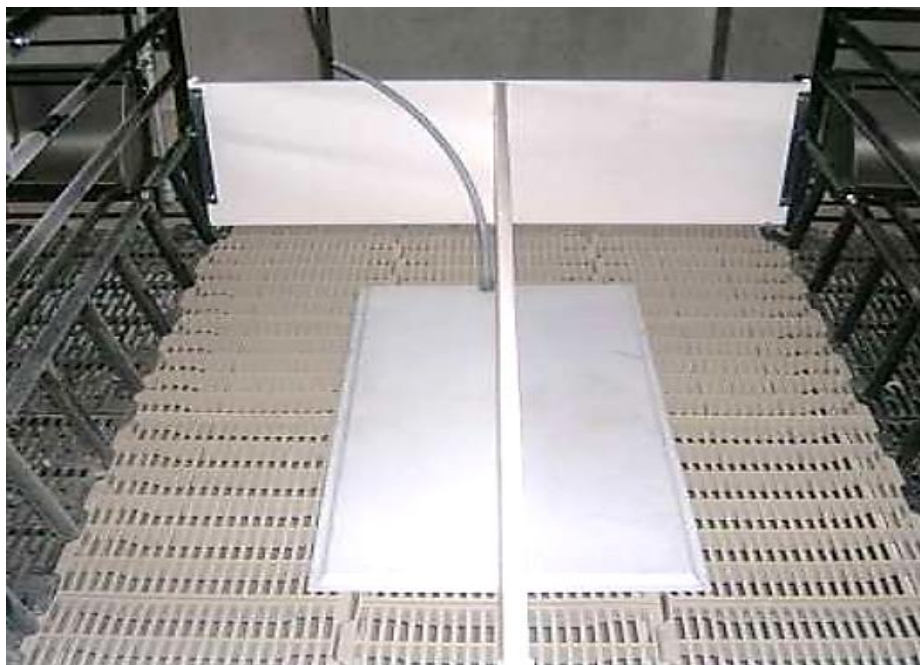


Рисунок 2.9 – Подогреваемый электрический коврик



Рисунок 2.10 – Поросята на подогреваемом коврик

Габаритные размеры: 100 x 55 см, 115 x 45 см, 80 x 80 x 27 см. Микроклимат в секторах для опороса должен соответствовать следующим требованиям (таблица 2.7).

Таблица 2.7 – Микроклимат в секторах для опороса

Параметры микроклимата	Группы животных				
	Подсосная свиноматка	Поросята - сосуны в возрасте, недель			
		1	2	3	Старше
Относительная влажность, %	60–70	60–65	60–65	60–70	60–70
Углекислый газ, %	0,2	0,15	0,15	0,2	0,2
Аммиак, мг/м ³	15	10	10	15	15
Бактериальная загрязненность, тыс.м ³	300	100	150	200	300
Запыленность, мг/м ³	13-14	5	8	10	14

Для поддержания продуктивности стада на высоком уровне необходимо соблюдение нормативов браковки маточного стада. Учитывая постепенное снижение продуктивности свиноматок после пятого опороса, необходимо поддерживать оптимальный возрастной состав стада от второго до седьмого опороса [36].

Для улучшения физиологического состояния свиноматок и поросят необходимо использовать: облучение искусственными источниками ультрафиолетовых лучей с дозой от 96–105 мэр ч/м² до 120-130 мэр ч/м².

2.5 Системы выращивания поросят-отъемышей. Технологические нормативы, микроклимат помещений

Норма станковой площади на одну голову для поросят-отъемышей в соответствии с РД-АПК 1.10.02.04-12 составляет 0,35–0,40 м². Западноевропейские нормативы предусматривают по 0,3 м² станковой площади на одну голову. Фронт кормления – 25 см на голову. При использовании современных кормовых автоматов для кормления вволю термин «фронт кормления» в значительной степени теряет свой смысл и при расчете нагрузки на кормушку учитываются нормативные параметры ее производителя [34].

Станок может быть с полностью щелевым полом или разделен на две зоны – зону дефекации и логово. Технические характеристики отечественных станков для содержания поросят-отъемышей приведены в таблице 2.8.

Поросят на доращивании необходимо содержать группами не более 25–30 голов (рисунок 2.11).

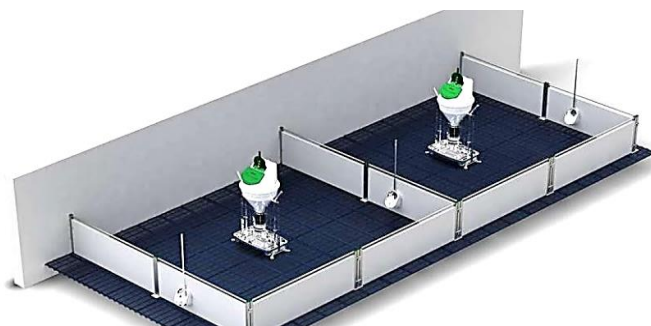


Рисунок 2.11 – Станок для содержания молодняка на доращивании

Наиболее технологично содержать поросят на пластиковых полах. Они достаточно долговечны и гигиеничны. Полы в помещениях могут быть подогреваемыми. Однако опыт современных зарубежных свиноводческих фирм показывает, что здоровых поросят в идеальных условиях микроклимата при свободном доступе к корму можно содержать группами до 45 голов в одном станке [35].

По американским нормативам минимальный размер станковой площади должен составлять 0,27 м². На отдельных комплексах в Италии она составляет 0,24 м² (рисунок 2.12).



Рисунок 2.12 – Содержание поросят на доращивании

Таблица 2.8 – Технические характеристики отечественных станков для содержания поросят-отъемышей

Параметры	СПО-10
Описание	Предназначен для мелкогруппового содержания поросят-отъемышей до 90...120-дневного возраста. Оборудован самокормушкой для ненормированного кормления поросят сухим комбикормом и двумя сосковыми автопоилками, закрепленными на разной высоте. Логово для поросят выполнено в виде брудера, который примыкает к задней стенке станка и состоит из шарнирно закрепленной двухстворчатой крышки и поворотной боковой стенки. Самокормушка размещена в разделительной контактной перегородке и обслуживает животных двух смежных станков. Навозный канал, перекрытый щелевыми панелями, проходит вдоль передней решетчатой стенки, в которой предусмотрена и калитка
Вместимость станка, голов	До 10
Фронт кормления животных, м/гол.	-
Высота ограждающих перегородок, м	-
Поилка:	
- тип	Сосковая
- расход воды, л/мин	-
Габаритные размеры, мм	-
Масса, кг	-

При раннем отъеме температура в помещении для содержания поросят должна быть до 28 °С. Скорость движения воздуха: летом – 0,6 м/с и зимой – 0,2 м/с. При сверхраннем отъеме поросят требуется наличие дорогостоящих специализированных кормов, в состав которых должны быть включены сахар, молочные продукты, рыбная мука, дрожжи, а также белковые корма растительного происхождения. Особенностью системы кормораздачи при содержании поросят-отъемышей является возможность изменения рационов в течение периода выращивания.

Для этих целей в ряде случаев на один бокс устанавливают 2 кормовых автомата. В станках для доращивания применяется система кормления, которая позволяет потреблять корм «вволю». В ряде конструкций станков в зоне отдыха устраивается берложка с навесом из расчета 0,1 м² на одну голову. Шторка регулируемая. Датские свиноводы при сухом кормлении рекомендуют 1/3 станочной площади занимать решетчатыми полами.

Между логовом и решетчатым полом устанавливается барьер, который отделяет логово от решеток. При жидком типе кормления 2/3 станка необходимо занимать решетками. Если доращивание поросят после отъема ведется до 30 кг, то пол рекомендуется выполнять на 100% из пластиковой решетки, при доращивании до 38–40 кг желательно около 25% пола выполнять из бетона. Сосковых поилок должно быть не менее двух на 20 голов.

Температура питьевой воды должна быть 20 °С. Рекомендуемый температурный режим для поросят после отъема приведен в таблице 2.9.

Т а б л и ц а 2.9 – Рекомендуемый температурный режим поросят после отъема

Масса поросят, кг	Температура
6	28
7,5	27
9,5	24
12,5	22
16	22
20	22

Температура воздуха является одним из основных технологических параметров микроклимата для содержания поросят-отъемышей.

При нормированном кормлении поросят кормят не менее четырех раз. На долю концентрированных кормов должно приходиться 85–90% по питательности. Обязательно включение в рацион кормов животного происхождения. Для придания корму ароматических и вкусовых качеств применяются различные добавки, маскирующие неприятный вкус отдельных ингредиентов корма (рапсовый шрот, рыбная мука), стимулирующие его поедание, снижающие технологический стресс.

Отъемный вес поросят имеет большое значение для дальнейшего роста молодняка. Установлено, что каждые дополнительные 0,45 кг живой массы поросенка при отъеме дают прибавку на 1,15–1,35 кг после трех – пяти недель доращивания [31].

В ряде свиноводческих предприятий применяется погнездный метод содержания поросят, когда после отъема гнездо целиком без расформирования переводится в станок для доращивания. Изменение количества животных в группе и их перемещение

из одного станка в другой меняют их кормовое поведение. У поросят снижается скорость роста, уменьшается устойчивость к заболеваниям, количество эритроцитов, гемоглобина, общего белка, бактерицидной активности сыворотки крови. Это приводит к значительному снижению общей резистентности организма и различным заболеваниям. Однако для погнездного содержания требуется большее количество станков.

Для улучшения физиологического состояния поросят на доращивании необходимо использовать: облучение искусственными источниками ультрафиолетовых лучей с дозой от 96–105 мэр ч/м² до 120–130 мэр ч/м². Для профилактики стресса у поросят при отъёме следует применять антистрессовые препараты.

2.6 Технологии откорма свиней. Технологические нормативы

Заключительным этапом в производстве свинины является откорм свиней. Он должен осуществляться в три периода – стартовый, ростовой и финишный. Свиньи скороспелых пород и их помеси быстрее откармливаются, чем свиньи позднеспелых пород. При откорме молодых животных происходит усиленный рост мышечной ткани, в результате чего получают туши с высоким выходом мяса.

При откорме взрослых свиней преобладает отложение жира, что приводит к получению туш с толстым слоем подкожного сала. Основными видами откорма свиней являются мясной откорм, беконный откорм и откорм взрослых свиней до жирных кондиций. Молодняк откармливают в среднем до 100–120 кг, в ряде случаев до 130 и даже до 140 кг. Снятие молодняка с откорма производится целиком технологической группой. Содержат свиней на откорме в групповых станках. Предпочтительно сухое кормление (рисунок 2. 13) [31].



Рисунок 2.13 – Содержание молодняка на откорме

Технологические нормативы по содержанию свиней на откорме приведены выше. Наиболее комфортная температура в помещении для откорма – 16–18 °С. В первый период при переводе животных на откорм температура в помещении должна быть такой же, как и на доращивании.

Снижение температуры до технологической нормы на откорме необходимо производить максимум на 1 °С каждый день. Если позволяют технология, то переводить животных нужно из «станка на доращивании в станок на откорме». Если невыравненность животных по живой массе небольшая, лучше не сортировать группы. Резкие колебания температуры при переводе в новое помещение отрицательно действуют на организм животных. Повышенная скорость воздуха возможна только при условии большого превышения температурного режима помещения.

Для эффективного откорма масса молодняка при отъеме должна быть не менее семи кг. Такой молодняк за 100–110 дней откорма при среднесуточном приросте 750–850 г к пяти-шестимесячному возрасту достигнет живой массы 100–120 кг. При меньшей живой массе при отъеме молодняк не адаптируется к новым условиям жизни. Особенностью кормления свиней на откорме является повышенное содержание протеина в рационе в первую половину откорма, что достигается введением белковых кормов растительного и животного происхождения.

Перевод поросят на откорм совпадает со становлением иммунного статуса организма от вирусной инфекции. Поэтому в этот период они очень восприимчивы к заболеваниям вирусного происхождения. Перегородки станков желательно выполнять сплошными, а в зоне навозного канала, если он предусмотрен, решетчатыми. Важно, чтобы животные идентифицировали зону дефекации и логово. «Безразличие» животных к зонам станка наступает при слишком высокой температуре, скученности (большой плотности), большой влажности и отсутствии необходимой вентиляции. Животные не различают зону отдыха и дефекации при высокой температуре, отсутствии необходимого воздухообмена, плохого качества пола и большой плотности посадки. Полная загрязненность станка свидетельствует о «плотной» посадке животных, высокой температуре в помещении. Свиньи на откорме 80% времени находятся на «отдыхе».

Положение животных в иерархической системе, как правило, устанавливается на второй день после объединения групп. При появлении каннибализма в станке можно повесить игрушки из различных материалов. Это частично уменьшает проблему. Переводить поросят на откорм желательно с живой массой около 30 кг. Станки следует формировать по живой массе и желательно из соседних гнезд. Если появится необходимость в переводе животных в другое помещение, группы желательно сохранять в прежнем составе.

Выбор станков для группового содержания свиней, их габариты и обеспечение достаточного фронта кормления должны быть в числе основных приоритетов при разработке конкретных технологий для откорма свиней в том или ином хозяйстве (таблица 2.10). Наиболее практичные ограждения станков – из пластика [36].

Ограждения станков для откорма делают сплошными или решетчатыми, ограждения из кирпича долговечны, но не гигиеничны. Решетчатые ограждения способствуют лучшему обмену воздуха в станках, обеспечивают наблюдение за свиньями, более экономичны по затратам строительных материалов (рисунок 2.14).

ИТС 41–2023

Таблица 2.10 – Технические характеристики отечественных станков для содержания свиней на откорме

Параметры	СОП-10	Станочное оборудование 35491.00.000.	Станочное оборудование 35489.00.000
Описание	Стенки сборные, выполнены из унифицированных металлических элементов и облицовочных плит. Передняя металлическая решетчатая стенка расположена наклонно (с наклоном верхней части внутрь станка) и крепится болтами М12 к передним стойкам. Крепежные стойки, изготовленные из металлической трубы с наружным диаметром 60 мм, бетонируются в пол станка. Калитка расположена в задней стенке станка	Состоит из ограждения с калиткой, одно- или двухбункерной кормушки, ниппельно-чашечной поилки, навеса над зоной отдыха поросят (525х350 мм)	Состоит из ограждения с калиткой, одно- или двухбункерной кормушки, ниппельно-чашечной поилки
Вместимость станка, голов	10	-	-
Фронт кормления животных, м/гол.	0,2	-	-
Высота ограждающих перегородок, м	0,8	-	-
Поилка:			-
- тип	-	Ниппельная	-
- расход воды, л/мин	-	4	4
Габаритные размеры, мм		4800х4800х800	4800х4800х1000
Масса, кг	-	455	465

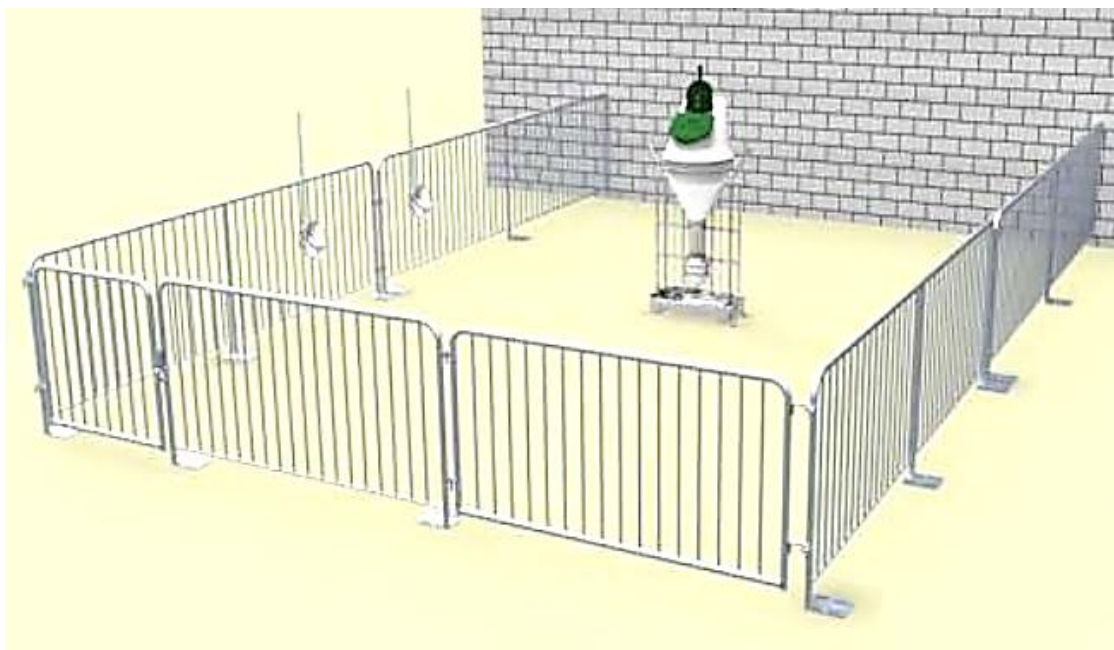


Рисунок 2.14 – Станок для содержания молодняка на откорме с металлическими решетчатыми перегородками

Однако в станках с решетчатыми перегородками несколько грязнее. В станках со сплошными перегородками свиньи видят и подражают животным только своей группы и для испражнений обычно избирают одно определенное место (рисунок 2.15).



Рисунок 2.15 – Станок для содержания молодняка на откорме с пластмассовыми перегородками

Предубойная выдержка вместе с транспортировкой составляет примерно 10–12 ч. Животных подают на убой привезенными партиями без каких-либо перегруппировок. Доставка свиней должна производиться на мясокомбинаты специальными автомашинами-скотовозами по согласованным графикам.

Перегруппировки свиней при снятии с откорма, во время перевозок и при содержании на мясокомбинатах способствуют возникновению различных стрессовых ситуаций, увеличивают потери при убое и порчу шкур, а также нередко приводят к появлению свиных туш с бледной, мягкой, экссудативной свиной.

Совершенствованию транспортировки и уменьшению потерь при убое способствует метод перевозки откормочных свиней из крупных комплексов на мясокомбинаты в контейнерах. Значительной проблемой является убой свиней на мясокомбинате при помощи электричества. При оглушении свиней электричеством в области поясницы и таза при судорогах наблюдается разрывы мышц, кровоизлияния, что значительно ухудшает качество туши. В настоящее время за рубежом применяются альтернативные методы убоя свиней.

2.7 Технологии выращивания ремонтного молодняка свиней

Ремонтных хрячков отбирают при отъеме поросят. Отбору должно предшествовать обоснованное заказное спаривание определенных хрячков и свиноматок, лучших по продуктивным качествам. Основные требования – соответствие линейной принадлежности, специализация линий, высокая комбинационная способность в кроссах или межпородном скрещивании, возможность косвенной оценки продуктивности предполагаемого потомства, прогноз иммуногенетической совместимости. Основной отбор хрячков проводят после периода дорастивания. С этого момента их формируют в группы и проводят оценку. Желательно также использование для оценки продуктивности взрослых боковых родственников – сибсов и полусибсов.

С пяти-шестимесячного возраста, помимо живой массы, ремонтных хрячков оценивают по длине туловища. При достижении ремонтным молодняком живой массы 100 кг (допускается 85–110 кг) измеряется толщина шпика над шестым-седьмым грудным позвонком. Измерение проводится по разной методике (ультразвуковыми приборами, рентгеновскими установками и т.д.). Для повышения точности информации о мясных качествах хрячков используют также и промеры глубины «мышечного глазка», которая имеет высокую степень корреляции с его площадью. По результатам оценки хрячков по собственной продуктивности проводят интенсивную браковку и оставляют для дальнейшего выращивания только тех, которые удовлетворяют разработанным для данной породы стада параметрам [31].

Ремонтных хрячков и свинок содержат, как правило, в групповых или индивидуальных станках (рисунок 2.16 а, б). Следует отметить, что их выращивание представляет определенные трудности, так как в этот период происходит половое созревание.

В условиях промышленной технологии около 40% свиноматок ежегодно выбраковывают. Выбраванных свиноматок заменяют полноценным ремонтным молодняком.



Рисунок 2.16 а – Групповой станок для содержания ремонтного молодняка



Рисунок 2.16 б – Индивидуальные станки для содержания ремонтного молодняка на осеменении

Существуют методы направленного выращивания ремонтного молодняка, которые должны заключаться в подготовке молодых свинок к воспроизводству. Необходимо, чтобы они хорошо оплодотворялись, имели хорошее многоплодие, молочность, высокую отъемную массу гнезда, сохраняли после отъема удовлетворительную продуктивность.

При отборе ремонтных свинок особое внимание следует уделять рациональной системе кормления и подбору животных, способных в дальнейшем выдержать «жесткие» условия промышленной технологии. Одним из основных селекционных признаков при отборе должна стать крепость конституции.

Во всех случаях при отборе и выращивании ремонтного молодняка ставятся следующие основные задачи: создание однотипных животных с хорошими генетическими данными продуктивности и воспроизводительной способности; формирование здорового, конституционально-крепкого молодняка, пригодного для эксплуатации в условиях промышленной технологии; получение устойчивой продуктивности от выращенных животных при высокой интенсивности их использования.

При отборе обычно оставляют четырех-пять свинок из гнезда, чтобы затем в процессе выращивания отбраковать не соответствующих поставленной цели. Система отбора свинок в принципе соответствует приемам, описанным выше для ремонтных хрячков. Ремонтный молодняк подбирают по живой массе, состоянию здоровья, упитанности и содержат группами по 10–12 голов в групповых станках. На одного ремонтного хряка и свинку должно приходиться 1,2 м² площади станка, 30 см фронта кормления. В сутки на одну голову расходуется 15 л воды, в том числе 6 л на поение и 4,5 л на мытье кормушек и уборку помещения. Температура помещения должна быть в пределах 20° С [35].

Количество выращиваемых ремонтных свинок для крупных товарных свиноводческих хозяйств устанавливают, исходя из принятой технологии интенсивности использования свиноматок и их браковки. Необходимо отбирать ремонтных свинок в количестве, зависящем от продолжительности использования свиноматок в хозяйстве и от цели ускорения селекционного эффекта в стаде. При кормлении основная задача состоит в том, чтобы добиться высокой энергии роста животных и в то же время не

допустить их ожирения, которое, как правило, приводит к нарушению воспроизводительной функции. При скармливании кормов с недостаточным содержанием витамина А у животных снижается сопротивляемость к инфекционным заболеваниям, ухудшается оплодотворяемость.

2.8 Технологии кормления свиней

2.8.1 Организация эффективного использования кормов

Одна из главных причин низкой продуктивности животных в свиноводстве России – несбалансированное кормление. Полноценность комбикорма определяется наличием в нем энергии, протеина, аминокислот (особенно незаменимых), витаминов и минеральных веществ в оптимальном для каждой половозрастной группы животных количестве.

Качество комбикорма сказывается не только на продуктивности животных, но и существенно влияет на состав отходов животных и экологические аспекты их хранения и использования. К примеру, максимальное количество фосфора в отходах, используемых для удобрения сельскохозяйственных угодий, составляет 25 кг на 1 га, а концентрация фосфора в отходах может колебаться в зависимости от состава рационов в весьма широких пределах.

Аналогичные ограничения имеются и по содержанию аммиака, 135 кг которого является критическим значением при внесении переработанного навоза на 1 гектар.

Перенасыщенные комбикорма по фосфору и с дефицитным по лизину и серосодержащих аминокислот протеину приведут к существенному росту в стоках содержания фосфора и аммиака. А это, в свою очередь, может привести к нарушению экологического равновесия в почвах при использовании такого переработанного навоза и особенно жидкой фракции для полива.

Переход в последние 30–40 лет в ведущих странах промышленного свиноводства на производство мясной свинины определил новые требования к качеству и питательной ценности кормов, особенно для лактирующих свиноматок и молодняка свиней, и в целом к нормированию питания [31].

Основой эффективного использования кормовых ресурсов для свиноводства в России являются технологии их хранения, приготовления и раздачи и совершенствование норм питательности рационов.

В настоящее время при проектировании свиноводческих предприятий отдается предпочтение полнорационным комбикормам. Использование гранулированных смесей также по многим показателям эффективнее рассыпных. Широко применявшийся до недавнего времени многокомпонентный тип кормления, при котором, наряду с зернобобовыми культурами, обратом, жмыхами и шротами, отходами животного происхождения, применяются сочные корма и картофель, требующие дополнительной обработки, отличается высокой ресурсоемкостью (таблица 2.11) [31].

Таблица 2.11 – Эффективность производства, приготовления и раздачи кормов при различных типах кормления (на 100 кг прироста)

Показатель	Тип кормления	
	Концентратный	Многокомпонентный
Производство кормов		
Затраты труда, чел.-ч	2,72	5,85
Расход топлива, кг	21,23	30,25
Приготовление и раздача кормов		
Затраты труда, чел.-ч	0,43	1,24
Затраты электроэнергии, кВт.ч	6,3	13,3
Затраты топлива, кг	22,5	38,9
Металлоемкость, кг	2,08	5,9
Производство, приготовление и раздача кормов		
Затраты труда, чел.-ч	3,15	7,1
Затраты электроэнергии, кВт.ч	6,3	13,3
Затраты топлива, кг	43,73	69,15
Металлоемкость, кг	2,08	5,9

Теплофизическое воздействие на корма способствует повышению доступности углеводов, протеина, аминокислот и микроэлементов. Однако витамины при этом частично разрушаются.

Добавки дефицитных синтетических питательных веществ в процессе приготовления комбикормов стали обычной практикой при реализации планируемой системы кормления на свиноводческих предприятиях.

Выбор применения сухого или влажного (60–70 %) кормления свиней зависит от условий хозяйства и технологии содержания. Эта проблема многие годы изучается ведущими научными центрами свиноводства многих стран мира. Главным условием перехода на влажное (жидкое кормление) должно стать наличие в хозяйстве дешевых «мокрых» компонентов рациона (отходы переработки молока, измельченные отходы пищевых предприятий и рыбзаводов, пивная дробина, корнеклубнеплоды собственного производства и др.).

При этом следует тщательно просчитывать все капитальные вложения и энергозатраты, связанные с приготовлением жидких кормов. Нередко небольшой выигрыш в повышении использования питательных веществ корма (3–5 %) «съедается» дополнительными расходами энергии на приготовление, нормализацию микроклимата помещений, увеличением объемов производственных стоков, их дальнейшего разделения на фракции и использования.

2.8.2 Нормативные требования к организации кормления свиней

Различают два вида кормления – сухое и жидкое.

Сухое кормление широко применяется в настоящее время при реконструкции и строительстве новых свиноводческих предприятий. К основным достоинствам автоматизированной раздачи сухого корма следует отнести экономичность и

ИТС 41–2023

ресурсосбережение, простоту эксплуатации оборудования, значительное сокращение доли ручного труда, возможность работы в автоматическом режиме от встроенного программатора. Современное оборудование для сухой кормораздачи через кормушки, совмещенные с поилками, позволяет сравнительно легко обслуживать поголовье свиней; снижаются потери корма и его загрязнение. Возможен любой режим дозирования.

Жидкое кормление применяется в настоящее время при реконструкции и строительстве новых свинокомплексов. При этом кормят свиней подготовленными сбалансированными по питательности комбикормами, предварительно разбавленными водой (в соотношении по весу комбикорма и воды не более 1:3). Применяется также и кормление кашеобразными кормами.

Выбор вида кормления зависит от направления хозяйства, характера кормовой базы, источников поступления концентрированных кормов и других факторов.

На каждой свиноводческой ферме и комплексе предусматривают хранилища (склады) кормов. Емкость складских помещений и хранилищ для кормов определяется поголовьем свиней, продолжительностью периода использования корма, составом рационов и объемной массой кормов. Нормативы запаса кормов на свиноводческих фермах и комплексах приведены в таблице 2.12.

Т а б л и ц а 2.12 – Нормативы запаса кормов на свиноводческих фермах и комплексах

Основные виды кормов	Способ хранения	Нормативы запаса кормов (в расчетных сутках)	Объемная масса, кг/м ²
Концентраты (комбикорма)	На складах	30	500
Корнеклубнеплоды	В буртах, хранилищах	На зимний период	200
Травяная мука	Тоже	Тоже	500
Комбисилос	В траншеях, башнях	« - »	800
Пищевые отходы	На складах	2-3	-

На комплексах промышленного типа, в непосредственной близости от которых имеется комбикормовый завод, запас концентрированных кормов допускается снижать до 10 расчетных суток. Межхозяйственные свиноводческие фермы и комплексы могут иметь увеличенный запас концентрированных кормов, срок хранения их в каждом конкретном случае определяется заданием на проектирование [36].

Непосредственное кормление животных производится из кормушек. Размеры кормушек в чистоте (без учета конструкций) и фронт кормления приведены в таблице 2.13. Отклонение от указанных в таблице размеров допускается в пределах 5 %.

Таблица 2.13 – Размеры кормушек и фронт кормления для различных производственных групп свиней [35]

Вид оборудования	Размеры, см			Фронт кормления на одну голову, не менее
	Ширина		Высота переднего борта	
	по верху на уровне переднего борта	по низу при прямоугольном и трапециевидальном сечении		
<i>Кормушки для сухих кормов (с увлажнением в кормушках)</i>				
-для хряков и свиноматок	50	50	25	45
- для откормочного и ремонтного молодняка	50	50	25	30
- для поросят-отъемышей	30	30	15	20
<i>Кормушки для влажных кормов</i>				
-для хряков и свиноматок	40	30	20	45
- для откормочного и ремонтного молодняка	40	30	20	30
- для поросят-отъемышей	25	20	15	20
- для поросят-сосунов	15	10	10	15

Общую длину кормушек определяют из расчета кормления всех свиней в одну смену – одна голова на одно кормоместо. При постоянном доступе свиней к сухим кормам допускается принимать до трех голов на одно кормоместо. Для изготовления кормушек применяют плотные, влагонепроницаемые и безвредные для животных материалы, легко поддающиеся чистке и дезинфекции, обеспечивающие гладкую фактуру поверхностей.

2.8.3 Системы приготовления и раздачи кормов

На современных свиноводческих предприятиях оборудование для кормления свиней представляет собой систему, которая объединяет бункеры для оперативного хранения комбикормов, системы приготовления (для жидкого кормления) и раздачи (для сухого кормления) и кормушки.

Выбор системы приготовления и раздачи кормов влияет на уровень среднесуточных привесов, конверсию корма, его потери. Использование современных кормовых станций позволяет выявить проблемных животных, которые связаны с потреблением корма, заболеваниями и др. Новые технологии позволяют снизить перерасход корма и повысить конверсию корма (таблица 2.14).

ИТС 41–2023

Таблица 2.14 – Конверсия корма при использовании кормовых станций, кг/кг

Откормочные площадки	Предприятия по содержанию хряков
2,65	1,7-1,8

Бункеры-накопители для комбикорма предназначены для хранения оперативного запаса корма (5–7 дней). Необходимый объем бункера определяется суточным расходом и временем хранения корма. Технические параметры стальных бункеров представлены в таблице 2.15.

Таблица 2.15 – Технические параметры стальных бункеров для хранения комбикорма

Модель	Объем, м ³	Масса, т	Высота, м
БСК-5Ц (Ø 1550)	5,5	0,24	4,75
БСК-9Ц (Ø 2360)	9	0,420	4,76
БСК-14Ц (Ø 2360)	14	0,495	5,88
БСК-19Ц (Ø 2360)	19	0,570	7,00
БСК-24Ц (Ø 2360)	24	0,645	8,12
БСК-15Ц (Ø 3140)	15	0,745	5,3
БСК-25Ц (Ø 3140)	25	0,845	6,43
БСК-35Ц (Ø 3140)	35	0,945	7,55
БСК-60Ц (Ø 3912)	60	1,75	8,96
Диаметр 1,8 м:			
621	4,2	2,7	3,59
622	6,3	4,1	4,41
623	8,4	5,5	5,22
Диаметр 2,1 м:			
722	9,4	6,1	4,97
723	12,2	7,9	5,78
Диаметр 2,75 м:			
903	20,4	13,2	6,01
904	25,2	16,4	7,64
Диаметр 3,2 м:			
1052	23,4	15,2	5,79
ЕХ-Р*	4,2–39,5	3,59–9,26	1,8–2,75
6А1**	6,5	4,63	2
6А2**	10	5,75	2
6А3**	13,6	6,87	2
6А4**	17,1	7,99	2

Окончание таблицы 2.15

Модель	Объем, м ³	Масса, т	Высота, м
7А3**	16,8	6,93	2,2
7А4**	21,1	8,05	2,2
9А3**	27,8	7,71	2,74
9А4**	34,4	8,83	2,74
Диаметр 1,8м	3,9–10,2	2,5–6,6	3,70–6,14
Диаметр 2,1м	8,7–17,4	5,7–11,1	4,79–7,23
Диаметр 2,75м	15,8–30,2	10,3–19,6	5,27–7,71
583950	12,4	-	5,5
583951	18,2	-	6,6
583952	24,0	-	7,7
583953	29,8	-	8,8
Силосы оцинкованные	8,1–53,3	-	5,84–12,52

Для их изготовления используются различные материалы: оцинкованная сталь, полиэфир, стекловолоконные листы, тканевые материалы. Для предотвращения сводообразования внутренняя поверхность бункера выполняется гладкой, что способствует соскальзыванию массы комбикорма и предотвращает ее «зависание». С этой же целью при изготовлении стенок бункеров используются и профильные листы металла. Загрузка кормов производится как пневматически, так и механически [35].

Бункер из полиэфира предназначен для кормов, удельный вес которых не превышает 600 кг/м³, и представляет собой свод-оболочку, которая может быть выполнена как единое целое или же быть поделена на две части. Свод-оболочка имеет цилиндрическую форму в средней части и коническую в верхней и нижней частях. В верхнем и нижнем концах бункера имеются два круглых отверстия, служащие соответственно для его наполнения и опорожнения.

Отверстие для наполнения закрыто крышкой из стекловолоконного пластика, выпускное отверстие снабжено ручным шибером из оцинкованной листовой стали или корпусом червячной передачи из стекловолоконного пластика. В зависимости от емкости к бункеру с помощью фланцев и трубных распорок прикреплено 3 или 4 опоры, выполненные из стальных труб. Одна из опор выполняет функции загрузочной трубы при пневматической загрузке бункера. Во избежание накопления корма в опоре часть опоры под загрузочным патрубком должна быть заполнена пеной. Так же и для сброса давления в бункере используется одна из опор, при этом использование пылесборников не рекомендуется. Непосредственно к одной из стальных трубных опор может быть приварена нескользкая лестница, позволяющая подняться к крышке силоса. Лестница защищена ограждением из колец и продольной арматуры. Такая конструкция позволяет установить бункер на ровном бетонном цоколе. Технические параметры бункеров из полиэфирного материалы представлены в таблице 2.16.

Таблица 2.16 – Технические параметры бункеров из полиэфирного материала

Модель	Объем, м ³	Масса, т	Высота, м
Силосы из полиэфира	3,5–31	-	3,78–8,97
Силосы из полиэфира	4,0–60,0	-	3,85–13,07
Силосы из стеклопластика	6,0–60,0	-	4,34–12,10
SP 7,5	7,5	4,5	4,83
SP 10	0	6,0	5,60
SP 12	12	7,2	5,65
SP 15	15	8,4	6,03
SP 17,5	17,5	10,5	6,70
SP 21,5	21,5	13,0	7,07

Бункеры, независимо от материала изготовления, эксплуатируются в режиме «полное наполнение – полное опорожнение». Для перемещения корма из бункера в помещение предусмотрен конвейер, в котором транспортирование корма производится с помощью шнекового транспортера. Нижняя горловина бункера объединена со шнековым транспортером посредством воронки и приемника шнека. Верхняя часть приемника шнека может устанавливаться горизонтально, под углом 30 или 45 градусов.

Для предотвращения слеживаемости кормов и сводообразования в бункерах рекомендуется устанавливать вибратор, работа которого управляется с помощью сенсорного датчика, установленного в приемнике шнека. Вибратор включается в случае отсутствия корма на датчике и отключается, как только корм начинает перемещаться и засыпать датчик.

Для доставки комбикорма из бункера к отдельным кормушкам (дозаторам или другим накопительным емкостям) применяются закрытые модульные системы кормораздачи, обеспечивающие кормление животных как ограниченно, так и вволю. Данные системы могут быть установлены в помещениях для всех половозрастных групп свиней при сухом кормлении, так как они позволяют обеспечить индивидуальное кормление свиноматок с объемным дозатором, групповое кормление свиноматок через загрузку емкостей для корма, одновременное кормление для супоросных свиноматок при групповом содержании, загрузку автоматических кормушек для поросят на дорастивании и откорме.

Технология кормления свиней жидким кормом предполагает процесс его приготовления, заключающийся в точном дозировании и смешивании комбикорма с водой. Для этого предназначены системы для приготовления и раздачи жидкого корма, которые обеспечивают кормление групп свиней с последующей промывкой труб.

Простейшее исполнение системы приготовления и раздачи жидкого корма включает резервуар для замешивания корма с мешалкой, подающего насоса, кольцевого трубопровода с управляемыми клапанами для подачи корма. Комплекты оборудования для раздачи жидкого корма пороссятам-отъемышам базируются на стандартных системах, от которых они отличаются меньшим объемом смесительного бункера и диаметром трубопровода (25...40 мм).

В качестве примера для приготовления и раздачи кашеобразных кормов применяется установка, характеристики которой представлены в таблице 2.17, или аналогичное ей оборудование.

Таблица 2.17 – Техническая характеристика установки [35]

Поголовье, обслуживаемое установкой, голов	до 5000
Объем смесителя, кг	10–90
Объем промежуточной емкость, кг	10-90
Производительность, л/мин	4000–5000
Давление воды в системе, бар	2-3
Доза выдачи, кг:	
минимальная	0,1
максимальная	90
Точность дозирования, г	±10
Длина линии кормораздачи, м	Не ограничена

Корма нормируют по половозрастным группам свиней и раздают, как правило, 2 раза в день. Подсосных свиноматок и поросят-отъемышей кормят 3 раза в день. При использовании значительного количества объемистых кормов (картофель, свекла и др.) допускается трехразовое кормление всех свиней и их отдельных групп.

Кормление всех групп свиней производится в станках из кормушек, подкормка поросят-сосунов – в станках для свиноматок, где для этой цели выгораживают часть площади станка и оборудуют кормушкой. На дорастивании поросят и откорме свиней применяется способ скармливания сухих кормов вволю из кормушек, подача корма в которых осуществляется путем раскачивания свиньями нижнего колокола бункера. Все виды таких кормушек оснащены ниппельными поилками, обеспечивающими увлажнение корма.

Для кормления поросят-отъемышей и свиней на откорме предлагаются одно- и двухсторонние (спаренные) металлические бункерные кормушки и кормовые автоматы с дозирующим устройством и встроенными ниппелями. Глубина кормушек для влажных кормов – не менее половины ширины их по верху. Кормушки имеют устройства для отвода жидкости или опрокидываются при их мойке и дезинфекции. Наличие разделителей для обеспечения индивидуального фронта кормления обязательно.

Для изготовления кормовых автоматов используются нержавеющая сталь, пластмассы, композитные материалы. Конструкция кормовых автоматов практически одинакова (коническая емкость, повернутая вниз вершиной, оснащенная дозирующим устройством).

Отличие заключается в конструкции дозирующего устройства: оно может быть выполнено в виде вертушки или свободно передвигающейся нижней части в виде цилиндра. Устанавливаемый зазор позволяет регулировать количество высыпаемого корма при работе дозирующего механизма. Над тарелкой установлены ниппели, с помощью которых поросята получают необходимое количество воды. Загрузка

кормушки производится автоматически или вручную, для чего в крышке предусмотрена откидывающаяся крышка.

Основные технические характеристики автокормушек приведены в таблице 2.18.

Простейшее исполнение системы для раздачи жидкого корма включает резервуар для замешивания корма с мешалкой, подающего насоса, кольцевого трубопровода с управляемыми клапанами для подачи корма. Комплекты оборудования для раздачи жидкого корма пороссятам-отъемышам базируются на стандартных системах, от которых они отличаются меньшим объемом смесительного бункера и диаметром трубопровода (25...40 мм) [31].

Резервуар для замешивания корма, как правило, выполнен из пластмассы с армированным стекловолокном или устойчивой к кислотам листовой стали. Форма резервуара – в виде прямоугольной призмы или цилиндрическая с конусообразным дном. Готовый корм вытекает через выпускные воронки.

Для управления режимом подачи готовой кормовой смеси используются электропневматические мембранные клапаны. Их основным элементом является резиновая мембрана, которая, прижимаясь к выпускному отверстию, предотвращает вытекание корма в кормушку.

При выдаче корма из централизованной системы управления подается сигнал, и через спускной клапан сжатый воздух стравливается, в результате чего мембрана отходит, открывая отводной кормовой трубопровод. Для обеспечения быстрого срабатывания клапанов воздушная камера имеет минимальный размер.

Таблица 2.18 – Технические характеристики автокормушек

Показатели	Тип 1	Тип 2	Тип 3	Тип 4	Тип 5	Тип 6
Количество животных на кормушку, голов, при кормлении:			25-30/50-60	25/50		24
вволю	45/70	до 70	-	-	30–50	-
нормированном	20/35	до 35	-	-	-	-
Мест кормления	6/10	10	3-4/6-8	3-4/6-8	-	8
Накопительный хоппер:						
материал	полиэтилен		полиэтилен	сталь	полиэтилен	
объем, л	70/150	50	80	80	100/190	120
Кормушка:						
материал	полидюр	полидюр	сталь	сталь	сталь	сталь
габаритные размеры, мм			700x400		600x400 600x300 (отъемыши)	-
диаметр, мм	660	635	-	400	-	-
Загрузка	автоматическая или вручную					
Количество ниппелей на кормушку, шт.	4/6	5	2	2	2	4

Продолжение таблицы 2.18

Показатели	Тип 7	Тип 8	Тип 9	Тип 10	Тип 11
Количество животных на кормушку, голов, при кормлении:	35–40	25–30	25–30	До 30 поросят	40–60
Мест кормления	-				3 x 2
Накопительный хоппер:					
материал	полиэтилен	полиэтилен	полиэтилен	полиэтилен	Нержавеющая сталь
объем, л	100 x2	100	100	100	200
Кормушка:					
материал	сталь	сталь	сталь	сталь	Нержавеющая сталь
габаритные размеры, мм	-	-	-	-	1000x650x1110
диаметр, мм	-	-	-	-	-
Загрузка	Автоматическая или ручная				
Количество ниппелей на кормушку, шт.	3	2	2	2	2x2

Окончание таблицы 2.18

Показатели	Тип 12	Тип 13
Количество животных на кормушку, голов, при кормлении:		30–40
вволю	до 70	
нормированном	-	
Мест кормления	3	6–8
Накопительный хоппер:		
материал	-	полиэтилен
объем, л	-	100
Кормушка:		
материал	сталь	сталь
габаритные размеры, мм	-	-
диаметр, мм	500	-
Загрузка	автоматическая	
Количество ниппелей на кормушку, шт.	3	2

2.9 Технологии поения свиней

Поение животных на свиноводческих предприятиях должно соответствовать определенным требованиям, которые предъявляются как к воде, условиям поения свиней, так и оборудованию для водоснабжения и поения. Вода, предназначенная для поения животных, должна удовлетворять требованиям СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [37], СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» [38]. Система водоснабжения должна обеспечивать свиноводческие предприятия объемами воды не ниже норм потребления (таблица 2.19).

Т а б л и ц а 2.19 – Нормы потребления воды для свиноводческих ферм и комплексов, л/гол. сут.

Группа животных	Всего	в том числе на	
		поение животных при влажном/сухом типе кормления	мытьё кормушек и уборку помещения
Хряки-производители	25	10/15	7,5
Свиноматки:			
- супоросные и холостые	25	12/15,6	7,0
- подсосные с приплодом	60	20/25	20
Поросята-отъемыши	5	2/2,5	1,5
Ремонтные свиньи	15	6/7,8	4,5
Откармливаемые свиньи	15	6/7,8	4,5

**Коэффициент часовой неравномерности принимается 2,5. В жарких и сухих районах нормы потребления воды на поение свиней допускается увеличивать до 25%.*

Надежность поилок обеспечивает постоянный доступ животных к воде. На надежность работы поилок влияет качество подаваемой воды (таблица 2.20).

Т а б л и ц а 2.20 – Нормы качества воды, мг/л [39]

Концентрация	Безопасно	Рискованно
Аммоний	< 1	> 2
Железо	< 0,2	2-3
Степень жесткости (OD)	< 15	> 20
КМnO ₄	< 50	> 100
Сульфид	= 0	> 0
Марганец	< 1	> 2
Уровень pH	6-8	< 2

Нормы потребления воды, кроме расходов на поение животных и уборку помещений, включают расход воды на приготовление кормов и мойку оборудования, при этом расход воды и пара на хозяйственно-питьевые нужды персонала, приготовление кормов при использовании пищевых отходов, а также удаление навоза гидравлическим способом не учитывается. Расход воды на приготовление кормов определяется при расчетах рационов кормления свиней, на хозяйственно-бытовые нужды (в том числе на полив территории и зеленых насаждений) [37], [39].

Температура воды на санитарную обработку тяжелосупоросных свиноматок при поступлении их в свинарник-маточник для опоросов устанавливается в пределах 38–40 °С (расход – 20 л/гол., на поение поросят-сосунов и поросят-отъемышей – не ниже 16–20 °С, для поения взрослых свиней в холодное время года – не менее 10–16 °С (в теплое время не нормируется).

Стандартная система поения состоит из поилок различных модификаций (таблица 2.21), узла водоподготовки с регулятором давления, механическим фильтром, медикатором и труб водопровода (ПВХ или металлических).

Для поения различных половозрастных групп свиней применяются ниппельные (сосковые), чашечные или вакуумные поилки, для изготовления которых используются нержавеющая сталь, чугун, латунь или бронза. Для каждой половозрастной группы – хряков, свиноматок, поросят или свиней на откорме – используется свой тип поилок, характеризующийся размерами чаши, клапана или ниппеля и диаметром подключения. Так, чашечные поилки для подсосных поросят изготавливаются из чугуна, покрытого эмалью, для отъемышей и откормочных свиней - из нержавеющей стали.

Главное отличие чашечных поилок заключается в чаше, основная функция которой заключается в сохранении воды, которая при поении животных часто выливается на пол. Основное достоинство чашечных поилок состоит в экономии воды, а основной недостаток – в необходимости постоянного контроля гигиенического состояния чаши.

Поилки могут быть одно- и двухсторонними (спаренными) и иметь задний борт выше переднего. Внутренние поверхности поилок в поперечном сечении могут быть криволинейными (по форме круга, эллипса и др.). Для изготовления поилок применяют плотные, влагонепроницаемые и безвредные для животных материалы, легко поддающиеся чистке и дезинфекции, обеспечивающие гладкую фактуру поверхностей.

Ниппельные поилки просты в обращении, предотвращают загрязнение воды, различаются размером ниппеля (зависит от группы свиней) и диаметром подключения. Для поросят на дорастивании применяются поилки с менее тугим ниппелем меньшего диаметра, чем поилки для поросят на откорме.

Расход воды в ниппельных поилках зависит от давления в водопроводной системе и может изменяться с помощью регулировочного элемента (винта штока, колпачка, наружного регулировочного винта и др.).

Для заполнения водой корытообразных кормушек предназначены вакуумные поилки. Поддержание стабильного уровня наполнения кормушек водой способствует облегчению и увеличению потребления воды поросятами-отъемышами на первоначальном этапе отъема, преимуществом чего является документально подтвержденное улучшение привесов.

Таблица 2.21 – Технические характеристики поилок для свиней

Модели	Назначение	Производительность, л/мин	Материал	Регулировка давления воды	Диаметр мундштука, мм	Особенности
Чашечные поилки						
М 90	Для подсосных поросят массой до 15 кг	-	Чаша – чугун, покрытый эмалью; клапан – латунь или нержавеющая сталь	Путем увеличения отверстия в форсунке клапана	-	Глубина чаши – 85 мм, ширина чаши – 100 мм, наружная резьба ½», подключение сверху; Штифтовый клапан с винтом капельной подачи воды
70	Для подсосных поросят массой до 15 кг	-	Из нержавеющей стали	5 ступеней	-	Диаметр чаши 125 мм, внутренняя резьба ½», подключение сверху
140P	Для подсосных поросят массой до 15 кг	-	Чаша – из пластмассы, штифтовый клапан – из латуни	Путем увеличения отверстия в форсунке клапана	-	Глубина чаши – 85 мм, ширина чаши – 100 мм; наружная резьба ½», подключение сверху; штифтовый клапан с винтом капельной подачи воды
92R	Для подсосных поросят массой до 35кг	-	Чаша – чугунная, эмалированная	С помощью наружного регулировочного винта	-	Подключение сверху, наружная резьба ½»
72	Для поросят массой до 45 кг	-	Чаша и клапан из нержавеющей стали	3 ступени регулировки	-	Подключение сверху, внутренняя резьба ½»

Продолжение таблицы 2.21

Модели	Назначение	Производительность, л/мин	Материал	Регулировка давления воды	Диаметр мундштука, мм	Особенности
20	В станках опороса для свиноматки и поросят	-	Чаша – чугунная, эмалированная, клапан – из латуни	С помощью наружного регулировочного винта	-	Подключение сверху, наружная резьба ½
76	Для взрослого поголовья	-	Из нержавеющей стали	3 ступени	-	Подключение сверху, внутренняя резьба ½»
В 8	Для подсосных свиноматок	-	Чаша, винт и пружина из нержавеющей стали	Есть регулировочный элемент	-	Диаметр чаши – 70 мм Подключение сверху, наружная резьба ½», есть система автоматического отключения воды
В 10	Для поросят на дорацивании					Диаметр чаши – 70 мм
В 15S	Для свиней на откорме массой от 25 до 110 кг					Диаметр чаши – 80 мм
В 15L	Для свиней на откорме массой до 130 кг					Диаметр чаши – 80 мм
В 19	Для свиноматок и хряков					Диаметр чаши – 88 мм

Продолжение таблицы 2.21

Модели	Назначение	Производительность, л/мин	Материал	Регулировка давления воды	Диаметр мундштука, мм	Особенности
LIGHT 1483	Для свиноматок	3,0	Чаша из синтетического материала, крановая арматура из латуни	-	-	Подключение сверху, наружная резьба 1/2», есть система автоматического отключения воды
			Чаша из эмалированного чугуна			
М 70	Для поросят-сосунов массой до 15 кг	-	Нержавеющая сталь	5 уровней	-	Внутренняя резьба 1/2», подключение сверху
М 90VA	Для поросят-сосунов массой до 15 кг	-	Клапан из нержавеющей стали, чаша –чугун, покрытый эмалью	Регулировочны м винтом	-	Внешняя резьба 1/2», подключение сверху
М 72	Для поросят на доразивании массой до 35 кг	-	Нержавеющая сталь	3 уровня	-	Внутренняя резьба 1/2», подключение сверху
М 74	Для свиней на откорме массой от 20кг	-	Нержавеющая сталь	3 уровня	-	Форма поилки предотвращает засорение чаши, внутренняя резьба 1/2», подключение сверху

Продолжение таблицы 2.21

Модели	Назначение	Производительность, л/мин	Материал	Регулировка давления воды	Диаметр мундштука, мм	Особенности
М 20-VA	Для подсосных свиноматок, поросят-сосунов, свиней и хряков	-	Клапан из нержавеющей стали, чаша – чугун, покрытый эмалью	3 уровня, регулировочным винтом	-	Внешняя резьба ½», подключение сверху, на опоросе монтируется рядом с кормушкой
М 76	Для свиней на откорме, свиноматок и хряков	-	Нержавеющая сталь	3 уровня	-	Внутренняя резьба ½», подключение сверху
Ниппельные поилки						
ПБС-1А	Для поения взрослого поголовья свиней	1,3	сталь	-	-	Усилие нажатия на конец мундштука, – 20Н, диаметр присоединения, внешний – ¾»
ПБП-1А	Для поения поросят	0,8	сталь	-	-	нажатия на конец мундштука, – 10Н, диаметр присоединения, внешний – ¾»
Универсальная сосковая поилка	Для поения всех групп свиней	Для поросят-отъемышей – 0,4–0,5; для молодняка на выращивании и откорме – 0,8–0,9; для взрослого поголовья – 1,3–1,5	сталь	При монтаже	-	-

Продолжение таблицы 2.21

Модели	Назначение	Производительность, л/мин	Материал	Регулировка давления воды	Диаметр мундштука, мм	Особенности
6006	Свиноматки, племенной и откармливаемое поголовье	2–4	Латунный корпус	Наружный регулировочный винт	-	До 12 голов на поилку, угол установки 15° или 45°
6025	Свиноматки, племенной и откармливаемое поголовье	0,5-2	Латунный или стальной корпус	Наружный регулировочный винт	-	10–12 голов на поилку, угол установки 15° или 45°
6130/6134	Для поросят-отъемышей и откармливаемого поголовья	0,3–2,5	Нержавеющая кислотоустойчивая сталь	Дросселем	-	10–12 голов на поилку, угол установки 15° или 45°
6130-5/6134-5	Для поросят-отъемышей и откармливаемого поголовья	0,3–2,5	Нержавеющая сталь	Дросселем	-	10–12 голов на поилку, угол установки 15° или 45°
6131/6135	Для поросят и свиней	0,3–2,5	Нержавеющая кислотоустойчивая сталь	Дросселем	-	10–12 голов на поилку, угол установки 15° или 45°
6131-5/6135-5	Для поросят и свиней	0,3–2,5	Нержавеющая сталь	Дросселем	-	10–12 голов на поилку, угол установки 15° или 45°
6132/6133	Для хряков и свиноматок	0,2–4,5	Нержавеющая кислотоустойчивая сталь	Дросселем	-	1–4 голов на поилку, угол установки 15° или 45°
6132-5/6133-5	Для хряков и свиноматок	0,2–4,5	Нержавеющая сталь	Дросселем	-	1–4 голов на поилку, угол установки 15° или 45°

Продолжение таблицы 2.21

Модели	Назначение	Производительность, л/мин	Материал	Регулировка давления воды	Диаметр мундштука, мм	Особенности
304 и 323	Для поросят	-	Мундштук из нержавеющей стали	Путем увеличения отверстия в форсунке клапана	17	Подключение – наружная резьба ½
1290	Для поросят	-	Полностью из нержавеющей стали	3 ступени	16	Есть сетчатый фильтр
305	Для свиней на откорме	-	Мундштук из нержавеющей стали	Путем увеличения отверстия в форсунке клапана	21	Подключение – наружная резьба ½
324	Для свиней на откорме	-	Мундштук из нержавеющей стали	Наружным регулировочным винтом	22	Подключение – наружная резьба ½
1292	Для свиней на откорме	-	Полностью из нержавеющей стали	3 ступени	21	Есть сетчатый фильтр Подключение – наружная резьба ½
293	Для свиней на откорме	-	Полностью из нержавеющей	5 ступеней	21	Подключение – наружная резьба ½
306	Для свиней и хряков	-	Мундштук из нержавеющей стали	Путем увеличения отверстия в форсунке	27	Подключение – наружная резьба ½
329	Для свиней и хряков		Мундштук из нержавеющей стали	Наружным регулировочным винтом	27	Подключение – наружная резьба ½
Е-160	Для поросят		Нержавеющая сталь	3 положения	16	Подключение – наружная резьба ½, есть фильтр
Е-161	Для поросят-отъемышей				21	

Продолжение таблицы 2.21

Модели	Назначение	Производительность, л/мин	Материал	Регулировка давления воды	Диаметр мундштука, мм	Особенности
Е-164	Для свиноматок и хряков				25	
Е-166	Для свиноматок и хряков				25	
10055-F	Для поросят массой до 35кг	-	Нержавеющая сталь	-	-	Подключение – наружная резьба ½ оснащены кнопчным механизмом
10055-K	Для свиноматок	-				
10055-S	Для свиноматок и хряков	-				
М 293	Для свиней, хряков и свиноматок	-	Нержавеющая сталь	5 уровней	21	Внешняя резьба ½
М 1292	Для свиней на откорме и свиноматок	-	Нержавеющая сталь	3 уровня	21	Внешняя резьба ½, сетчатый металлический фильтр
М 1290	Для поросят на доращивании	-	Нержавеющая сталь	3 уровня	16	Внешняя резьба ½, сетчатый металлический фильтр
Пальчиковые поилки						
550	Для взрослого поголовья	-	Латунь	Путем увеличения отверстия в форсунке клапана	-	Крепится над кормушкой или к автомату кормления; подключение – внутренняя резьба ½ с прокладкой
559	Для взрослого поголовья	-	Нержавеющая сталь	Путем увеличения отверстия в форсунке клапана	-	Крепится над кормушкой или к автомату кормления; подключение – внутренняя резьба ½ с прокладкой

Окончание таблицы 2.21

Модели	Назначение	Производительность, л/мин	Материал	Регулировка давления воды	Диаметр мундштука, мм	Особенности
895	Для поросят	-	Нержавеющая сталь	5 ступеней	-	Крепится над кормушкой или к автомату кормления; подключение – внутренняя резьба 1/2.
890	Для свиней на откорме	-	Нержавеющая сталь	5 ступеней	-	Крепится над кормушкой или к автомату кормления; подключение – внутренняя резьба 1/2 с прокладкой
10092-3	Для поросят-отъемышей и откармливаемого поголовья	-	Нержавеющая сталь	-	-	Устанавливается в кормушке, длина – 90мм, наружная резьба 1/2
М 890	Для свиней на откорме и свиноматок	-	Нержавеющая сталь	5 уровней	-	Внутренняя резьба 1/2, монтаж вертикально над кормушкой
М 895	Для поросят	-	Нержавеющая сталь	5 уровней	-	Внутренняя резьба 1/2, монтаж вертикально над кормушкой
Вакуумные поилки						
Уровневая поилка	Для взрослого поголовья		Силиконовая мембрана	-	-	Мин. Давление воды не менее 1 бар
Вакуумный наполнитель мод. 940	Для взрослого поголовья	-	пластмасса	-	-	Подключение к водопроводу через шланг со штуцером со встроенным запорным клапаном; давление от 1 до 5 бар

ИТС 41–2023

Уровень воды в кормушке у лактирующих свиноматок способствует увеличению потребления воды и повышению молочной продуктивности.

Вакуумная поилка удерживает неизменный уровень воды, при этом существенно улучшаются санитарно-гигиенические условия и упрощается очистка, поскольку подвижные детали находятся не в воде, а снаружи, в корпусе поилки, на расстоянии 1,0 м над уровнем воды.

Принцип работы вакуумной поилки основан на использовании вакуума. Вода поступает в кормушку через подающую трубу, где находится шланг для выравнивания давления.

Если уровень воды в кормушке поднялся так высоко, что в подающую трубу уже не может поступать воздух, в корпусе вакуумной поилки создается вакуум за счет минующей шланг воды. Этот вакуум приводит к тому, что встроенная мембрана засасывается на седло клапана. За счет этого поступление воды прекращается. Когда количество воды сокращается, воздух может поступать, и в корпусе происходит выравнивание давления. Мембрана освобождается от седла клапана, так что подача воды через сопло возобновляется.

Для обеспечения надежной работы поилок в системе поения предусматривается установка узла водоподготовки с регулятором давления и фильтрами. Одному зданию свинокомплекса достаточно одного комплекта.

Узел водоподготовки устанавливается между основным водопроводом и водопроводом в свинарнике.

В настоящее время неотъемлемым элементом современных систем подачи воды является устройство для дозирования медикаментов и различных добавок через питьевую воду (медикатор). Технические характеристики медикаторов представлены в таблице 2.22.

Таблица 2.22 – Технические параметры медикаторов [40]

	Тип	Дозировка, %	Давление, бар
Тип 1	С фиксированным дозированием		
	DI 08 F	0,8	0,3–6
	DI 02 F	0,2	
	С регулируемым дозированием		
	DI 1500	0,07–0,2	0,3–6
	DI 05	0,2–0,5	
	DI 2	0,5–2	
	DI 16	0,2–1,6	
	DI 150	1–5	
	DI 210	2–10	0,5–4
DI 529	5–20		
Тип 2	A 10–10%	1–10	0,7–4,6
	A12–4ml	0.033–0,4	0,42–7,03
	A 12–1%	0,2–1	
	A 12–2,5%	0,5–2,5	
	A 12–5	1–5	
	A 15–4ml	0,025–0,4	0,21–4,22
	A 15–2,5%	0,2–2,5	

С его помощью осуществляется оптимальное расходование этих средств, что очень важно, так как их удельный вес в издержках производства свинины значителен.

В некоторых медикаторах доза впрыскиваемого продукта пропорциональна объему воды, проходящей через медикатор, независимо от колебаний расхода или давления в сети. В других движущей силой является давление воды в сети.

2.10 Системы создания микроклимата

Из многих факторов окружающей среды, оказывающих влияние на рост, развитие и продуктивность свиней в закрытых помещениях, большое значение имеет микроклимат свинарников, складывающийся из целого ряда параметров, таких как температура, влажность, движение, химический состав воздуха, содержание в нем пыли, микробов и вредных газов. Поддержание на должном уровне зоогигиенических условий приобретает особо значение на крупных свиноводческих предприятиях и фермах, где сосредоточено большое поголовье животных, и производство свинины ведется с использованием сложных поточных технологий, предъявляющих повышенные требования к биологическим особенностям и уровню продуктивности животных. Несоблюдение зоогигиенического режима в таких условиях приводит к ослаблению конституции, увеличению заболеваемости животных и снижению эффективности производства свинины.

Не будет, очевидно, преувеличением сказать, что из большого числа показателей микроклимата едва ли не самую большую сложность представляет поддержание заданных параметров температурного режима, что в значительной степени связано, во-первых, с особенностями терморегуляции у свиней и, во-вторых, с различными требованиями к температуре воздуха в помещениях и свиней разных половозрастных групп.

Новорожденный поросенок имеет высокую критическую температуру (34 °С) в связи с его маленькими размерами тела, а также отсутствием волосяного покрова и достаточных жировых запасов в организме.

У взрослых свиней главную проблему составляет тепловой, а не холодовой стресс.

Это особенно важно при организации содержания хряков, влияние теплового стресса на которых (34–36 °С) приводит к ухудшению спермопродукции и временной потери оплодотворяемости, и подсосных свиноматок, нуждающихся не в высокой, как поросята, а умеренной температуре воздуха в станке (14–16 °С и могут находиться при температуре 12 °С). Несовершенство терморегуляции у взрослых свиней вызвано хорошей теплоизоляцией за счет толстого слоя подкожного жира и ограниченным потовыделением. Установлено, что при снижении температуры воздуха с 25 до -5 °С потери тепла у трехмесячных свиней повышаются на 4 ккал/м²/ч на каждый градус понижения температуры. Кожные сосуды расширяются при температуре 25–30 °С. При повышении температуры воздуха от -5 до 25 °С испарение пота с поверхности кожи составляло 8–10 г/м²/ч, а при температуре 30–35 °С (под инфракрасной лампой) количество выделенного пота колебалось в пределах 24–39 г/м²/ч. В связи с ограниченным охлаждением свиней за счет выделения пота и его испарения животные

ИТС 41–2023

в жаркую погоду валяются в грязи, при сравнительно медленном высыхании (испарении) которой обеспечивается более длительное охлаждение тела в сравнении с водой [40].

С повышением температуры окружающей среды свыше допустимых пределов учащается дыхание, возрастает частота пульса, повышается температура тела, что свидетельствует о перенапряжении системы терморегуляции и перегреве организма: животные теряют аппетит, плохо усваивают питательные вещества корма, становятся вялыми, замедляют рост. При температуре воздуха около 40 °С свиньи теряют в живой массе.

Температура воздуха в помещении является важнейшим фактором, определяющим физиологическое состояние животных. Отклонения температуры в ту или иную сторону от нормального значения отрицательно сказывается на продуктивности животных.

Усилия, которые прилагает организм для сохранения равновесия между продукцией и расходом тепла, вызывают увеличение расхода корма на 1 кг прироста при понижении и снижении среднесуточного прироста из-за плохого аппетита при повышении температуры в помещении (таблица 2.23).

Таблица 2.23 – Влияние температуры воздуха в помещении на среднесуточный прирост свиней

Живой вес, кг	Температура воздуха, °С							
	4-5	10	16	21	27	32	38	43
	Среднесуточный прирост, г							
34–56	-	620	715	910	890	630	20	-600
56–79	580	670	790	980	830	520	90	-1180
79–102	540	680	830	1010	760	350	460	-
102–124	500	760	950	980	690	280	580	-
124–168	430	850	1100	900	550	50	150	-

Таким образом, оптимальная температура для приведенных категорий свиней, приведенных в таблице, находится в пределах между 16 и 21 °С. При отклонениях от этих пределов среднесуточный прирост снижается, а при температуре от 38 °С и выше наблюдается снижение первоначального веса.

Потери вследствие неправильного температурного режима могут достигать в промышленных комплексах мощностью 100 тыс. откормленных свиней в год 12–15 т в сутки, что составляет ежегодно более 4000 т мяса.

Поддержание необходимого микроклимата производственных помещений возможно при хорошей термоизоляции ограждений. Оптимальная температура определяется с учетом результата одновременного воздействия различных параметров среды. Так, низкая температура внутреннего воздуха может не оказывать отрицательного влияния на продуктивность, если поверхность ограждений (стен, пола) теплая. Скорость движения воздуха в помещении связана с оптимальной температурой.

Очень важно соотношение между температурой воздуха в помещении и скоростью его движения. Воздух одной и той же температуры может производить ощущение холода с отрицательными последствиями, если он движется с большой

скоростью (более 1 м/сек), и ощущение оптимальной температуры при скорости его движения 20–25 см/сек. Данный эффект используется для снижения «эффективной» температуры в свинарниках для содержания поросят на откорме при организации туннельной системы вентиляции.

По результатам многочисленных исследований рекомендуется поддерживать следующий температурный режим в помещениях для свиней на откорме: в первый период откорма (до 60 кг) – 16–22 °С (минимум 14 °С), во второй период (живая масса 60–90 кг) – 14–20 °С (минимум 12°С) и для свиней массой более 90 кг – 12–16 °С (минимум 10 °С) при оптимальной скорости движения воздуха 0,15–0,3 м/с. Летом при температуре воздуха выше 26 °С скорость движения воздуха должна быть более 0,5 м/с.

Примерно в таких пределах рекомендуется температура воздуха в помещениях для свиней в ряде европейских стран (таблица 2.24).

Т а б л и ц а 2.24 – Оптимальная температура для свиней на откорме, °С

Страна	Период откорма	
	1	2
ФРГ	18–22	14–20
Франция	18–22	10–15
Англия	18–22	14–20
Швеция	22	15

Влажность воздуха тоже влияет на величину оптимальной температуры. При температуре 20 °С и относительной влажности 75–80% функции организма протекают нормально.

Важнейшими показателями хорошего состояния гигиенического режима для свиней служит сухость помещений. Относительная влажность воздуха должна находиться в пределах 60–80%, а предельно допустимая – 85%. Особенно вредное действие на организм оказывает высокая влажность при низкой температуре.

При высокой влажности свиньи тяжело переносят температуру воздуха 24 °С и, наоборот, не ощущают холода при сравнительно низких температурах, но при низкой влажности воздуха. Но и слишком сильное понижение влажности воздуха нежелательно. Отмечается, что в помещениях для откорма с кондиционированием воздуха при внезапном понижении относительной влажности до 40% у свиней начинается раздражение дыхательных путей, что вызывает кашель.

Обеспечение оптимальной температуры невозможно без создания благоприятного соотношения между температурой и влажностью. Создание необходимых условий среды в помещениях с помощью соответствующих установок и оборудования экономически выгодно, так как в таких условиях и выращивание, и откорм свиней более эффективны (таблица 2.25).

Из других показателей микроклимата учитывают скорость движения воздуха, концентрацию вредных газов, запыленность и микробную обсемененность воздуха. На основании многих результатов исследований и передового опыта ведения свиноводства в нашей стране рекомендуются следующие параметры микроклимата для свиней на откорме: температура воздуха – 16–20 °С (минимальная – 14 °С), оптимальная влажность – 40–75 %, скорость движения воздуха – 0,3–0,7 м/с,

ИТС 41–2023

допустимое содержание в воздухе аммиака – 0,02 мг/л, углекислого газа – 0,2 %, сероводорода – 0,015 мг/л, микробов – 500 тыс. шт. в 1 м³.

Таблица 2.25 – Рекомендуемые параметры микроклимата в помещениях для содержания свиней различных возрастных групп

Показатель		Холостых, условно-супоросных маток	Хряков производителей	Тяжелосупоросных маток	Подсосных маток с оросятами-сосунами*	Поросят на доращивании и рем. молодняка	Откорма
Температура, °С		13–19	13–19	18–22	18–22	18–22	14–20
Относительная влажность, %		75	75	70	70	70	75
Скорость движения воздуха, м/с	зимой	0,3	0,3	0,15	0,15	0,2	0,3
	летом	1,0	1,0	0,4	0,4	0,6	1,0
Концентрация вредных газов:	СО ₂ , %	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	аммиака, кг/м ³	20	20	10	10	20	20
	сероводорода, мг/м ³	10	10	10	10	10	10
	Оксида углерода, мг/м ³	2	2	2	2	2	2
Микробная обсемененность, тыс. м.т./м ³		80–100	50–60	50–60	40–50	40–50	100–150

Оптимизация параметров среды позволяет повысить среднесуточный привес, деловой выход поросят, эффективность использования корма, уменьшить затраты на одного работающего и снизить заболеваемость животных.

Типовые системы вентиляции

Наиболее распространенными в мире являются принудительные, механические системы вентиляции. Системы естественной вентиляции характерны только для экстенсивных форм свиноводства в странах с теплым климатом. Однако, в связи с большими энергозатратами на круглогодичную механическую вентиляцию, целесообразным является внедрение комбинированного типа вентиляции, суть которого приведена ниже [41].

Вентиляция – это организованный воздухообмен, в процессе которого загрязнённый воздух удаляется из помещения, а взамен его подается чистый.

Назначение вентиляции:

- поддержание оптимального температурного и влажностного режима воздуха в помещениях;
- подача расчетного количества свежего воздуха для животных;
- удаление вредных газов (аммиака, сероводорода, диоксида углерода, аминов)

и др.), пыли и микроорганизмов;

- равномерное распределение свежего воздуха по всему помещению при недопустимости сквозняков;
- предотвращение возможного ущерба самочувствию и здоровью животных при отказе сетевого питания или других сбоях оборудования;
- повышение долговечности строительных конструкций и оборудования.

При нормальном воздухообмене предупреждается конденсация водяных паров на ограждающих конструкциях и оборудовании, создается определенный микроклимат. При заниженном воздухообмене ухудшается микроклимат, накапливаются вредные продукты обмена, влага и теплота.

Механические системы вентиляции делятся на 3 типа:

- системы положительного давления (приточные);
- системы отрицательного давления (вытяжные);
- равновесные системы (приточно-вытяжные).

Различие данных систем заключается в способах подачи свежего и удаления загрязненного воздуха. В системах положительного давления свежий воздух нагнетается в производственные помещения благодаря работе вентиляторов, а удаляется через воздушные клапаны без применения механизации. Данная система была широко распространена на свинофермах в 70-х – 80-х годах XX века в СССР. Основной ее недостаток в том, что в случае, когда приток значительно превышает отток воздуха, степень бактериальной обсемененности воздушной среды не уменьшается, а, наоборот, увеличивается. В настоящее время при строительстве новых промышленных свиноводческих комплексов она практически не используется.

В системах отрицательного давления удаление загрязненного воздуха происходит за счет работы вытяжных вентиляторов большой мощности (рисунок 2.17).



Рисунок 2.17 – Внешний вид здания с вытяжными вентиляторами

Приток свежего воздуха происходит через клапаны, расположенные в потолке или стене, вследствие создаваемого вытяжными вентиляторами разрежения. Также

существует разновидность данной системы с притоком свежего воздуха через пористый подвесной потолок [41].

Туннельные системы отрицательного давления, как правило, имеют два режима работы – летний и зимний и делятся на:

- туннельные односторонние;
- туннельные двухсторонние;
- туннельные с подвесным потолком и потолочными воздушными клапанами (зимний режим);
- туннельные поперечные;
- туннельные поперечные, из общего технологического коридора (рисунок 2.18).

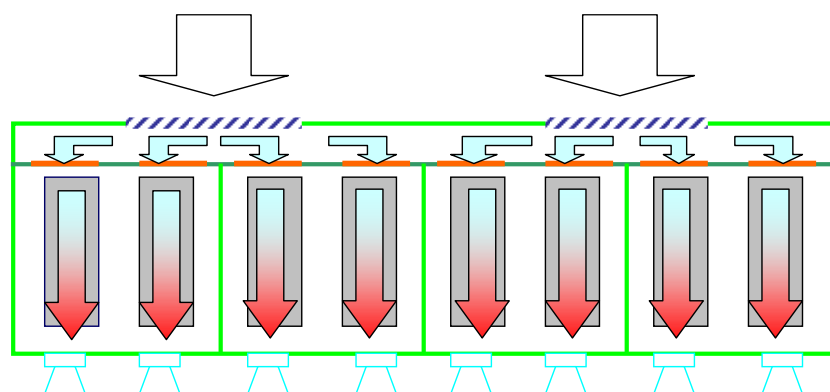


Рисунок 2.18 – Туннельная поперечная система вентиляции из общего технологического коридора

Данная система вентиляции требовательна к герметичности здания, но является самой дешевой и простой в исполнении. Кроме того, с использованием систем отрицательного давления появляется возможность установки систем охлаждения воздуха, что очень важно, особенно для южных регионов Российской Федерации.

Летний тип туннельной системы вентиляции с охлаждением

Теплый воздух поступает в производственные помещения через увлажненные перфорированные бумажные или пластиковые панели охлаждения (рисунок 2.19).

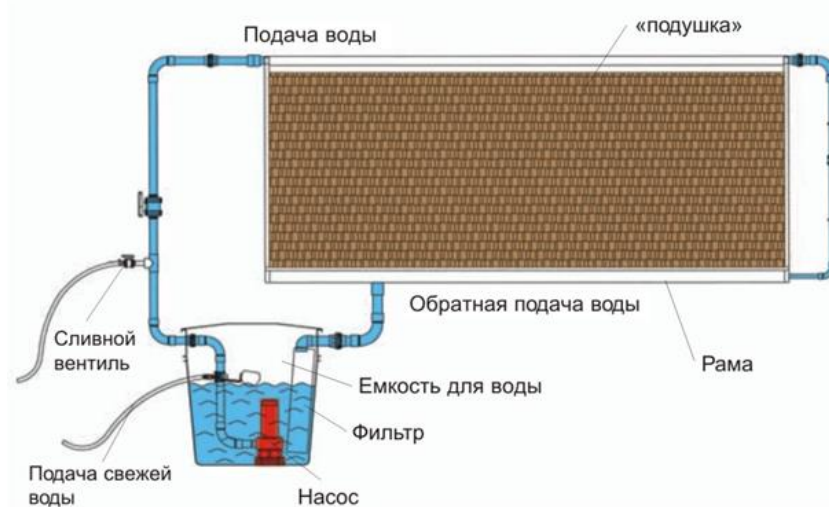


Рисунок 2.19 – Принципиальная схема охлаждающей системы через увлажненные перфорированные бумажные или пластиковые панели охлаждения

Соприкасаясь с поверхностью панелями охлаждения, имеющими большую площадь, воздух увлажняется и охлаждается. Степень охлаждения воздуха зависит, прежде всего, от относительной влажности воздуха снаружи здания. Чем ниже влажность, тем эффективнее работа системы охлаждения. Схема движения воздуха и внешний вид системы изображены на рисунке 2.20.

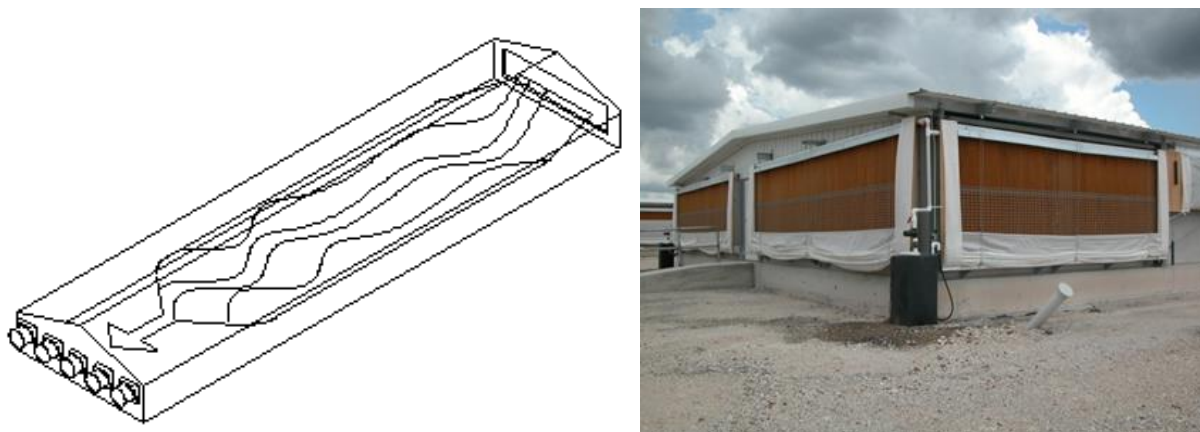


Рисунок 2.20– Схема движения воздуха в здании для откорма молодняка

При проектировании данной системы важно учесть длину здания, так как воздух, проходя по производственному помещению, нагревается. Температура воздуха на «выходе» из корпуса не должна превышать допустимые значения. Максимальная длина корпуса при ширине ≈ 18 м, при которой возможно устройство данного типа вентиляции (без превышения нормативов по скорости движения воздуха), составляет около 90 м. В случае если здания имеют большую ширину и длину, данная система выглядит следующим образом (рисунок 2.21).

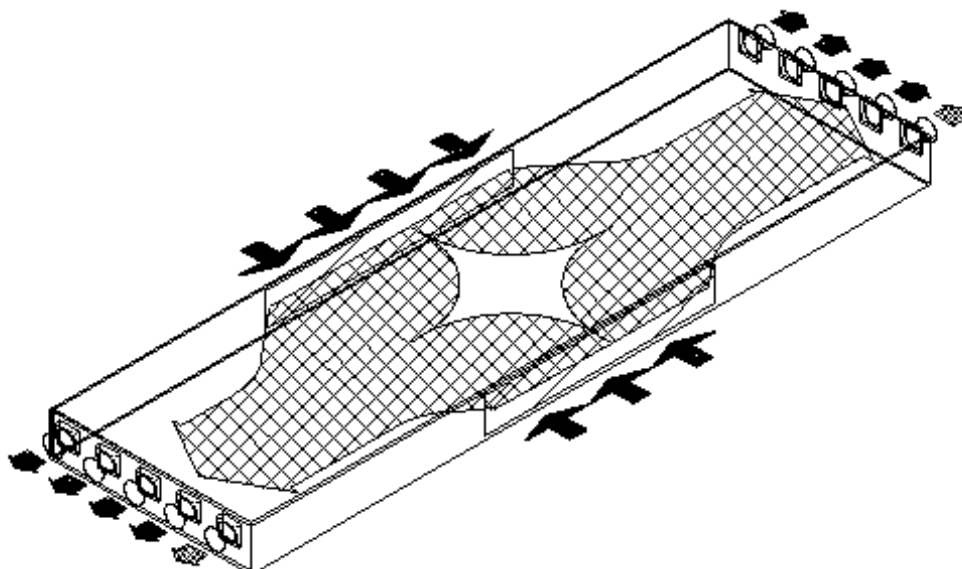


Рисунок 2.21 – Туннельная система вентиляции с вытяжкой с двух сторон

Приведенные варианты вентиляции подходят для всех корпусов, где нет боксового содержания технологических групп (молодняк на откорме, холостые, условно-супоросные и супоросные свиноматки), для вентиляции помещений, разбитых на изолированные технологические секции, используют туннельную поперечную систему.

ИТС 41–2023

Очень интересным вариантом реализации данной системы является ее совмещение с естественной вентиляцией через открывающиеся стенные проемы (рисунок 2.22).



Рисунок 2.22 – Управляемая занавесь позволяет организовать естественную вентиляцию в прохладные часы суток летом

В дневные часы, когда температура воздуха достигает максимума, а относительная влажность минимума (эффективность охлаждающей системы максимальна), занавесь находится в закрытом положении (рисунок 2.23), работают все вытяжные вентиляторы и охлаждающая система.



Рисунок 2.23 – Внешний вид корпуса с закрытыми занавесями

В вечернее и ночное время происходит снижение температуры и повышение влажности (снижение эффективности охлаждения), но благодаря занавеси появляется

возможность полностью отключить механическую систему вентиляции и перейти на естественную, тем самым значительно (до 50%) сократить расходы на электричество в летнее время (рисунок 2.24).



Рисунок 2.24 – Внутренний вид корпуса для откорма с открытыми боковыми занавесями

Зимний тип туннельной вентиляции

В холодный период года попадание воздуха непосредственно в производственные помещения, где содержатся животные, крайне нежелательно для всех половозрастных групп.

В системах туннельной вентиляции ряда компаний холодный воздух с улицы вначале попадает на чердак, где происходит его смешивание с более теплым чердачным воздухом, затем в зависимости от того, есть в здании технологический коридор или нет, воздух попадает через специальные потолочные клапаны в производственную зону или в технологический коридор и только потом в производственную зону (рисунок 2.25, таблица 2.26).

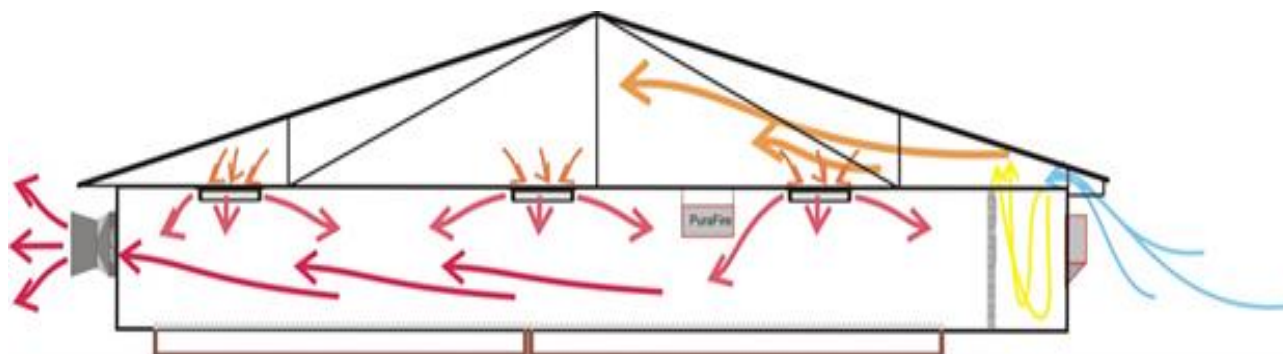


Рисунок 2.25 – Система вентиляции из технологического коридора в холодный период года

Таблица 2.26 – Техническая характеристика приточных клапанов [34]

Настенный клапан типа 1				
Высота, мм	Пропускная способность, м ³ /ч, при давлении 10 Па и длине, мм			
	500	600	700	800
500	2525	3030	3535	4040
450	2225	2670	3115	3560
400	1975	2370	2765	3160
350	1725	2070	2415	2760
Пластиковые форточки типа 1				
Пропускная способность форточки при 10 Па, м ³ /ч				
Ширина здания, м	Расположение форточки			
	по 1 стороне здания	с 2 сторон здания		
6	1040			
8	1200	850		
10	1340	950		
12	1385	1040		
14	1385	1120		
16	-	1200		
18	-	1280		
20	-	1340		
25	-	1385		
26	-	1385		
Габаритные размеры, мм		263x550		
Приточные форточки типа 2				
Объем поступающего воздуха, м ³ /ч, при давлении 10 Па				
Высота/ длина	50	60	70	80
50	2525	3030	3535	4040
45	2225	2670	3115	3560
40	1975	2370	2765	3160
35	1725	2070	2415	2760
Потолочный приточный клапан типа 2				
Габаритные размеры, мм	710x400x180			
Настенный приточный клапан типа 3				
Габаритные размеры, мм	580 x 300 x толщина стены			
Клапаны приточные типа 4				
Производительность, м ³ /ч	2000 и 5000			
Материал	пенополиуретан			

Таким образом, происходят предварительное смешивание и обогрев поступающего воздуха вне производственных помещений. В этот период работают не все вытяжные вентиляторы, а только те, которые установлены специально для зимнего режима. Эти вентиляторы имеют несколько режимов работы и управляются электронной системой.

Переход с летнего типа вентиляции на зимний и обратно, как правило, организуется автоматически. Приведенные на рисунке 2.26 воздушные клапаны перекрываются вручную, система охлаждения начинает работать в начале теплого сезона без увлажнения, просто пропуская воздух, а с повышением температуры включаются насосы и подушки системы охлаждения увлажняются.

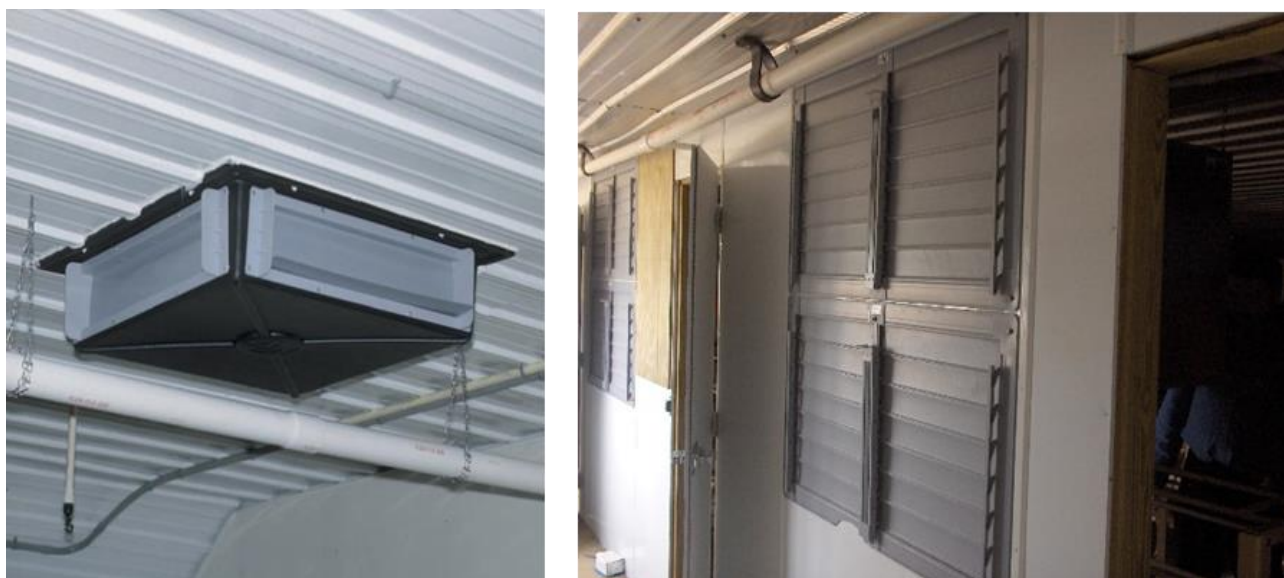


Рисунок 2.26 – Различные типы приточных воздушных клапанов

Помимо туннельной системы вентиляции, основанной на эффекте разряжения, существует еще одна разновидность системы отрицательного давления, широко применяемая рядом европейских компаний, как при реконструкции существующих свиноводческих зданий, так и при строительстве новых.

Суть этой системы в том, что вытяжка воздуха осуществляется шахтными вентиляторами, расположенными на крыше, а приток свежего воздуха происходит через регулируемые приточные клапаны, установленные в стене (рисунки 2.27, 2.28). Механическое открытие приточных клапанов и вытяжных шахт осуществляется с помощью моторов, тросов, кабелей и других компонентов системы (рисунок 2.29). Техническая характеристика вытяжных шахт и осевых вентиляторов приведены в таблицах 2.27 и 2.28 [31], [40].

Таблица 2.27 – Техническая характеристика различных типов вытяжных шахт

Шахта вытяжная типа 1	
Производительность, м ³ /ч при 0 Па	15000 (10000)
Мощность привода, кВт	0,75 (0,55)
Особенности конструкции	с рассекателем и без
Вытяжная вентиляционная шахта типа 1	
Производительность, м ³ /ч при 0 Па	8000
Мощность электродвигателя, кВт	0.37
Частота вращения, мин ⁻¹	1000
Напряжение, В	380
Монтажный размер, мм	675
масса, кг	50
Вытяжная вентиляционная шахта типа 2	
Производительность, м ³ /ч при 0 Па	12000
Мощность электродвигателя, кВт	0,55
Частота вращения, мин ⁻¹	1000
Напряжение, В	380
Монтажный размер, мм	835
масса, кг	60
Вытяжная вентиляционная шахта типа 3	
Производительность, м ³ /ч при 0 Па	18000
Мощность электродвигателя, кВт	0,75
Частота вращения, мин ⁻¹	1000
Напряжение, В	380
Монтажный размер, мм	940
масса, кг	70
Вытяжной камин типа 1	
Производительность, м ³ /ч при 0 Па	13 700
Мощность электродвигателя, кВт	0,53
Напряжение, В	220
Монтажный размер, мм	600
масса, кг	52
Вытяжной камин типа 2	
Производительность, м ³ /ч при 0 Па	30 800
Мощность электродвигателя, кВт	0,85
Напряжение, В	220
Монтажный размер, мм	600
масса, кг	115

Таблица 2.28 – Техническая характеристика осевых вентиляторов

Параметры	Тип 1	Тип 2	Тип 3	Тип 4	Тип 5	Тип 6	Тип 7	Тип 8	Тип 9	Тип 10
Производительность, м ³ /ч	16660	36778	38955	19700	42500	46715	16060	25400	12000	18000
Установленная мощность, кВт	0,37	0,75	1,12	0,37	0,75	1,12	0,89	1,1	0,37	0,55
Привод	прямой	ременной		прямой	ременной		-	-	-	-
Вентилятор	Трехлопастный			Трехлопастный			Семилопастный		Четырехлопестный	
Габаритные размеры, мм:									-	-
корпуса	1080x1080	1380x1380		1100x1100	1400x1400		-	-	-	-
вентилятора	480	600		1190	1230		-	-	-	-
Масса, кг	48	60		78	108		-	-	-	-
Удельная мощность, Вт/1000м ³	22	20	29	19	18	24	47	46	-	-

ИТС 41–2023

Распространенность системы объясняется относительной дешевизной и технической простотой системы.

Однако необходимо помнить, что при поступлении достаточного количества свежего воздуха в зону нахождения животных и при удалении загрязненного воздуха только из верхней зоны происходит ухудшение газового состава и увеличивается бактериальная загрязненность воздуха в зоне нахождения животных в несколько раз.



Рисунок 2.27 – Пример системы вентиляции с использованием приточных клапанов

В связи с этим повышаются в 2-3 раза заболеваемость и отход животных, а также снижаются среднесуточные приросты массы откармливаемых свиней на 10–15%. Поэтому для улучшения газового состава и уменьшения бактериальной загрязненности воздуха в свинарниках необходимо устраивать такую вентиляцию, которая бы обеспечивала удаление загрязненного воздуха из нижней зоны не менее чем 60% от общего воздухообмена [31].



Рисунок 2.28 – Пример системы вентиляции с приточными клапанами



Рисунок 2.29 – Устройства для механического открытия приточных клапанов

При использовании описываемой системы это возможно при правильной настройке открытия приточных клапанов. В холодный период года воздух с улицы направляется к потолку и смешивается с теплым воздухом помещения, перед тем как достигает зоны нахождения животных. При этом должна происходить вертикально-круговая рециркуляция воздуха, обеспечивающая смену воздуха в зоне нахождения животных. При неправильной работе системы этого не происходит: холодный и загрязненный аммиаком и другими газами воздух занимает пространство у пола на уровне дыхания животных, а теплый более чистый воздух находится под крышей здания, и именно его удаляет система вентиляции (рисунок 2.30) [41].

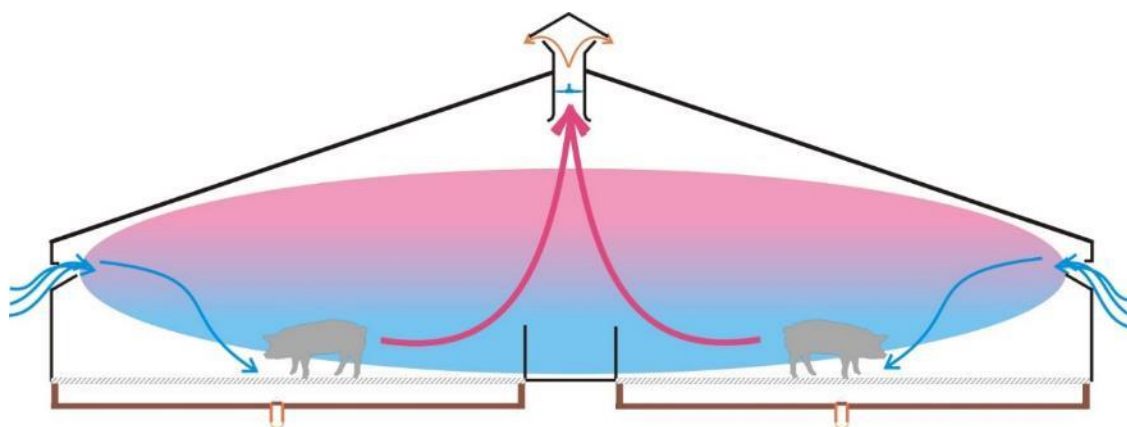


Рисунок 2.30 – Неправильная настройка приточных клапанов

Приточно-вытяжные (равновесные) системы вентиляции предлагаются рядом европейских компаний. Они оптимально подходят для организации вентиляции на небольших фермах или при размещении в одном здании нескольких половозрастных групп. Суть этой систем в том, что и приток, и удаление воздуха происходит за счет работы соответствующих вентиляторов.

Равновесные системы различаются по расположению вытяжных вентиляторов, которые могут устанавливаться в потолке (крыше), стенах и каналах системы навозоудаления. Общий принцип приточно-вытяжной вентиляции изображен на рисунке 2.31.

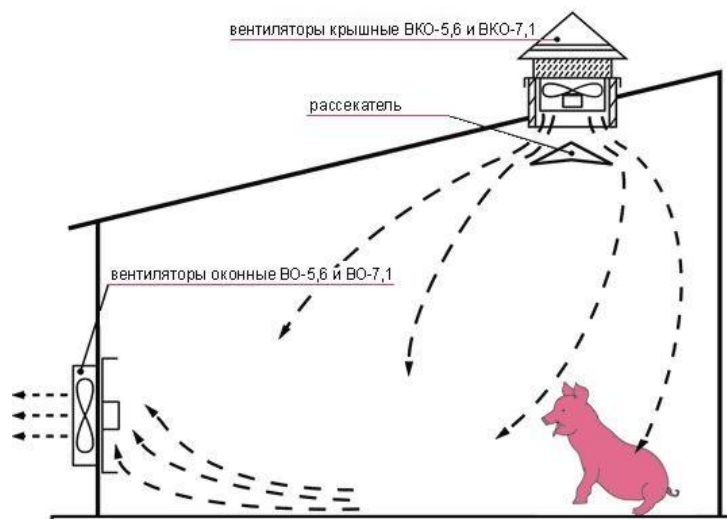


Рисунок 2.31 – Равновесная система вентиляции

В данном случае приточная вентиляция реализована с помощью осевых вентиляторов типа ВКО-5,6, ВКО-7,1, установленных на крыше, производительностью соответственно 8000 и 10000 м³/час. Применение их в качестве приточных вентиляторов позволяет создать в верхней части помещения зону повышенного давления, что способствует тому, что теплый воздух не скапливается под крышей помещения, а находится в нижней зоне и равномерно перемешивается со свежим воздухом (рисунок 2.32) [41].



Рисунок 2.32 – Пример приточного и вытяжного вентиляторов

Преимущество так организованной приточной вентиляции в том, что расход тепла по сравнению с «вытяжкой из-под крыши» уменьшается в 2,8 раза. К тому же системы с «вытяжкой из-под крыши» зачастую очень плохо удаляют аммиак, который тяжелее воздуха и скапливается в зоне жизнедеятельности животных. Вентиляторы, расположенные на крыше, снабжены обратным клапаном, который перекрывает доступ холодного воздуха в отключенном состоянии.

Для удаления воздуха из помещения компания-производитель предлагает использовать оконные вентиляторы ВО-5,6 или ВО-7,1 производительностью 8000 и 10000 м³/ч соответственно.

Вентиляторы монтируются на уровне 1–1,5 м от уровня пола. Такая схема размещения вентиляторов позволяет удалить значительную часть аммиака, загрязненного влажного воздуха, а также обеспечить равномерность воздушных потоков

по всему объему помещения. Вентиляторы имеют низкий уровень шума, а применение специального электродвигателя с высокой степенью защиты обеспечивает длительный срок эксплуатации. Вентиляторы оснащены гравитационными жалюзи, которые открываются под потоком воздуха.

Регулирование параметров микроклимата осуществляется по температуре при помощи систем автоматического управления вентиляцией.

Системы обладают возможностью автоматизированной подачи свежего воздуха и регулировки скорости его потока в зависимости от возраста животных, их живой массы и времени года. Увеличение или уменьшение воздухообмена осуществляется путем автоматического регулирования частоты вращения электродвигателей вентиляторов в зависимости от температуры в помещении. При уменьшении температуры в помещении ниже критической автоматика дает команду на включение дополнительного обогрева, в то же время она не позволяет снизить воздухообмен ниже предела, установленного зооветеринарными нормами. Автоматика одновременно управляет приточными и вытяжными вентиляторами (рисунок 2.33).

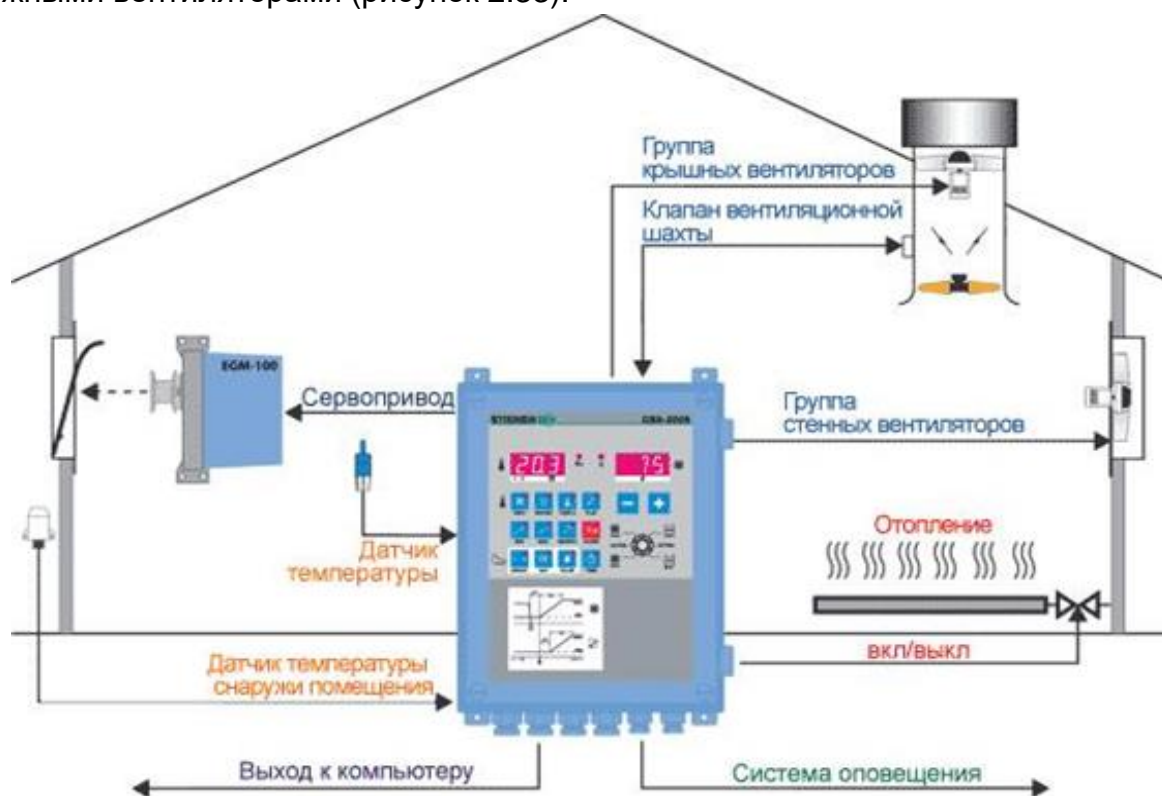


Рисунок 2.33 – Система управления микроклиматом

Контроллеры предназначены для управления микроклиматом помещений таким образом, что всегда будет гарантировано правильное соотношение между отоплением и вентиляцией. Они позволяют заранее задать график работы системы вентиляции, обеспечивающий изменение климатических условий в помещении по мере роста животных [41].

Контроллеры климата регулируют положение приточных форточек в зависимости от потребности вентиляции, что постоянно обеспечивает правильное поступление свежего воздуха.

Схема вентиляции с притоком и вытяжкой воздуха через крышу (рисунок 2.34), несмотря на ряд недостатков, описанных выше, также довольно распространена.

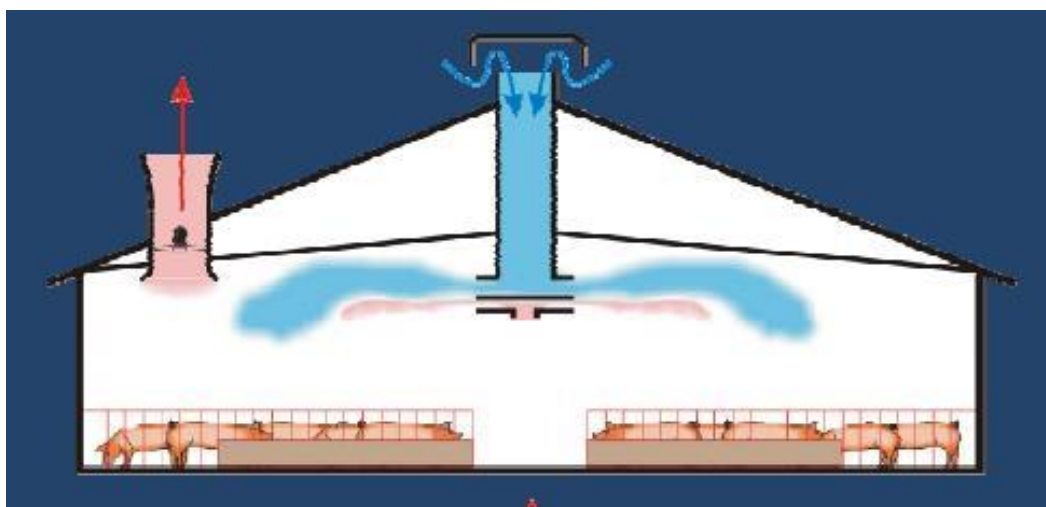


Рисунок 2.34 – Вентиляция с притоком и вытяжкой воздуха через крышу

Использование в шахтах вентиляторов низкого давления совместно с распределителями воздуха позволяет добиться невысокой скорости перемещения воздуха (предотвращаются сквозняки) по помещению и равномерного его распределения в соответствии с зооветеринарными нормами. Для того чтобы устранить основной недостаток системы (удаление теплого воздуха из-под крыши), удлиняют вытяжную вентиляционную шахту до 1,5–2 м до уровня пола (рисунок 2.35).

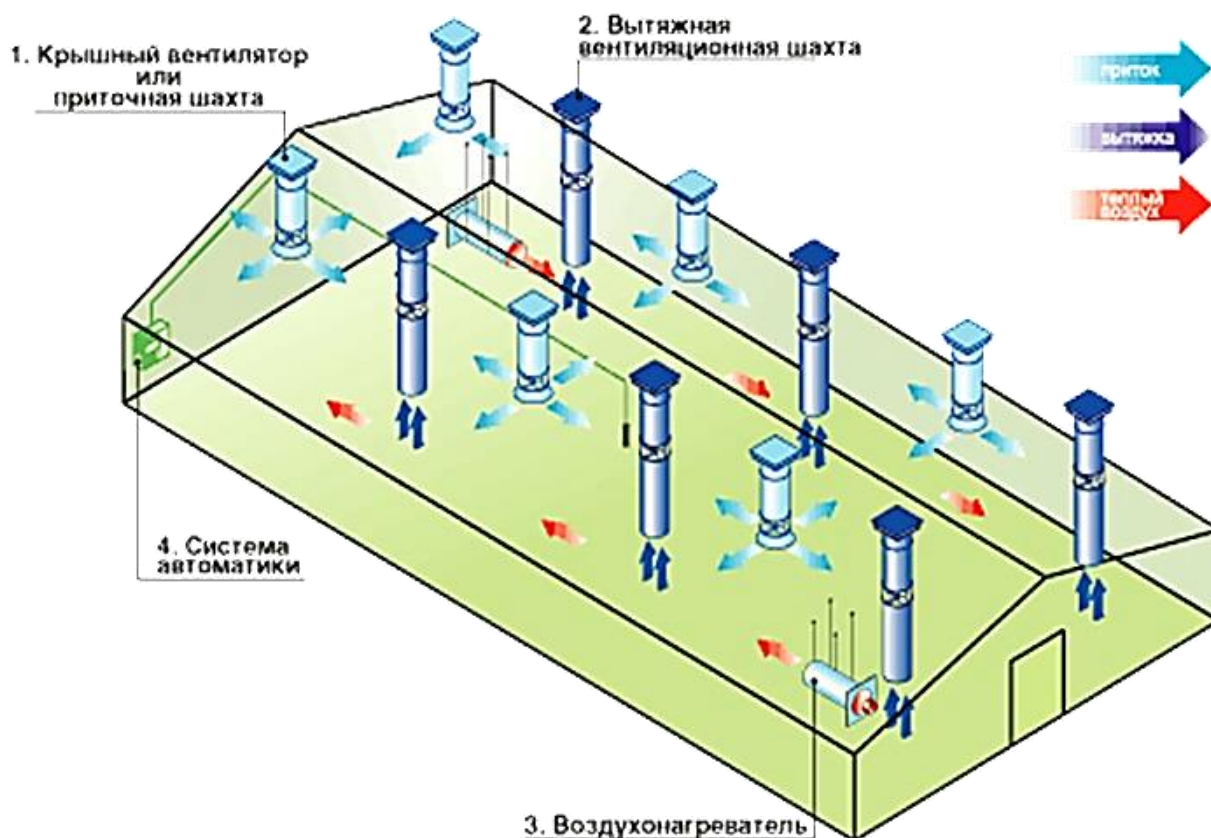


Рисунок 2.35 – Равновесная система вентиляции с удлиненными вытяжными шахтами

Приток свежего воздуха осуществляется вентиляционными шахтами ВБ, КПР или вентиляторами ВКО, расположенными на крыше и оборудованными воздухораспределителями. Вентиляционные шахты и вентиляторы ВКО имеют клапаны для регулирования объема поступающего воздуха.

Вытяжка отработанного воздуха производится вентиляционными шахтами ВБ или вентиляторами ВКО. Увеличенная, по сравнению с приточными шахтами, высота вытяжных шахт позволяет удалять отработанный воздух непосредственно из нижней части помещения, в которой он скапливается.

Системы отопления и охлаждения в свиноводстве

Создание оптимального микроклимата в промышленном свиноводстве с использованием описанных выше систем вентиляции подразумевает обязательное отопление помещений для содержания всех половозрастных групп свиней. К сожалению, из-за неслаженной работы системы вентиляции и отопления, что зачастую встречается на практике в холодный период года, возникает масса проблем, как с микроклиматом, так и с нерациональным расходом тепла, газа и электроэнергии.

Система отопления должна компенсировать потери тепла, возникающие вследствие работы системы вентиляции, а также теплопроводности стен и потолка здания.

Современные системы отопления свиноводческих помещений можно разделить на две большие группы: расположенные внутри и вне отапливаемых помещений. Системы первого типа используют, как правило, в качестве источника энергии сгорание какого-либо топлива или электричество. В качестве топлива может использоваться природный или сжиженный газ, а также дизельное топливо.

Такие системы на сегодняшний день считаются наиболее экономичными, хотя обладают рядом недостатков, основной из них – это попадание продуктов сгорания топлива (в случае с газом это CO₂ и вода) непосредственно в производственную зону. Из-за этого приходится сильнее вентилировать помещение, что снижает эффективность системы (таблица 2.29).

Т а б л и ц а 2.29 – Технические характеристики теплогенераторов разных типов

Показатели	Тип 1	Тип 2	Тип 3	Тип 4	Тип 5	Тип 6	Тип 7	Тип 8
Номинальная теплопроизводительность, кВт	70	90	70	100	70	90	105	95
Потребляемая мощность, кВт	0,7	0,4	0,7	0,61	0,65	0,85	0,7	0,75
Потребление								
газа, м ³ /ч:				-				
- природного	-	8,2	7,0	-	6,1...7,1	9,3	9,0	
- типа «пропан-бутан»	-	5,4	-		5,4	6,4	7,5	
дизельного топлива, л				9,6				9,5

ИТС 41–2023

Окончание таблицы 2.29

Показатели	Тип 1	Тип 2	Тип 3	Тип 4	Тип 5	Тип 6	Тип 7	Тип 8
Давление газа (природного/ «пропан-бутан»), кПа:								
- присоединительное	2/5	2,0	-	-	2/5	2/5	2,5/10	
- перед форсункой	1,8/4,6	-	-	-	0,9/4,6	0,7/4,4	1,05	
Производительность по воздуху, м ³ /ч	5000	5000	4000	6500	5000	6500	7000	7000
Габаритные размеры, мм	1235 x535 x450	1562 x450 (диаметр)	1400 x700 x600	-	1190 x570 x450	1250 x680 x480	1380 x570 x850	1520 x580 x850
Масса, кг	36	50	40	-	36	48	84	81

Применяются теплогенераторы для воздушного отопления помещений больших размеров. Преимущества теплогенераторов состоит в том, что они могут работать на различных видах топлива: природном газе, дизельном топливе, отработанном масле, твердом топливе.

Различные типы газовых теплогенераторов представлены на рисунках 2.36, 2.37.



Рисунок 2.36 – Газовый теплогенератор-пушка

В одних при работе видно открытое пламя (газовые пушки) в других нет. Газовые пушки открытого типа используются в основном для отопления больших помещений, так как при их работе создаются мощные воздушные потоки, из-за которых в маленьких помещениях создаются сквозняки.



Рисунок 2.37 – Газовый теплогенератор

Теплогенераторы закрытого типа некоторых компаний могут с успехом использоваться даже в маленьких помещениях для содержания поросят на дорастивании. Эти нагреватели усиленного исполнения обеспечивают бесперебойно работающий и экономно расходующий топливо источник тепла для свиноводческих помещений любого типа. Эти нагреватели, работающие под управлением термостатов с почти стопроцентной эффективностью, используют меньше энергии для производства большего числа калорий и создают самый низкий по отрасли выход углекислого газа. Также бывают теплогенераторы, оснащенные устройством отвода продуктов сгорания (рисунок 2.38) [31], [34].



Рисунок 2.38 – Использование газовых теплогенераторов GSI в секторе поросят на дорастивании

ИТС 41–2023

Газовые теплогенераторы, оснащенные устройством отвода продуктов сгорания, поставляются для эксплуатации на жидком топливе и работают по принципу закрытого сгорания. Дымовые и вредные газы не поступают в помещение. Необходимый свежий воздух забирается снаружи, а отвод отработанного воздуха производится через дымовую трубу (рисунок 2.39).



Рисунок 2.39 – Газовый теплогенератор, оснащенный устройством отвода продуктов сгорания

Газовые теплогенераторы нашли широкое применение особенно в зданиях для содержания холостых, условно-супоросных, супоросных свиноматок и поросят на откорме. На участках содержания подсосных свиноматок и поросят на дорацивании в большей степени используют различные типы водяного отопления, кроме тех случаев, где вентиляция работает по принципу поперечного туннеля с общим технологическим коридором (рисунок 2.40).

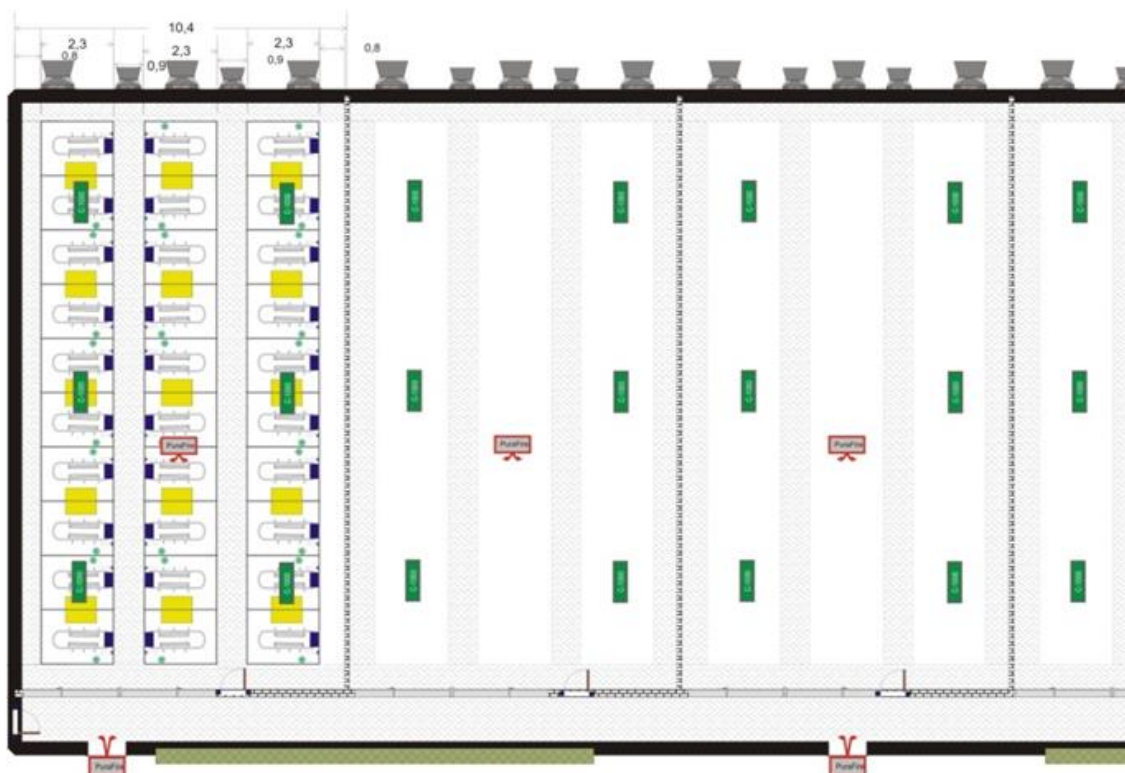


Рисунок 2.40 – Типовая схема установки газовых теплогенераторов в зданиях подсосных свиноматок и поросят на дорацивании

В данном случае в коридоре устанавливаются обогреватели с отводом продуктов сгорания топлива, которые позволяют существенно подогреть поступающий с улицы воздух. В каждом боксе также устанавливается газовый теплогенератор закрытого типа. Распространение тепла по всему боксу осуществляется не за счет работы вентилятора теплогенератора, а за счет движения воздуха от начала к концу бокса. Для локального обогрева в секторах подсосных свиноматок и поросят на дорацивании, а иногда и в других секторах также используют инфракрасные излучатели. Горение топлива происходит внутри цилиндра, тепло, выделяемое в процессе горения, при помощи отражателя создает зону локального обогрева. К существенным недостаткам данного типа обогревателей следует отнести необходимость постоянной очистки (примерно 1 раз в 3 недели).

В системах отопления второго типа сжигание топлива происходит вне отапливаемого помещения и в качестве переносчика тепла используется вода. Преимущество таких систем – в предотвращении попадания продуктов сгорания топлива в производственную зону. Однако регулирование работы таких систем гораздо сложнее и не позволяет оперативно реагировать на изменение температуры в помещениях. Также системы водяного отопления требуют строительства или выделения отдельного помещения для установки отопительного оборудования и прокладки дополнительных коммуникаций тепловых сетей, что значительно увеличивает стоимость данной системы. В случае значительной протяженности труб при использовании удаленной центральной котельной такая система является экономически неоправданной, что показала практика работы большинства отечественных свинокомплексов.

Современные системы водяного отопления с использованием компактных котельных установок, расположенных в отапливаемом здании, являются очень экономичными в эксплуатации и вполне конкурентоспособны в сравнении с газовыми теплогенераторами, особенно при установке в зданиях для содержания подсосных свиноматок и поросят на дорацивании [36].

Использование воды в качестве переносчика тепла полностью устраняет проблему сквозняков, возникающую при работе систем первого типа. В качестве источников тепла в помещениях используют различные виды труб: дельта-трубы, твин-трубы, трубы «бабочка», оребренные и гладкие трубы.

Дельта-трубы и твин-трубы (рисунок 2.41) изготавливаются из алюминия, уровень их теплоотдачи составляет 150–200 Вт на метр трубы. Дельта-трубы располагаются над станками животных в несколько рядов, образуя при этом замкнутый контур в каждой секции. Вода поступает по трубам вдоль всей длины здания и подводится к каждой секции. Однако при подключении к системе центрального отопления, имеющейся на ферме, желательно применять теплообменник с целью создания обособленного контура водообращения, связанного с дельта-трубами для предотвращения коррозии.



Рисунок 2.41 – Примеры установки дельта- и твин-труб

Данная система отопления позволяет оперативно реагировать на изменения температуры, так как на 1 метр трубы приходится всего 1,2 л воды. Твин-трубы имеют меньше горизонтальных поверхностей, что является определенным преимуществом: они меньше загрязняются пылью и требуют меньше времени на очистку. При проектировании системы отопления с использованием данного вида труб обязательно нужно учитывать их длину. При длине более 12 м достигнуть желаемой теплоотдачи будет невозможно, так как тепло будет полностью теряться в пути.

При всех преимуществах алюминиевых труб они являются очень дорогим технологическим решением. Гораздо более дешевыми являются гладкие металлические трубы. Уровень теплоотдачи таких труб диаметром 2,5 дюйма составляет около 120 Вт/м. Оперативность при регулировании температуры в данной системе значительно ниже, чем в вышеописанной, но этот фактор не является принципиальным.

Несмотря на сложность монтажа, такие трубы, в отличие от алюминиевых, благодаря их устойчивости можно установить непосредственно в зоне нахождения животных на высоте 20 см от пола. Соответственно тепло будет направляться непосредственно к логову поросят. На рисунке 2.42 представлены варианты распределения тепла при использовании различных систем отопления. Еще одним из вариантов отопления с использованием труб являются оребренные трубы (рисунок 2.43) [31].

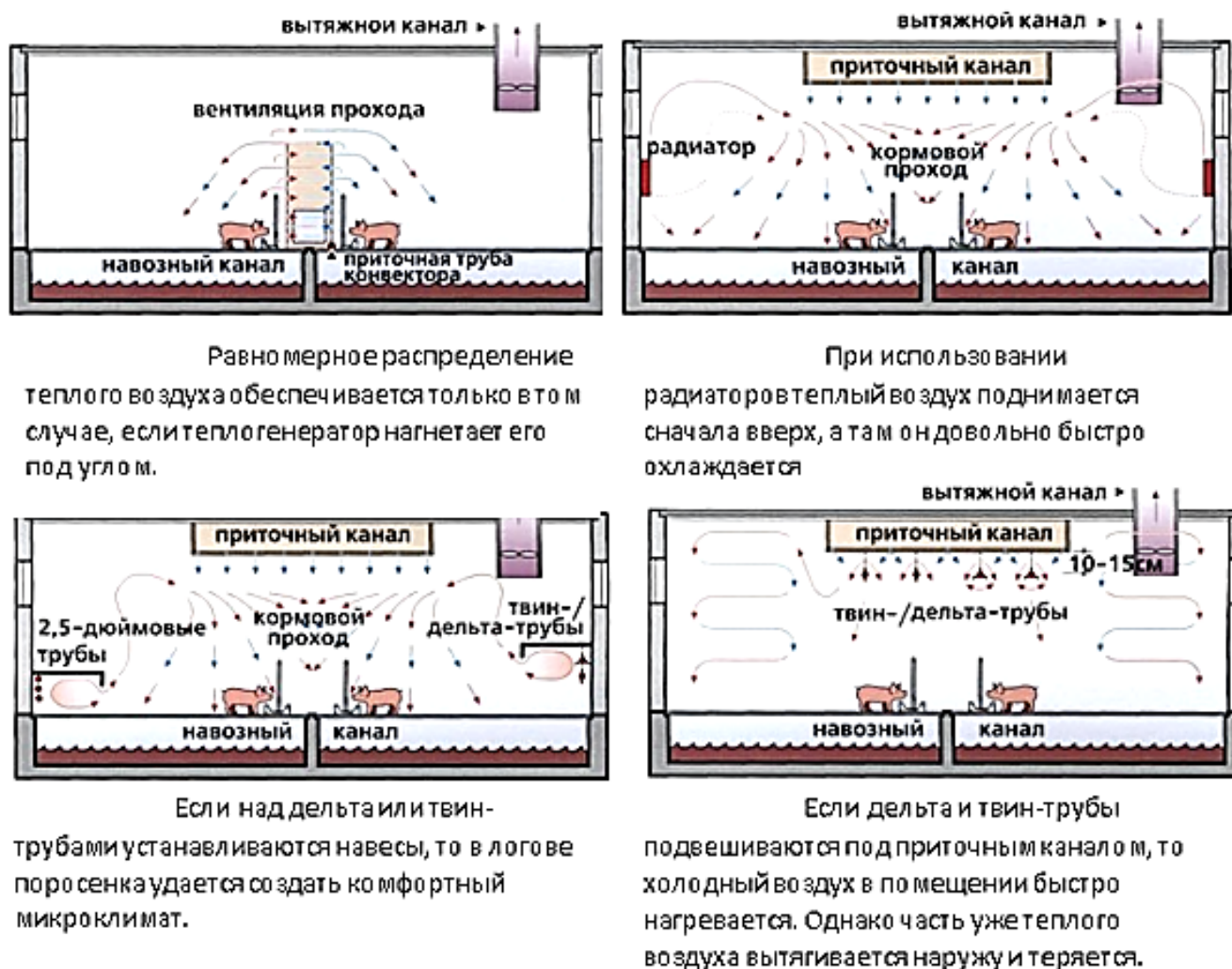


Рисунок 2.42 – Варианты распределения тепла при использовании различных систем отопления

Типом отопления с использованием воды в качестве теплоносителя являются системы с подогревом пола. Теплые полы используют, как правило, в качестве дополнительных источников тепла, особенно в начальной стадии дорастивания, когда температура воздуха в зоне нахождения животных должна быть около 32 °С (рисунки 2.44, 2.45).



Рис. 2.43 – Конструкция трубы с ребрами

Они оцинкованы изнутри и снаружи (внутренний диаметр – 1 или 1,5 дюйма), внутрь трубы подается горячая вода. На железные трубы сверху в виде спирали приварены оцинкованные «ребра», которые и обеспечивают большую поверхность для

ИТС 41–2023

максимальной теплоотдачи – 1 м² на погонный м трубы. Между ребрами тепло возрастает, и возникает поток теплого воздуха. Теплоотдача составляет до 600 Вт/м.

Расстояние между ребрами выполняется с таким расчетом, чтобы частички пыли не создавали проблем за счет приклеивания и не загрязняли систему.

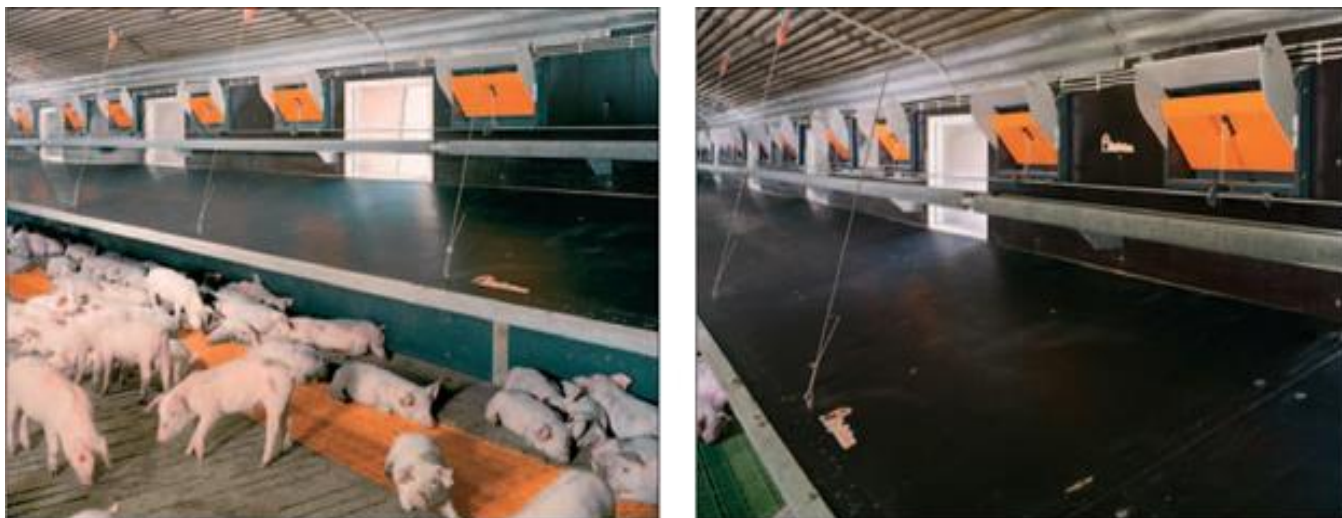


Рисунок 2.44 – Установка оребренных труб в секторе доращивания

Важнейшей предпосылкой создания оптимального микроклимата в животноводческих помещениях является поддержание требуемой температуры, в том числе и в жаркие летние дни. Для понижения температуры в свиноводческих помещениях предлагаются несколько вариантов оборудования.

Наиболее подходит для животноводческих помещений с несколькими секциями следующая система: установка оснащена специальными форсунками из нержавеющей стали, через которые вода распыляется под высоким давлением в виде очень мелкого аэрозоля. Полученный таким образом туман распределяется по помещению и сразу же поглощается теплым воздухом.

Применение данной системы позволяет понизить температуру на 3–5 градусов. Кроме этого, в любое время года подобная система может применяться для увлажнения воздуха в животноводческих помещениях и поддержания оптимальной влажности воздуха, замачивания помещений перед дезинфекционной обработкой в период профилактических перерывов.



Рисунок 2.45 – Станок для содержания поросят на дорастивании с участком подогреваемого бетонного пола (в центре).

В основу работы другой системы охлаждения положен эффект испарения с поверхности волоконных блоков, изготовленных из целлюлозы или пластмассы. В связи с этим система преимущественно находит свое применение в регионах с сухим и жарким летом. Чем выше атмосферная температура и ниже относительная влажность воздуха, тем выше достигаемый при этом охлаждающий эффект.

Панели охлаждения отличаются специальной поверхностью, имеющей большую площадь, что усиливает охлаждающий эффект. При стекании воды сверху вниз через панели охлаждения происходит испарение.

В результате применения в помещении с животными вентиляции на основе разрежения свежий воздух поступает в помещение с улицы, проходя через волокно, впитывая влагу и охлаждаясь. Излишки воды при этом стекают в сборный резервуар и подаются вновь в циркулирующий поток воды.

При сочетании описанной выше системы с тоннельной вентиляцией достигается наибольший эффект охлаждения воздуха, прежде всего в больших помещениях.

2.11 Технологии удаления навоза и подготовка свиного навоза к использованию

Основным нормативным документом по системам навозоудаления и переработки навоза и помета являются «Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета» (РД-АПК 1.10.15.02-17*) [42].

Работа с навозом на свиноводческих комплексах может быть организована по трем направлениям [43].

Первое и основное направление – в соответствии с Федеральным законом от 14 июля 2022 года № 248-ФЗ «О побочных продуктах животноводства и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (далее – 248-ФЗ) (использование для собственных нужд и/или передача другим юридическим лицам, которые занимаются производством сельскохозяйственной продукции растениеводства) [44].

Второе – в соответствии с Федеральным законом от 19 июля 1997 года № 109-ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» (с изменениями на 3 апреля 2023 года) (далее – 109-ФЗ) (это в случае, если на основе навоза готовится товарная продукция в виде различных органических и органоминеральных удобрений, которые могут реализовываться через любую торговую сеть) [45].

Третье направление – когда свиноводческий комплекс может передать навоз как отход перерабатывающему предприятию в соответствии с Федеральным законом от 24 июня 1998 года № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» [46].

Принципиальных отличий в технологических решениях и способах подготовки переработки свиного навоза в органическое удобрение по 248-ФЗ и 109-ФЗ нет, разница в оформлении сопровождающих документов. Например, при работе по 248-ФЗ необходимы подтверждающие документы в соответствии с постановлением Правительства РФ от 31 октября 2022 года № 1940 «Об утверждении требований к обращению побочных продуктов животноводства» и приказа Министерства сельского хозяйства от 7 октября 2022 года № 671 «Об утверждении порядка, сроков и формы направления уведомления об отнесении веществ, образуемых при содержании сельскохозяйственных животных, к побочным продуктам животноводства» [47], [48].

При работе по 109-ФЗ необходимы документы, подтверждающие государственную регистрацию агрохимиката.

В случае передачи навоза как отхода лицензированному перерабатывающему предприятию оформление осуществляется аналогично передаче любого другого отхода третьего-четвертого классов опасности с учетом конкретных требований перерабатывающего предприятия.

На рисунке 2.46 приведена схема отнесения веществ, образуемых при содержании сельскохозяйственных животных, к побочным продуктам животноводства.

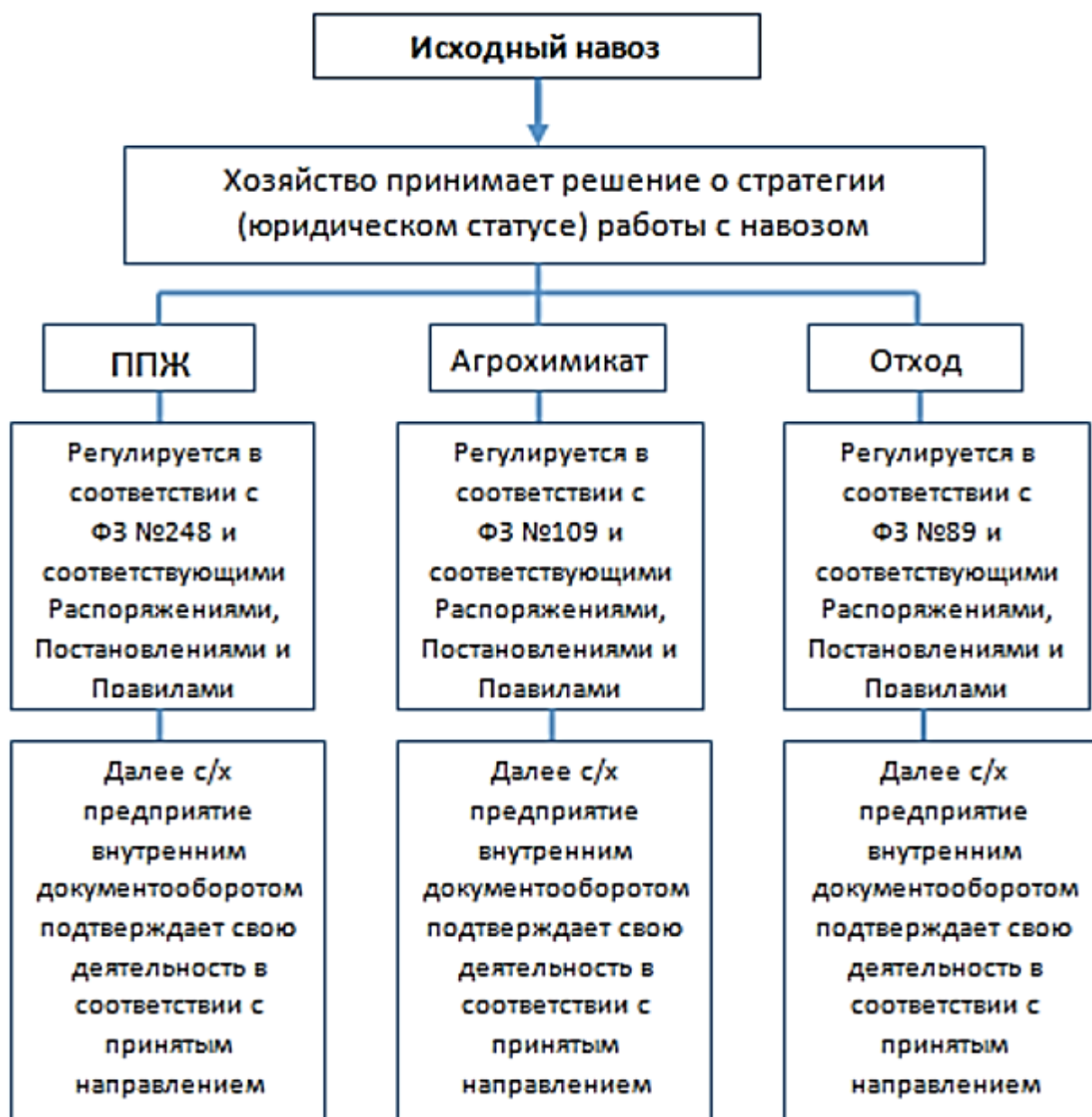


Рисунок 2.46 – Схема отнесения свиного навоза к побочным продуктам животноводства.

Основными технологическими процессами, оказывающими негативное воздействие на окружающую среду при удалении навоза и подготовке свиного навоза к использованию, являются:

- технологии переработки навоза в продукты переработки животноводства и переработанного навоза;
- технологии внесения готового переработанного продукта.

В зависимости от системы содержания свиней и применяемой системы навозоудаления навоз условно разделяют на:

- твердый (подстилочный);
- полужидкий (бесподстилочный);
- жидкий.

ИТС 41–2023

Если влажность навозной массы выше 97%, то такую массу называют навозными стоками. Классификация навоза по влажности представлена в таблице 2.30.

Т а б л и ц а 2.30 – Классификация навоза по влажности

Характеристика навоза	Относительная влажность, %	Содержание сухого вещества, %
Твердый	До 85	Более 15
Полужидкий	86 – 92	8–14
Жидкий	92 – 97	3–8
Навозные стоки	Более 97	До 3

На существующих свиноводческих комплексах влажность получаемого навоза находится в пределах 92–97%.

Системы навозоудаления по принципу действия разделяются на механические, самотечные (самосплавные) и гидросмывные.

Для механического удаления навоза используются скребковые транспортеры (таблица 2.31). В настоящее время их применение ограничивается старыми свиноводческими фермами и комплексами.

Т а б л и ц а 2.31 – Техническая характеристика скребковых транспортеров

Параметры	ТС-1	ТС-1
	поперечный	продольный
Производительность, т/час	Не менее 10	
Установленная мощность, кВт/час	2,2	
Скорость движения скребка, м/мин	Не более 5	
Длина транспортирования, м	По согласованию с заказчиком	
Размер навозного канала, мм:		
ширина	820	
глубина	1500	

Скребковые транспортеры предназначены для удаления навоза из поперечных и продольных каналов. Они укомплектованы приводной станцией с механизмом реверса и приводной звездочки, направляющими, поворотными и поддерживающими блоками, тележками (скребками), круглозвенной цепью 14x80 и пультом управления.

Комплект оборудования для механического удаления навоза с последующей его погрузкой в транспортное средство включает также штанговые транспортеры и скреперные установки (таблица 2.32) [49].

Автоматизированный штанговый транспортер предназначен для перемещения подстилочного или бесподстилочного навоза в открытых или перекрытых решетками каналах шириной до 500 мм со всей длины животноводческого помещения к месту выгрузки – в поперечный канал, размещенный в торце или середине помещения. Он относится к стационарному типу с возвратно-поступательным перемещением

силового контура, гидравлическим приводом, автоматическим включением в работу и реверсом силового контура.

Таблица 2.32 – Технические характеристики оборудования для механического способа удаления навоза из помещений

Наименование оборудования	Назначение оборудования	Технологические характеристики			
		Производительность, т/ч	мощность, кВт,	масса, кг	Наработка на отказ, час в год
КШТ-Ф-100	Во всех зонах для удаления навоза из помещений свиноводческих ферм	4,6	8,0	800	800
Транспортер навозоуборочный ТСН-160	Во всех зонах для удаления навоза из помещений свиноводческих ферм с одновременной погрузкой в транспортные средства	4,5	4	1415	55,1
Транспортер навозоуборочный с круглозвенным типом цепи ТСН-80	Во всех зонах для удаления навоза из помещений свиноводческих ферм с одновременной погрузкой в транспортные средства	4,8–5,1	4,5–5,2	1235–1550	200
Транспортер навозоуборочный ТСН-3, ОБ	Во всех зонах для удаления навоза из помещений свиноводческих ферм с одновременной погрузкой в транспортные средства	4,0–5,5	4 на горизонтальном и 1,5 на наклонном	1600-горизонтальный и 530-наклонный	213
Автоматизированная скреперная установка с гидравлическим приводом СГ-2	Во всех зонах для удаления навоза из-под щелевых полов свиноводческих ферм с одновременным обслуживанием одним гидроприводом до 4 каналов	3,5	1,5 для ширины канала 2,5 м; 3,0 для ширины канала 4,0 м;	500 (один контур: 2 канала по 75 м	Более 1800
Транспортер для погрузки твердой фракции навоза	Во всех зонах в цехах для разделения навоза на фракции	9,0	3	1100	2500

В зависимости от места размещения поперечного канала в продольных устанавливаются скребки, отклоняющиеся в разные стороны. Шаг расстановки скребков, длина рабочего хода силового контура выбираются в зависимости от условий

применения (половозрастной вид животных, тип и количество применяемой подстилки, дальность транспортирования и т.д.).

Тип силового контура – ленточно-цепной. Продольные ветви – стальная лента, в зоне обводных блоков – цепь. Тип привода – гидравлический, включающий: насосную, силовые гидроцилиндры, блок управления с элементами автоматизации. Один силовой гидроцилиндр обеспечивает работу контура на два продольных канала, от одной насосной может быть запитано до пяти гидроцилиндров. Установленная мощность привода гидронасоса – от 1,5 до 3,0 кВт в зависимости от типа и количества одновременно включаемых в работу силовых гидроцилиндров. Блок управления включает силовую схему насосной станции и микропроцессор, настраиваемый на любую программу и автоматический режим работы.

Достоинствами транспортера являются отсутствие дорогостоящих и быстроизнашивающихся узлов и деталей; простота обслуживания, высокая надежность и ремонтпригодность; минимально возможный путь транспортирования навоза; от одной насосной станции обслуживается по пяти приводов тяговых контуров; широкая возможность комплектации различными элементами с учетом конкретных условий применения.

Скреперная гидравлическая установка СГ-2 предназначена для перемещения навоза в каналах шириной до 4 м со всей длины животноводческого помещения к месту выгрузки – в торце или в середине помещения. Относится к стационарному типу, возвратно-поступательного действия, пошаговое перемещение тросо-цепного контура, с гидромеханическим реверсом силового контура и механическим реверсом скрепера на концах хода. В конструкции используются скрепер флажкового типа (поворотные скребки), механизм сцепления с лентой, автоматические реверс и конечная остановка.

В зависимости от места размещения поперечного канала в продольных может устанавливаться один или два скрепера. Тип тягового контура – тросо-цепной. Продольные ветви – стальная лента 50х5 мм, поперечные участки – тяговая цепь. Тип привода – гидравлический, включающий насосную и приводные станции (одна приводная станция – на два канала (скрепера); одна насосная станция обслуживает до пяти приводов (до десяти скреперов)). Скорость рабочего хода скрепера, м/с – 0,08...0,1. Продолжительность уборки навоза из одного контура (два канала стандартной длины 75 м) составляет 40...45 минут.

Блок управления включает силовую схему насосной станции и микропроцессор, настраиваемый на любую программу и автоматический режим работы установки.

Достоинствами установки являются замена дорогостоящих и быстроизнашивающихся цепей и тросов тягового контура на металлическую полосу и обслуживание одной гидростанцией нескольких (до пяти) приводов тяговых контуров.

При механическом способе удаления навоза из помещения его транспортировка к месту хранения осуществляется транспортными средствами (таблица 2.33) [40].

Таблица 2.33 – Технические характеристики средств транспортировки навоза при механическом способе его удаления из помещения.

Оборудование	Назначение оборудования	Технологические характеристики			
		Производительность, т/ч	мощность, кВт,	масса, кг	Наработка на отказ, час в год
Контейнер для перевозки навоза	Во всех зонах на фермах с механическими системами уборки навоза	15-20	-	1750	-
Самопогрузчик с комплектом сменных рабочих органов СУ-Ф-04	Во всех зонах на фермах и комплексах. Для чистки навозных проходов, площадок, погрузки и перегрузки навоза	12	-	550 (без трактора)	2000

Для перемещения жидкого навоза из помещения к навозохранилищу применяются установки типа УТН, ПУН, насосы НЦИ, НЦВ, НЖН и др. (таблица 2.34).

Гидросмывные системы навозоудаления, несмотря на ряд преимуществ перед остальными, требуют большого расхода воды и дополнительных затрат на рециркуляцию.

Практика эксплуатации самосплавных систем постоянного действия также имеет ряд существенных недостатков – это, прежде всего, заиливание навозных каналов и ванн остатками твердой фракции, что вынуждает проводить их периодическую чистку. При этом возникает необходимость подъема щелевых полов. При использовании шиберных заслонок в агрессивной среде часто наблюдается разгерметизация каналов.

Наиболее перспективной апробированной системой удаления навозных стоков является самотечная система периодического действия с использованием полностью или частично щелевых пластиковых или бетонных полов и транспортировки навозных стоков по полимерным трубам с «антиприлипающим» покрытием.

Эта система вписывается в технологические требования изолированного содержания каждой технологической группы, обеспечивает соблюдение принципа «все свободно – все занято», предусматривает минимальный расход воды, устраняет проблемы отложения твердой фракции навоза и обеспечивает снижение затрат по сравнению с другими системами удаления навозных стоков.

В нашей стране нормами технологического проектирования систем удаления, обработки, обеззараживания, хранения и утилизации навоза предусмотрены следующие требования.

Система удаления, обработки, хранения, обеззараживания и утилизации навоза должна обеспечивать использование продуктов его переработки в качестве органических удобрений, минимальный расход воды, выполнение ветеринарно-санитарных, санитарно-гигиенических требований и охрану окружающей среды.

Эти основные условия должны быть положены в основу эксплуатации системы навозоудаления на любом свиноводческом предприятии.

ИТС 41–2023

Таблица 2.34 – Технические характеристики оборудования для транспортирования жидкого навоза в навозохранилище

Наименование оборудования	Назначение оборудования	Технологические характеристики			
		производительность, т/ч	мощность, кВт,	масса, кг	Наработка на отказ, час в год
Установка для транспортирования навоза в навозохранилище УТН-Ф-20	Во всех зонах для транспортирования по трубам навоза влажностью не более 90% от помещения к навозохранилищу	20	22	1400	80
Установка для транспортирования навоза в навозохранилище ПУН-10	Во всех зонах для транспортирования по трубам подстилочного и бесподстилочного навоза от ферм к навозохранилищу на расстояние 500 м	10–20	15	2050	70
Насос центробежный с измельчителем НЦИ-Ф-100	Во всех зонах на комплексах промышленного типа с гидравлическими системами уборки навоза	100	11	400	3000
Насос для перекачки бесподстилочного навоза НЦВ-Ф-2	Во всех зонах на фермах с бесподстилочным содержанием животных	До 200	18–22	410	800
Насос для жидкого навоза НЖН-200А	Во всех зонах на фермах с бесподстилочным содержанием животных	200–300	22	1045	200
Насосы консольные горизонтальные одноступенчатые типа СМ (типоразмерный ряд)	Во всех зонах на фермах и комплексах с гидравлическими системами уборки навоза	50–125	5,5–22	200–400	800
Насосы центробежные (типоразмерный ряд)	Во всех зонах на фермах и комплексах с гидравлическими системами уборки навоза	10–200	1,5–30	35–400	750

Выбор системы навозоудаления должен предусматривать специализацию хозяйства, мощность, технологию, гидрогеологические условия, рельеф местности.

Навозоперерабатывающие участки следует располагать по отношению к животноводческому объекту и жилой застройке с подветренной стороны господствующих направлений ветров в теплое время года, а также ниже водозаборных сооружений и производственной территории (рисунок 2.47). Обязательным условием систем навозоудаления должна стать ее автономность.



Рисунок 2.47 – Лагуна для сбора навозных стоков

Системы навозоудаления свиноводческих предприятий должны разрабатываться на базе современных прогрессивных и эффективных технологий, технических решений технологического оборудования. Они должны обеспечить экономичность строительства и эксплуатации сооружений, подготовку и использование навоза, его фракций в качестве переработанного навоза или ППЖ в растениеводстве, выполнение зооветеринарных и санитарно-гигиенических требований эксплуатации животноводческих предприятий при минимальных расходах воды, гарантированную охрану окружающей природной среды от загрязнения навозом и продуктами его переработки, высокий уровень механизации и автоматизации производственных процессов удаления и подготовки навоза к использованию (Федеральный закон «О побочных продуктах животноводства и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 14 июля 2022 года № 248-ФЗ) [44].

Размеры земельных площадей, необходимых для внесения переработанного навоза и сточных вод в почву, зависят от мощности предприятия и объемов образования. Площадь сельскохозяйственных угодий должна быть достаточной для внесения переработанного навоза. Территория сооружений для подготовки навоза к использованию должна быть огорожена и освещена, а также благоустроена.

На них должны быть выполнены планировка, технологические проезды с твердым покрытием, обеспечены уклоны и устройства для отвода поверхностных стоков.

ИТС 41–2023

Территория должна быть защищена лесозащитной полосой шириной не менее 10 м. Незагрязненные производственные стоки могут быть использованы в системах оборотного технического водоснабжения на предприятиях после подготовки, обеспечивающей отсутствие инфекционных и паразитарных болезней и дезодорацию, при соответствующем технико-экономическом обосновании и согласовании с органами государственного ветеринарного, санитарного и экологического контроля. Расчетное среднесуточное количество и влажность экскрементов от одного животного разных половозрастных групп при кормлении свиней полнорационными концентрированными кормами на свиноводческих предприятиях приведены в таблице 2.35.

Таблица 2.35 – Расчетное среднесуточное количество и влажность экскрементов на одно животное

Половозрастные группы животных	Показатели	Состав экскрементов		
		экскременты	в том числе	
			кал	моча
Хряки	Масса, кг	11,1	3,86	7,24
	Влажность, %	89,4	75,0	97,0
Свиноматки				
- холостые	Масса, кг	8,8	2,46	6,34
	Влажность, %	90,0	73,1	97,5
- супоросные	Масса, кг	10,0	2,6	7,4
	Влажность, %	91,0	73,1	98,3
- подсосные	Масса, кг	15,3	4,3	11,0
	Влажность, %	90,1	73,1	96,8
Поросята (возраст, дней)				
26–42	Масса, кг	0,4	0,1	0,3
	Влажность, %	90,0	70,0	96,7
43–60	Масса, кг	0,7	0,3	0,4
	Влажность, %	86,0	71,0	96,0
61–106	Масса, кг	1,8	0,7	1,1
	Влажность, %	86,1	71,4	96,3
Свиньи на откорме (масса, кг)				
до 70	Масса, кг	5,0	2,05	2,95
	Влажность, %	87,0	73,0	96,7
более 70	Масса, кг	6,5	2,7	3,8
	Влажность, %	87,5	74,7	96,9

Общая зольность экскрементов составляет 15%, плотность сухого вещества экскрементов – 1400 кг/м³, содержание мочи составляет 65% от общей массы экскрементов, содержание сухого вещества в моче – 17% от общей массы сухого вещества в экскрементах.

Системы навозоудаления из свиноводческих помещений должны предусматривать минимальное количество трудозатрат, дальнейшую его переработку, обеззараживание, гарантированную охрану окружающей среды. Сооружения систем навозоудаления необходимо располагать с подветренной стороны и ниже по рельефу основных построек.

При проектировании самотечной системы периодического действия с использованием полностью или частично щелевых пластиковых полов и транспортировки навозных стоков по полимерным трубам с «антиприлипающим» покрытием необходимо учитывать соотношение длины и ширины навозных ванн, проводить тщательную планировку дна ванны без уклонов, располагать по центру ванны сливное отверстие, рассчитывать емкость ванны на двухнедельное заполнение.

При реконструкции свиноферм необходимо применять самотечную систему навозоудаления. Продольные каналы необходимо проектировать с уклоном не менее 0,005. Объем каналов должен быть рассчитан на накопление навозных масс не более 30 дней. Ширина навозных каналов – не менее 1 м. Длина поперечных каналов (ванн) – 6–8 м. Длина навозных каналов при самотечной системе навозоудаления – не более 40 м. Минимальная глубина продольного канала при длине 40 м – 1,3 м. Продольные каналы желательно располагать в технологическом проходе (галерее).

При дезинфекции и мойке помещений необходимо использовать высоконапорные моечные машины, которые уменьшают потребность в воде (давление – до 14 МПа, при дезинфекции – 1,6 МПа). Для сокращения количества воды можно использовать вариант рециркуляции неинфицированной фракции. Навозоприемник необходимо располагать за пределами производственной зоны. Приемный резервуар навозоприемника должен быть оборудован решетками с зазорами не более 50 мм и устройствами для смешивания навозных масс для предотвращения выпадения осадка.

Удаление навоза и его транспортировка за пределы животноводческих помещений производятся механическими транспортерами, гидравлическими системами непрерывного и периодического действия, а также прямым смывом водой. В настоящее время наиболее прогрессивной считается система навозоудаления самосплавом. Навозные массы накапливаются в бетонных или пластиковых ваннах. Системы навозоудаления оказывают серьезное влияние на микроклимат в свиноматнике и эффективность производства предприятия. Навозоудаление по принципу гидросмыва или механического удаления навоза через узкие каналы в странах с развитым свиноводством не применяется в силу своей неэкономичности и неэффективности. Поголовье содержится в основном на щелевом полу над навозонакопительными ваннами, которые освобождаются не реже одного раза в 14 дней. Самотечную систему непрерывного действия можно применять при использовании сыпучих сухих кормов, без использования силоса и зеленой массы. Самотечная система периодического действия может применяться во всех помещениях при бесподстильном содержании животных.

Гидросмывная система может применяться при любом типе кормления, однако она так же, как и механические системы удаления навоза, является устаревшим решением.

Применяемая большинством российских компаний система навозоудаления включает в себя ванны для накопления, трубы для сплава навоза и закрывающие клапаны, а также комплекс насосных устройств, необходимых для закачки навоза в навозохранилище. Навоз удаляется без гидросмыва. Через щелевой пол он протаптывается животными в ванну,

ИТС 41–2023

откуда самотеком попадает в навозоприемник. Система проста в установке и может быть применена в зданиях любой конфигурации.

Под каждым рядом станков или загонов располагаются накопительные ванны (рисунок 2.48).



Рисунок 2.48 – Ванна со сливной пробкой

Сверху ванны перекрываются решетками. В каждой ванне находится тройник с пробкой. Тройники связаны между собой трубами из поливинилхлорида, образуя систему самосплавной транспортировки и удаления навоза из здания (рисунок 2.49).

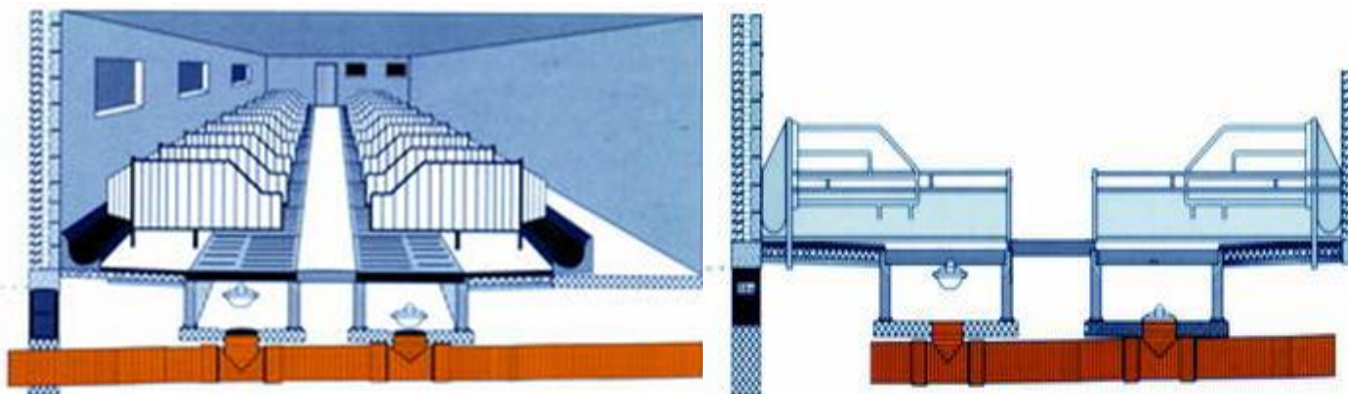


Рисунок 2.49 – Устройство навозных ванн

Перед началом эксплуатации новой ванны необходимо заполнить ее водой на 10 см. Затем она заполняется навозом. В процессе брожения выделения животных превращаются в киселеобразную массу. На 15-й день после начала использования ванн необходимо провести их очистку. При помощи специального крюка выдергивается пробка из тройника, в образовавшуюся пустоту в ламинарном потоке равномерно стекает накопившаяся масса; далее, поступая в трубу, уложенную под уклоном (5 мм на 1 м трубы), навозная масса транспортируется к центральному коллектору.

Навоз, который накапливается в ваннах, поступает из свинарника в навозохранилище, т.к. необходим период до его внесения на поля. Утилизация навоза происходит в емкостях, в которые поступает навоз после его гомогенизации с использованием стационарных или мобильных миксеров (рисунок 2.50).

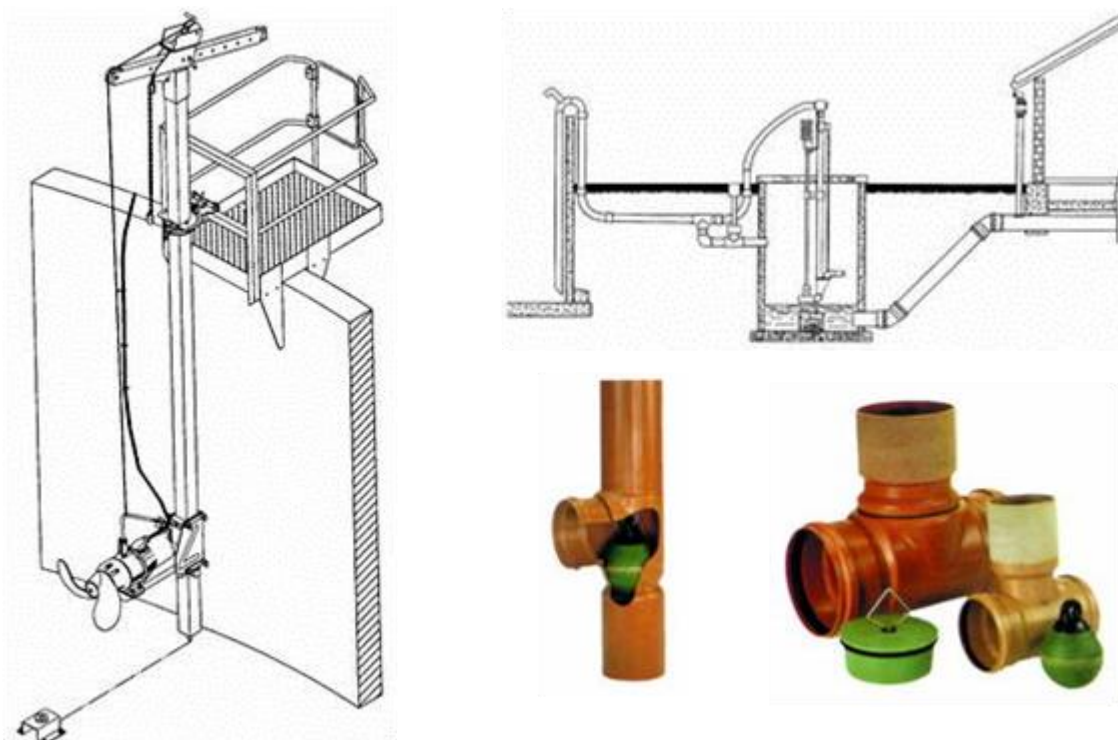


Рисунок 2.50 – Стационарный миксер, пластиковая трубка и тройник с пробкой

Самотечная система не требует дополнительного разбавления исходного навоза водой, но надежная работа системы обеспечивается лишь:

- при бесперебойном кормлении животных только сбалансированными комбикормами тонкого помола,
- при отсутствии всякого разбавления исходного навоза водой из неисправных поилок, дренажной водой после мойки оборудования,
- при отсутствии попадания в исходный навоз посторонних включений и предметов,
- при правильном времени пуска системы: при приобретении навозом реологических свойств, но до выпадения осадка.

При гидравлических способах удаления навоза следует предусматривать вентиляцию каналов. Механические способы удаления и транспортирования навоза следует проектировать на предприятиях, которые используют подстилку и корма собственного производства с большим удельным весом сочных кормов, а также пищевые отходы.

Ширина и глубина продольных каналов при механических способах удаления навоза должны соответствовать размерам применяемых механических средств. При устройстве каналов трапецевидного сечения уклон боковых стенок должен быть не менее 60° . Объем продольного канала должен приниматься из расчета сбора двухсуточного количества навоза. Канал должен быть перекрыт решеткой.

Самотечную систему навозоудаления непрерывного действия следует применять в свинарниках при кормлении животных текучими и сухими кормами без использования комбисилоса и зеленой массы. Надежная работа системы обеспечивается при влажности полужидкого навоза 88-92% и исключении попадания кормов в каналы. Продольные каналы следует проектировать с уклоном не менее 0,005. Объем продольных каналов должен обеспечивать накопление навоза в течение не более 30 дней.

В конце продольных каналов, где осуществляется выпуск навоза в поперечные каналы и лотки, у шиберов, ширина которых превышает 1,0 м, допускается сужение продольных каналов. На свиноводческих предприятиях при кормлении животных концентрированными комбикормами допускается применение самотечной системы навозоудаления периодического действия секционного типа с установкой по длине каналов поперечных перегородок.

Гидросмывную систему удаления и транспортирования навоза допускается применять в исключительных случаях, только при реконструкции и расширении крупных свиноводческих предприятий (54 тыс. и более свиней в год) при невозможности применения других способов и технических средств для удаления навоза, а также с учетом утилизации всех его компонентов.

При устройстве вентиляционных воздухозаборов в навозных каналах глубина этих каналов между низом решетчатого пола и максимальным уровнем поверхности навоза в начальной части каналов (за исключением гидросмывной системы) должна увеличиваться для системы периодического действия на 350 мм, для системы непрерывного действия – на 250 мм. Поперечные каналы, к которым примыкают продольные, рекомендуется прокладывать под коридорами, разделяющими секции содержания животных. За пределами животноводческих помещений поперечные каналы (коллекторы) должны выполняться из труб диаметром не менее 500 мм. Переход канала в трубу должен осуществляться плавно с перепадом 0,1 м. В каналах следует устанавливать вытяжные стояки диаметром 150 мм через 50 м. Перепад в местах примыкания продольных каналов к поперечным должен составлять не менее 300 мм. Уклон поперечных каналов в пределах здания при самотечной системе периодического действия в зависимости от размеров каналов, влажности навоза, рельефа и гидрогеологических условий следует принимать 0,01–0,30. При самотечной системе непрерывного действия в пределах зданий до приемных емкостей допускается применение поперечных каналов с порошком без уклона; их глубина в этом случае должна обеспечивать возможность создания гидравлического уклона поверхности навоза 0,02 без образования подпора навозу, вытекающему из продольных каналов.

В помещениях в местах примыкания продольных каналов к поперечным следует предусматривать смотровые люки, а по трассе коллекторов вне здания смотровые колодцы, которые должны быть расположены на расстоянии не более 50 м друг от друга. Диаметр колодцев должен быть не менее одного м. В колодцах с присоединением или поворотом отводящие трубы должны укладываться на 0,1 м глубже, чем подводящие, с плавным переходом лотка, без уступов. Повороты лотков должны выполняться радиусом не менее 1,5–2,0 диаметра трубы. В конце продольных каналов следует предусматривать установку шторок для исключения сквозняков и проникновения вредных газов из магистральных каналов животноводческих помещений, а при гидросмывной системе – устройство гидрозатворов. Их установка должна решаться совместно с системой вентиляции.

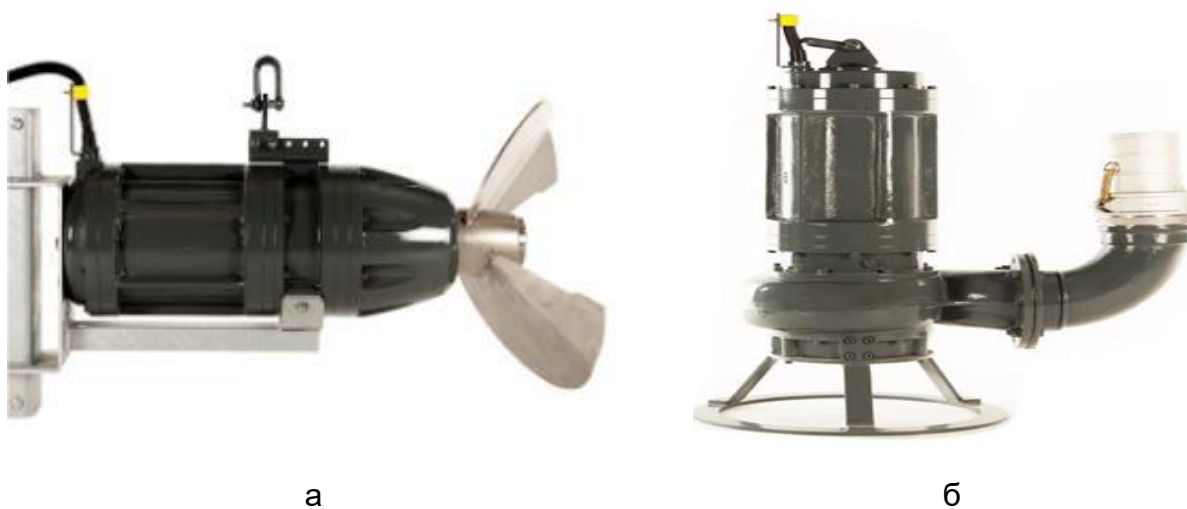
При подпольном хранении навоза количество удаляемого воздуха из подпольных навозохранилищ должно быть не менее 50% минимального расчетного воздухообмена. Транспортирование навоза от животноводческих помещений до сооружений сбора, карантинирования и подготовки его к использованию должно осуществляться в зависимости

от принятого способа удаления навоза. Мобильный транспорт следует использовать для транспортирования подстилочного, полужидкого и жидкого навоза (рисунок 2.51).



Рисунок 2.51 – Цистерна для перевозки навозных стоков

Гидравлический транспорт следует применять для транспортирования жидкого навоза, навозных стоков, жидкой фракции и других продуктов очистки и переработки навозных стоков. На предприятиях с гидравлическими способами удаления навоза навозоприемники (приемные резервуары) должны быть оборудованы стационарными мешалками-гомогенизаторами и насосами для перемешивания навоза и перекачки его на сооружения обработки и подготовки к использованию (рисунок 5.52).



а

б

Рисунок 2.52 – Оборудование для перемешивания и перекачки навоза на сооружения обработки: а – стационарная мешалка; б – погружной насос

Для перекачки жидкого навоза, навозных стоков и жидкой фракции следует использовать погружные и фекальные насосы. Для перекачки жидкого навоза следует предусматривать насосы с измельчающими устройствами. Горизонтальные насосы следует устанавливать под заливом. Для перекачки жидкой фракции навоза в зависимости от периода года и продолжительности эксплуатации допускается использование сборно-разборных и стационарных трубопроводов. Для трубопроводов, работающих при давлении до 1,0 МПа (10 атм), следует принимать асбестоцементные, чугунные, железобетонные и пластмассовые трубы. Допускается прокладка стальных трубопроводов.

С целью исключения образования осадка внутри напорных труб следует предусматривать незаиляющие скорости движения жидкости.

Транспортирование бесподстилочного помета механическим транспортом следует осуществлять по утепленным галереям, расположенным ниже нулевой отметки и выполненным с гидроизоляцией, исключающей инфильтрацию пометной жижи в грунт. Галереи должны быть изолированы от влияния внешней среды (атмосферных осадков, перепада температур и т.д.) и иметь ревизионные колодцы через каждые 10 м.

При применении цепно-дисковых транспортеров следует использовать трубопроводы с теплоизоляцией и прокладывать их выше нулевой отметки с окнами для ревизии через каждые 10 м.

Карантирование свиного навоза

Срок карантирования с целью выявления инфицированности навоза возбудителями инфекционных и инвазионных болезней следует принимать не менее шести суток.

В течение указанного периода в карантинную емкость нельзя добавлять и выгружать из нее навоз. Карантинные емкости должны быть изолированы друг от друга для исключения возможности попадания навоза в соседние емкости в период наполнения или освобождения одной из них.

Продолжительность периода эпизоотии на животноводческих фермах и комплексах следует принимать не менее 45 суток с начала ее возникновения.

Для карантирования бесподстилочного навоза и его жидкой фракции используются емкости секционного типа. Карантирование навоза допускается в секционных прифермских навозохранилищах и прудах накопителях.

Технология переработки свиного навоза методом выдерживания

В соответствии с СанПин 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней» п. 3385, в целях предупреждения обсеменения почвы возбудителями паразитарных болезней осуществляют: внесение в почву только гарантированно обезвреженных от возбудителей паразитозов переработанного навоза на основе осадков сточных вод, навоза и помета животных, в том числе при использовании внутрипочвенных методов внесения; применение осадка сточных вод, навоза и помета животных для удобрения сельскохозяйственных угодий и теплиц без обработки, обеспечивающей обеззараживание, не допускается.

В этой связи существуют технологии переработки свиного навоза в органическое удобрение методом выдерживания с предварительной обработкой различными

реагентами, в том числе реагентами на основе соединений кальция (CaO , $\text{Ca}(\text{OH})_2$), гарантирующих полную дезинфекцию за счет высокого уровня pH (щелочная среда), также возможно использование реагентов на основе активного кислорода и хлора с высокой окислительной способностью или других реагентов, эффективность которых подтверждена исследованиями в аккредитованных лабораториях.

Технология предусматривает установку на предприятии линии по переработке стока в органическое удобрение методом смешивания с известьсодержащими реагентами (дозировочное устройство, хранение реагента, узел по смешиванию). Процесс необработанных жидких навозных стоков осуществляется в накопительный бункер, оснащенный перемешивающим (лопастная мешалка, насос мешалка и т.п.) и перекачивающим устройствами (иловый насос и т.п.) для их дальнейшей подачи в узел сепарации, где происходит их разделение на твердую и жидкую фракции, которые в дальнейшем могут быть использованы:

а) твёрдая фракция:

1) органоминеральное удобрение;

б) жидкое органоминеральное удобрение:

1) орошение полей;

2) восстановление и увеличение плодородия;

3) раскисление земель.

В технологии учитываются все основные факторы, позволяющие выполнить требования нормативных актов Российской Федерации по вопросам воздействия на водные объекты, атмосферный воздух и почву (экологические показатели). Также учитываются экономические показатели при расчёте капитальных и эксплуатационных затрат, а также производительность технологического оборудования по количеству перерабатываемого жидкого навоза.

Принципиальная схема обработки стока приведена на рисунке 2.53.

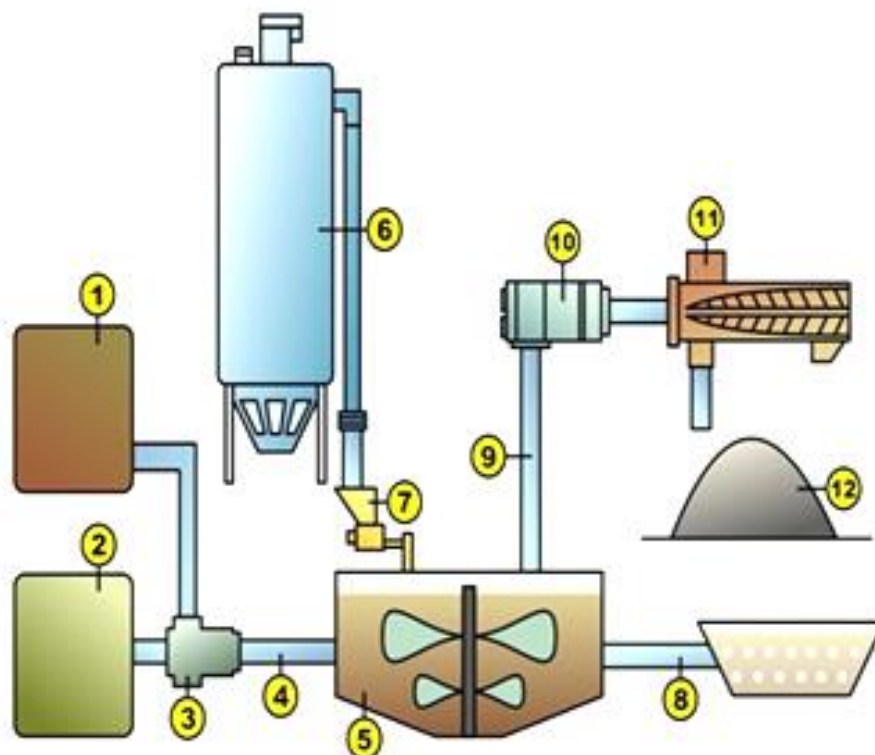


Рисунок 2.53 – Схема линии по переработке стока в органическое удобрение методом смешивания с известьюсодержащими реагентами:

- 1 – резервуары для сбора навоза в местах расположения животных после гидросмыва;
 2 – резервуары для сбора помёта в местах расположения птицы после гидросмыва;
 3 – иловый насос; 4 – транспортировка жидкого навоза, помёта в промежуточную приёмную камеру;
 5 – промежуточная приёмная камера (предварительное обеззараживание), оснащённая перемешивающим устройством; 6 – силос хранения реагента; 7 – дозирующее устройство: – выпуск жидкого, обеззараженного навоза, помёта в лагуны для последующей стабилизации, после чего можно использовать в качестве органоминерального удобрения на землях сельхозназначения; – подача навоза, помёта на обезвоживание (сепарация); – насос подачи жидкого, обеззараженного навоза, помёта на обезвоживание (сепарация); – устройство для механического обезвоживания (сепаратор); 12 – обеззараженное органоминеральное удобрение (или подстилка)

Метод дезинфекции химическими средствами с применением гомогенизации описывается в ряде источников. Метод основан на внесении в жидкий навоз (без его предварительного разделения на жидкую и твердую фракции) химических средств и усилении действия их гомогенизацией с помощью особого устройства лопастного типа. В процессе гомогенизации происходят измельчение и растворение частиц навозной массы, в результате чего возбудители заболеваний частично освобождаются от защищающих их органических веществ, увеличивается площадь соприкосновения химических дезинфицирующих средств с поверхностью возбудителя. Наиболее приемлемыми дезинфицирующими средствами для обеззараживания жидкого навоза без его предварительного фракционирования являются формальдегид, тиазон, негашеная известь и др.

Переработка может осуществляться только на специализированных площадках (навозохранилищах), которые должны иметь монолитные бетонные, герметично

сваренные пленочные покрытия либо иметь в основании глиняную подушку толщиной не менее 20 сантиметров. Хранилища делают заглубленными или наземными траншейного типа; они должны иметь ограждения, подъезды и площадки для установки оборудования для забора жидкого навоза. Днища и откосы навозохранилищ должны иметь гидроизоляционное покрытие.

Существуют различные типы хранилищ: круглые сборные бетонные хранилища; цилиндрические хранилища с металлическим каркасом и специальной пленкой; лагуны с пленочным покрытием только дна и стенок или дна, стенок и поверхности навоза для уменьшения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу; металлические круглые хранилища (из эмалированных стальных листов). Применяемые типы хранилищ представлены на рисунках 2.54–2.58.



а



б

Рисунок 2.54 – Лагуны открытого и закрытого типа для хранения навоза:
а – лагуна с пленочным покрытием только дна (открытого типа);
б – лагуна с пленочным покрытием дна и поверхности навоза (закрытого типа)

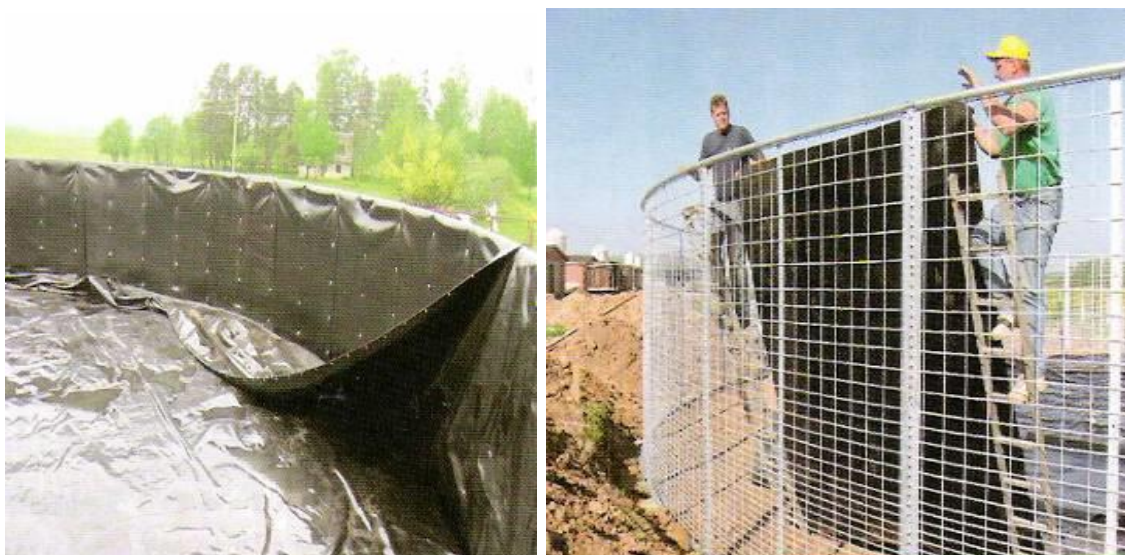


Рисунок 2.55 – Цилиндрические хранилища с металлическим каркасом и специальной пленкой



Рисунок 2.56 – Круглое сборное бетонное хранилище



Рисунок 2.57 – Металлическое круглое хранилище (эмалированные стальные листы)



Рисунок 2.58 – Гибкий резервуар для хранения жидкого навоза

Согласно технологии, жидкий свиной навоз из помещений содержания животных транспортируется в навозохранилище, в котором происходит переработка методом выдерживания.

Срок выдерживания навоза следует определять расчетом в зависимости:

- от продолжительности периодов осенне-весеннего бездорожья;
- наличия свободных площадей сельскохозяйственных угодий для внесения;
- эпизоотического состояния хозяйства;
- природно-климатических и организационно-хозяйственных условий.

Достаточность выдерживания определяется на основании результатов лабораторных исследований ППЖ на соответствие требованиям нормативных документов.

В случае заражения навоза гельминтами биологическая дегельминтизация жидкой фракции свиного навоза осуществляется дополнительным выдерживанием в навозохранилищах до достижения информативных значений. Полученное жидкое органическое удобрение вносится на поля. Технология переработки навоза методом длительного выдерживания с последующим внесением полученного органического удобрения в почву состоит из подпроцессов, представленных на рисунке 2.59.

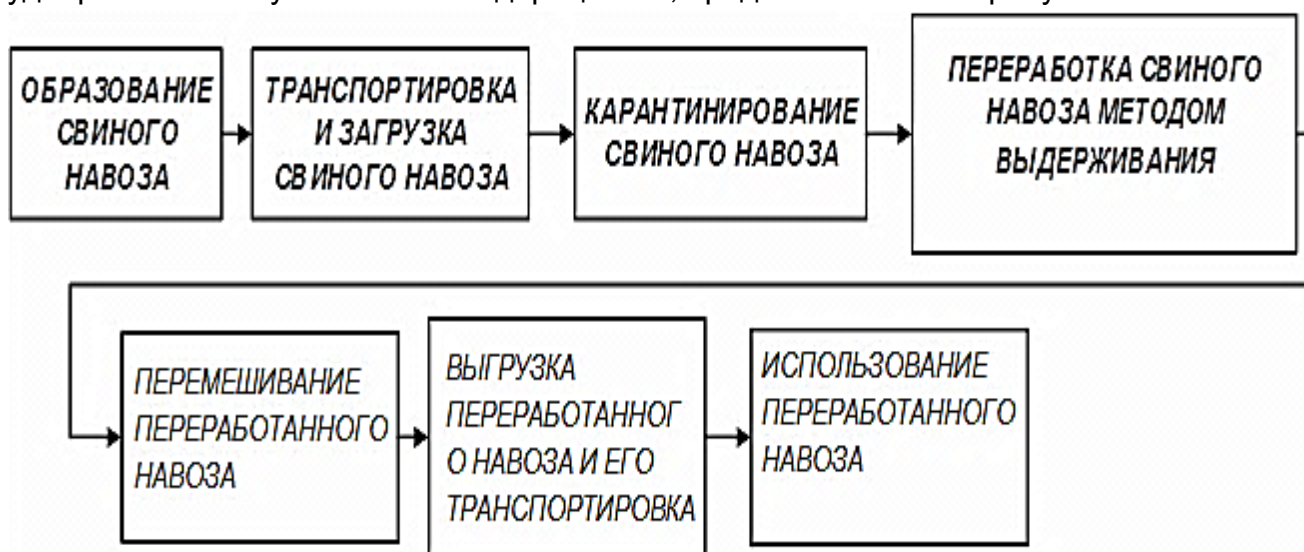


Рисунок 2.59 – Блок-схема технологии переработки свиного навоза методом выдерживания

ИТС 41–2023

Транспортировка свиного навоза от помещений содержания животных к навозохранилищу осуществляется мобильным или гидравлическим транспортом.

Гидравлический транспорт для транспортировки свиного навоза применяется при возможности проведения трубопровода непосредственно к навозохранилищу или к месту сепарации. В остальных случаях применяется мобильный транспорт.

В качестве мобильного транспорта могут выступать, например, трактора с герметичными бочками или герметичными прицепами для транспортировки полужидкого навоза.

Для транспортировки свиного навоза по трубопроводу используют погружные и горизонтальные насосы с механизмами измельчения навоза и его гомогенизации. Также применяют мобильные насосные станции, работающие от ДВС или ВОМ трактора.

До начала выгрузки и на протяжении всего периода производства работ по опорожнению навозохранилищ должно производиться перемешивание удобрения. Устройства для перемешивания навоза могут быть стационарными или передвижными (рисунок 2.60).



Рисунок 2.60 – Перемешивающее оборудование для навозохранилищ:
а – стационарный миксер на цилиндрическом навозохранилище; б – передвижная (лагунная) помпа; в – передвижной (лагунный) миксер; г – миксер-аэратор

На цилиндрических навозохранилищах применяются стационарные перемешивающие устройства. Для перемешивания навоза в лагунах следует применять

передвижное оборудование, обеспечивающее качественную гомогенизацию жидкой среды. Таким оборудованием могут служить:

- прицепные и навесные лагунные помпы и миксеры;
- миксеры-аэраторы с электродвигателем на понтоне, перемещаемые на тросах;
- струйное перемешивающее устройство на самоходном вездеходе на понтоне с дизельным двигателем и дистанционным управлением.

Передвижное оборудование позволяет охватить весь объем навозохранилищ при правильном выборе типов и необходимого количества технических средств, технологии перестановки с учетом конкретных условий объекта [43].

Миксеры-аэраторы по сравнению с другими перемешивающими устройствами имеют преимущества с экологической точки зрения, так как аэрация навоза способствует дезодорации навоза.

Условия применимости технологии переработки свиного навоза методом выдерживания:

- влажность навоза – от 90% и более, для железобетонных хранилищ траншейного типа – любая;
- хранилищах неразделенного свиного навоза необходимо применение стационарных или мобильных средств перемешивания;
- конструкция площадок навозохранилищ должна обеспечивать возможность установки перемешивающего оборудования.

Органическое удобрение на основе навоза свиней должно соответствовать ГОСТ Р 53117-2008, а побочные продукты животноводства соответствовать постановлению Правительства Российской Федерации от 31 октября 2022 года № 1940 «Об утверждении требований к обращению побочных продуктов животноводства». В таблице 2.36 приведены основные преимущества и недостатки технологии переработки свиного навоза в органическое удобрение методом выдерживания.

Т а б л и ц а 2.36 – Преимущества и недостатки технологии выдерживания

Преимущества	Недостатки
<p>Широкий диапазон влажности навоза 85-97 %.</p> <p>Технология содержит всего 5 подпроцессов.</p> <p>Отсутствие постоянного контроля квалифицированным персоналом за процессом переработки.</p> <p>Простота конструкции навозохранилища</p>	<p>Большие объемы навозохранилищ (свинокомплекс на 56000 голов – не менее 105000 м³).</p> <p>Большие сроки переработки (6–12 месяцев).</p> <p>Большие капитальные затраты на строительство навозохранилищ. Средняя стоимость 1 кубического метра железобетонного и металлического хранилища составляет порядка 5000 рублей; средняя стоимость 1 кубического метра пленочной лагуны составляет порядка 2600 рублей</p>

Технология переработки свиного навоза в органическое удобрение с разделением на твердую и жидкую фракции

Технология переработки свиного навоза в органическое удобрение с внесением обеззараживающих реагентов, в том числе реагентов на основе соединений кальция (CaO , $\text{Ca}(\text{OH})_2$) и последующим разделением на твердую и жидкую фракции [51]

Данную технологию переработки и использования навоза целесообразно применять в хозяйствах с большим выходом полужидкого и жидкого навоза (более 25 тыс. тонн в год) влажностью более 92%. Жидкий навоз с целью снижения капитальных и эксплуатационных затрат на его переработку разделяют на жидкую и твердую фракции. Твердую фракцию перерабатывают в органическое удобрение методом пассивного или активного компостирования, жидкую фракцию перерабатывают в органическое удобрение методом длительного выдерживания.

Технология переработки свиного навоза в органическое удобрение с разделением на твердую и жидкую фракции состоит из подпроцессов, представленных на рисунке 2.61.

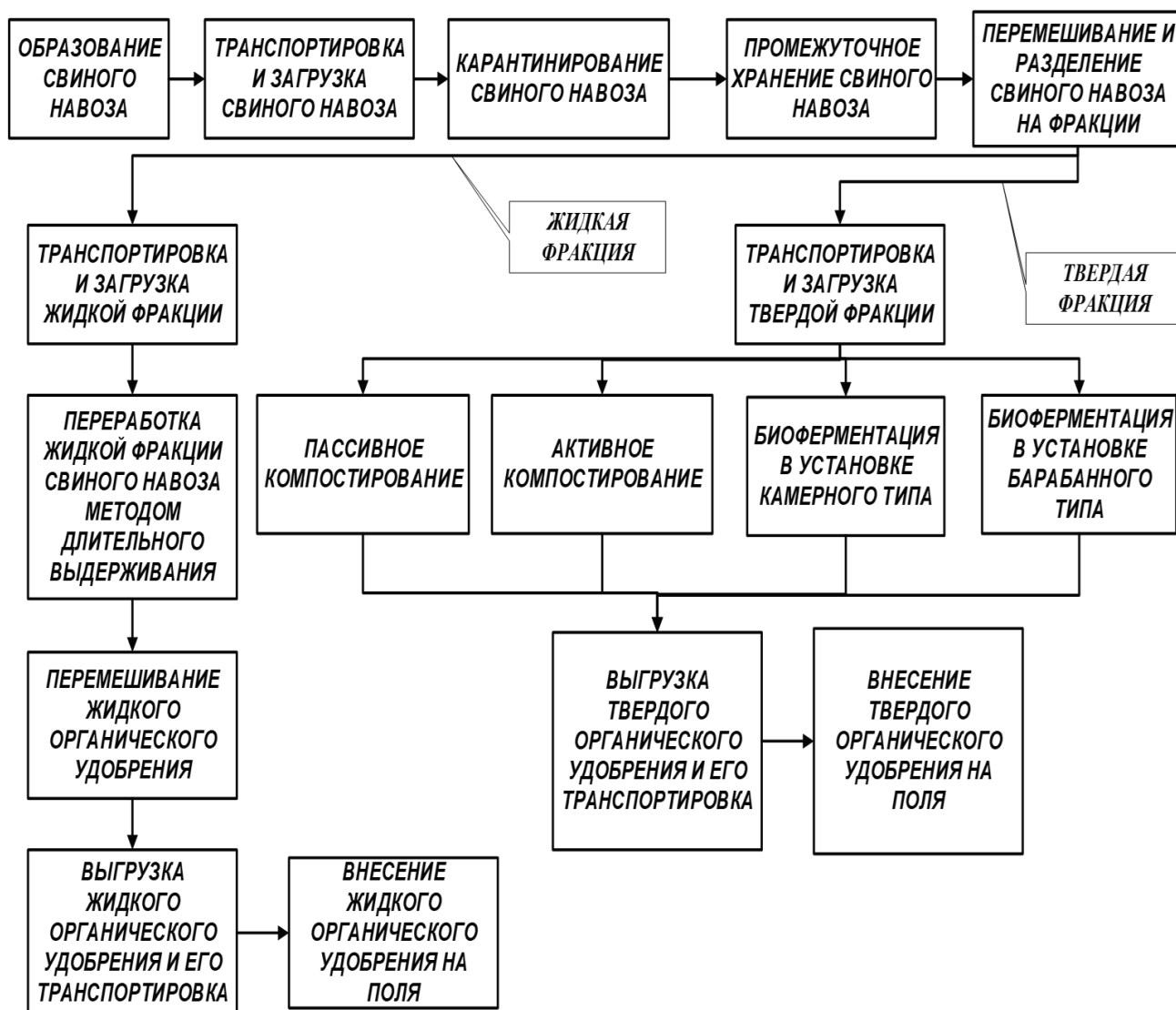
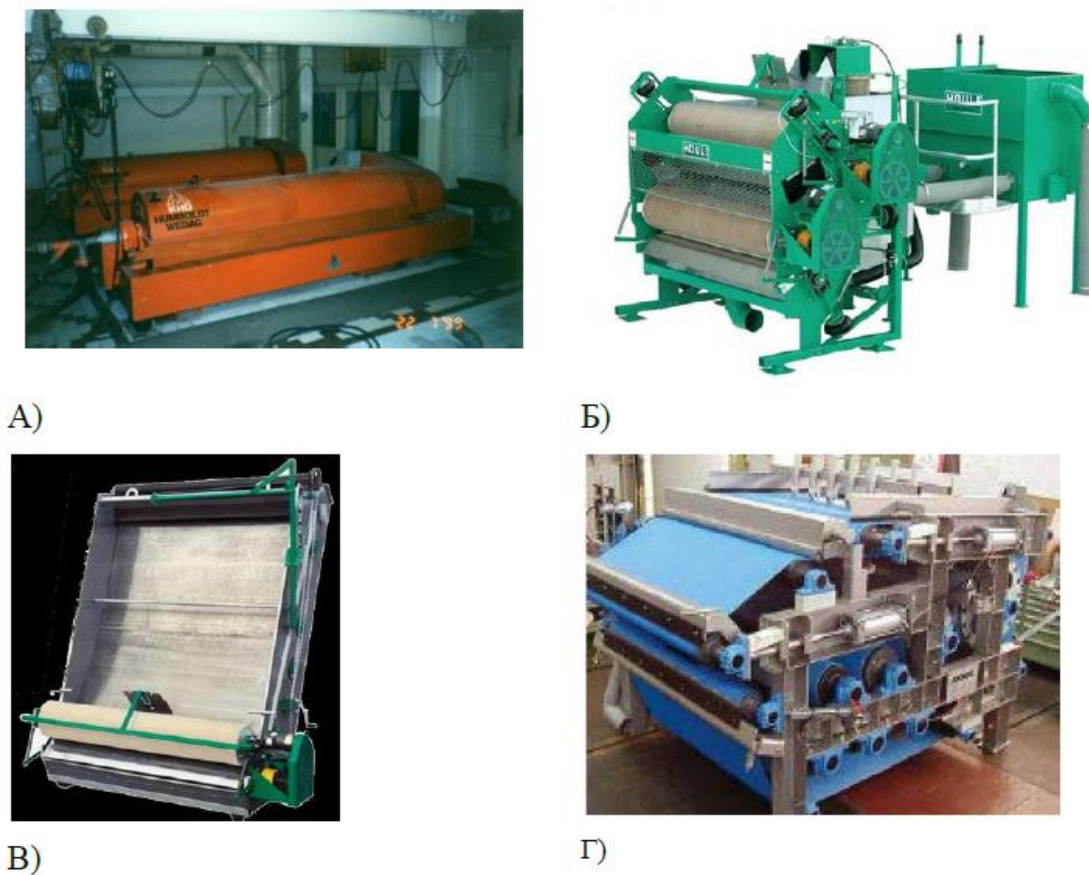


Рисунок 2.61 – Блок-схема технологии переработки свиного навоза в органическое удобрение с разделением на твердую и жидкую фракции

Одним из основных узлов технологии является станция сепарации, представляющая собой приемную емкость и сепаратор. В настоящее время для разделения навоза на фракции применяют шнековые, барабанные, решетчатые сепараторы и ленточные прессфильтры, представленные на рисунке 2.62.



В)

Г)

Рисунок 2.62 – Общий вид сепараторов:

А – шнековый; Б – барабанный; В – решетчатый; Г – ленточный

Схема разделения свиного навоза на фракции представлена на рисунке 2.63.



Рисунок 2.63 – Схема разделения свиного навоза на фракции

Шнековые и барабанные сепараторы рекомендовано применять при влажности навоза 90–95%, решетчатые и ленточные – при влажности свыше 95%.

При проектировании принято принимать эффективность выделения сухого вещества в твердую фракцию для шнековых и барабанных сепараторов 75%, для решетчатых и ленточных – 60%.

Для разделения свиного навоза на фракции применяют виброгрохоты, дуговые сита, центрифуги.

Так, виброгрохот, используемый в горнорудной промышленности, применяется для разделения свиного навоза, для чего шпальтовые сита заменяются на металлическую фильтрующую сетку, опирающуюся на дренажную сетку, и укрепляют короб дополнительными швеллерами (720 кг). Короб грохота совершает колебания при вращении эксцентрикового вала через клиноременную передачу от электродвигателя, установленного на раме. Опорами для короба служат четыре рессорных пружины, опирающиеся на стойки. Амплитуда колебаний – 2,5 мм, частота вибрации в секунду – 18,5, угол наклона фильтрующей поверхности – до 6°, электродвигатель – мощностью 10 кВт. Габаритные размеры грохота – 5500x3100x3900 мм, масса – 4500 кг. Производительность виброгрохота – до 160 м³/ч. Эффект выделения взвешенных веществ – 50%. Влажность твердой фракции – 85%. Срок службы фильтрующей сетки – до 1400 ч.

Для разделения свиного навоза используется дуговое сито СД-Ф-50, его габариты – 2240x1737x1930 мм, масса – 75 кг.

Жидкий навоз фильтруется через сито шириной 1400 мм, изготовленное из проволоки трапецеидального сечения с зазором 0,6–0,8 мм. Отделившаяся твердая фракция сбрасывается щеткой, установленной на мотовиле. Мощность электродвигателя привода – 0,37 кВт. Эффективность сита зависит от концентрации и расхода подаваемого навоза. При исходной влажности навоза 98,8% и подаче 50 м³/ч сито задерживает 24,3% сухого вещества; при влажности 97,8% – 25,8%. При подаче 35 м³/ч осадка влажностью 93–94 %, получаемого с отстойников, работающих без предварительного разделения, удерживается до 57% взвешенных веществ.

Влажность задерживаемой фракции – 85–86%. Дальнейшее обезвоживание осадка до 78–80% следует производить в бункере-дозаторе. Сито промывается водой из шланга при окончании смены. Смазка машины производится в соответствии со схемой смазки, выдаваемой заводом.

Центрифуга ОГШ 502К-4 горизонтальная, непрерывного действия, со шнековой выгрузкой осадка используется для разделения осадка жидкого свиного навоза с влажностью до 92%, не содержащего абразивных примесей, путем отстойного центрифугирования.

При влажности навоза 93–96% производительность центрифуги составляет 10–15 м³/ч. Мощность электродвигателя – 32 кВт, частота вращения – 1470 мин⁻¹, маслонасос – соответственно 0,27 кВт, 1380 мин⁻¹. Габаритные размеры центрифуги – 2585x2200x1080 мм. Наибольшая частота вращения ротора – 2650 мин⁻¹. Масса центрифуги с электродвигателем и виброизоляцией – 3400 кг.

Степень выделения твердых частиц и обезвоживания осадка регулируется путем изменения скорости вращения ротора и регулирования слива фугата.

Центрифуга имеет в роторе три порога слива фугата. Величина порогов регулируется поворотом специального диска на цапфе ротора, имеющем три ряда щелей на разном уровне.

Можно использовать установку для обезвоживания навоза, которая предназначена для разделения на фракции навоза и стоков путем фильтрации за счет центробежных сил жидкой фракции через перфорированную поверхность ротора. Твердая фракция специальным устройством снимается с перфорированной поверхности ротора и шнеком через камеру дополнительного отжима выводится из установки на выгрузной транспортер.

Установка рекомендуется к применению в цехах подготовки навоза к использованию в системах орошения, в системах биологической очистки, в линиях производства комплексных органоминеральных удобрений с заданными физико-химическими характеристиками, в цехах производства компостов, в том числе и путем интенсивной аэробной ферментации. В цехах механического разделения навоза на фракции одновременно может работать неограниченное количество установок. Требуемое количество их определяется необходимой сменной производительностью цеха.

Разделение жидкого навоза и навозных стоков на фракции следует проводить с использованием сепарирующих устройств (таблица 2.37, рисунок 2.64).

Таблица 2.37 —Техническая характеристика установки

Производительность, т/ч	До 150
Эффективность разделения навоза на фракции по сухому веществу, %	Не менее 50
Влажность твердой фракции, %	Не более 82
Установленная мощность электродвигателя, кВт	30
Масса, кг	1700

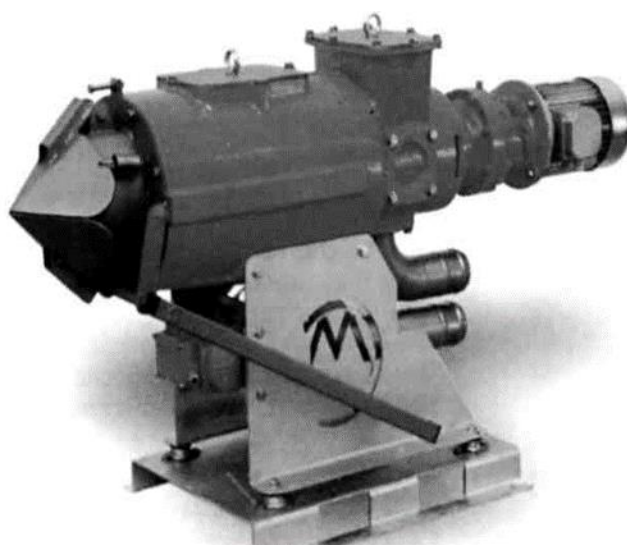


Рисунок 2.64 – Шнековый сепаратор для отделения твердой фракции навозных масс.
Производительность – 10–60 м³/ч

Влажность твердой фракции свиного жидкого навоза после гравитационного обезвоживания в бункерах-дозаторах следует принимать 75 %, на винтовых прессах типа ВПО-20 – до 70 %, типа ПНЖ-68М – до 75 %, содержание сухого вещества в жидкой фракции (фугате) – до 8 % от исходного содержания его в твердой фракции.

Распределение масс сухого вещества и питательных элементов представлено в таблице 2.38 на примере разделения одной тонны свиного навоза влажностью 94% шнековым сепаратором [42].

Таблица 2.38 – Распределение масс сухого вещества и питательных элементов при разделении на шнековом сепараторе

Показатели	Твердая фракция	Жидкая фракция
Общая масса	100.3 кг (10 %)	899,7 кг (90 %)
Сухие вещества	32.7 кг (42 %)	45,9 кг (58 %)
NH ₄ – N	0.15 кг (8 %)	1,65 кг (92 %)
N	0,61 кг (17 %)	2,99 кг (83 %)
P	0,18 кг (22 %)	0,62 кг (78 %)
K	0,30 кг (10 %)	2,70 кг (90 %)
C	15,32 кг (49 %)	16,80 кг (51 %)
C/N	25,1	5,4

Для механического разделения жидкого навоза и навозных стоков на фракции целесообразно применять установки, обеспечивающие влажность твердой фракции не менее 75% и не требующие ее дальнейшего обезвоживания для возможности биотермического обеззараживания без добавления влагопоглощающих наполнителей. При разделении бесподстилочного навоза свиней этим условиям отвечают шнековые пресс-сепараторы и осадительные центрифуги (декантеры).

Преимущества и недостатки технологии переработки свиного навоза в органическое удобрение с разделением на твердую и жидкую фракции представлены в таблице 2.39.

Таблица 2.39 – Преимущества и недостатки технологии переработки свиного навоза в органическое удобрение с разделением на твердую и жидкую фракции

Преимущества	Недостатки
<p>Не требуется влагопоглощающий материал при активном и пассивном компостировании.</p> <p>Уменьшение объемов навозохранилищ за счет выделения твердой фракции (на 15–17 %).</p> <p>Простота технологии.</p> <p>Сокращение площади, необходимой для утилизации жидкого навоза и уменьшение радиуса его транспортировки до поля.</p> <p>Биотермическая переработка твердой фракции навоза.</p>	<p>Наличие сельхозугодий с соответствующими культурами для внесения твердого и жидкого органического удобрения.</p> <p>Наличие технических средств и технологического оборудования для внесения двух видов органического удобрения.</p>

Окончание таблицы 2.39

Преимущества	Недостатки
Возможность получения новых видов удобрений (биокомпостов, биогумуса) на основе твердой фракции навоза. Повышение устойчивости работы шланговых систем	Высокие капитальные и эксплуатационные затраты

Технология переработки твердой фракции свиного навоза в органическое удобрение методом пассивного компостирования

Технология основана на естественном биологическом обеззараживании твердой фракции свиного навоза. Схема приведена на рисунке 2.65.

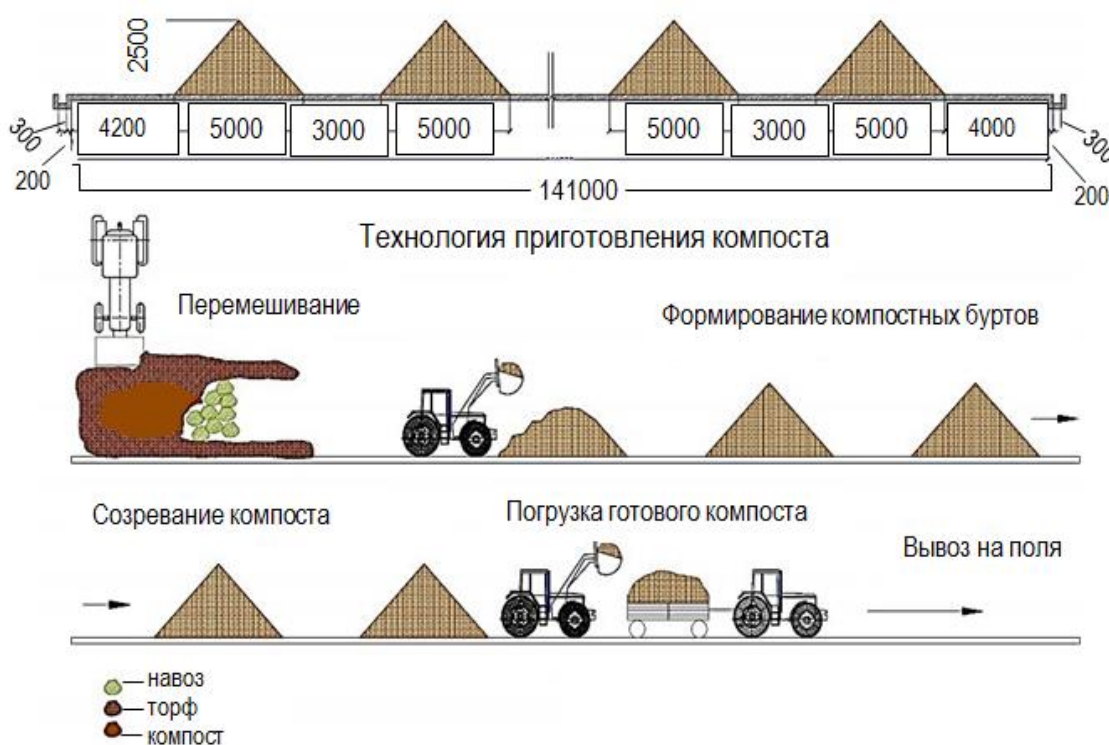


Рисунок 2.65 – Бетонированная площадка компостирования

Компостирование осуществляется на специализированных гидроизолированных площадках. Специализированные площадки с боковых сторон должны иметь бортики и канавки для стока избыточной влаги. Условием применимости технологии является следующее:

- влажность твердой фракции свиного навоза не должна превышать 75 %;
- соотношение углерода к азоту (C/N) в твердой фракции свиного навоза должно варьироваться в диапазоне не менее 15...20.

Размеры компостных буртов: высота – 2-3 метра, ширина – 2,5–6 метров. Длина бурта – произвольная, общая масса смеси для одного бурта – не менее 100 т. Между рядами буртов компостной смеси необходимо предусматривать технологические проезды шириной не менее 2,5–3,0 м. Время выдерживания твердой фракции свиного навоза в буртах при достижении температуры 60 °С во всех частях компоста должно быть не менее двух мес. в теплый период года и не менее трех мес. в холодный период

ИТС 41–2023

года. Потери органических и питательных веществ в период компостирования снижаются путем укрытия буртов слоем готового компоста, торфа или земли слоем 0,2–0,3 м. При снижении температуры массы в бурте до 25–30 °С необходимо провести аэрацию смеси путем перемешивания слоев.

В зимнее время при температуре окружающей среды ниже 0 °С компостную смесь рекомендуется укладывать в один сплошной штабель высотой 1,0–2,5 м. При наступлении устойчивых положительных температур смесь аэрируется и укладывается в бурты соответствующих геометрических размеров.

Степень готовности органических удобрений определяют:

- по отсутствию или гибели возбудителей паразитных болезней;
- по гибели индикаторных микроорганизмов в 10 см³ пробы навоза, контаминированного малоустойчивыми возбудителями болезней, возбудителей повышенной устойчивости, спорообразующей микрофлоры.

Время компостирования составляет: зимой – 3 месяца, летом – 2 месяца. Допускается временное размещение на период внесения ОУ в почву не более 5 месяцев с момента фактического размещения ОУ в буртах на землях сельскохозяйственного назначения, размещенных за пределами границ водоохранных зон водных объектов, зон санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, на верхнем плодородном слое почвы без его снятия в соответствии с ПП № 1940 «Об утверждении требований к обращению побочных продуктов животноводства» [47]. Загрузка полученного органического удобрения в специализированные машины, предназначенные для внесения, осуществляют фронтальным погрузчиком. Внесение на поля осуществляется поверхностно под запашку. Внесение осуществляется весной и осенью.

Преимущества и недостатки технологии переработки твердой фракции свиного навоза в органическое удобрение методом пассивного компостирования представлены в таблице 2.40.

Таблица 2.40 – Преимущества и недостатки технологии переработки твердой фракции свиного навоза в органическое удобрение методом пассивного компостирования

Преимущества	Недостатки
Широкий диапазон влажности твердой фракции свиного навоза и отсутствие влагопоглощающих материалов. Низкие требования к квалификации работников. Простота конструкции площадок компостирования. Относительно небольшие капитальные вложения	Длительное время переработки – 2–6 месяцев. Неравномерность созревания компоста. Зависимость процесса компостирования от погодных условий. Повышенный риск утечек загрязненных стоков в дождливый период и период весенних паводков

Технология переработки твердой фракции свиного навоза в органическое удобрение методом активного компостирования

Технология предназначена для переработки твердой фракции свиного навоза на гидроизолированных площадках. Активное компостирование твердой фракции свиного

навоза в буртах на открытой площадке осуществляется в течение 40 дней с трехкратной аэрацией бурта через каждые 9 дней с момента окончания формирования бурта.

Условием применимости технологии является:

- влажность твердой фракции навоза не должна превышать 75 %;
- соотношение углерода к азоту (С/Н) в исходной смеси должно варьироваться в диапазоне не менее 15...20;
- наличие твердой гидроизолированной площадки для маневрирования техники, осуществляющей аэрацию.

Для механизации процесса используют специальные машины для аэрации буртов. Аэрация буртов проводится периодически, минимум 3 раза в течение 40 дней. Для еще большего ускорения процесса компостирования возможно применение различных биологических препаратов, повышающих скорость процесса. Срок переработки методом активного компостирования не превышает 1...1,5 месяца.

Для механизации процесса аэрирования буртов используются специальные машины, примеры машин для аэрации буртов представлены на рисунке 2.66.



Рисунок 2.66 – Примеры машин для аэрации буртов:
 А – погрузчик-бульдозер, Б – смесители-буртователи, В – прицепные и самоходные ворошители компоста, Г – валкователи-смесители

Для компостирования навоза в буртах применяют различные механические средства: погрузчик-перегрузатель органических удобрений, погрузчик-бульдозер, прицепные и самоходные ворошители компоста, смесители-буртователи, валкователи-смесители и др. Технологические характеристики механических средств приведены в таблицах 2.41 и 2.42.

ИТС 41–2023

Таблица 2.41 – Техническая характеристика машин при площадочном производстве компостов

Показатели	Смеситель компостной массы	Валкователь-смеситель	Смеситель-буртователь	Установка смесительная мобильная
Назначение	Для смешивания компостов при площадочном способе производства компостов на основе торфа (лигнина, коры, опилок) и навоза	Для формирования двухгребневого валка из влагопоглощающего материала и смешивания компонентов после наполнения углубления валка полужидким навозом	Для смешивания компонентов с одновременным буртованием смеси	Для смешивания компонентов компостной смеси с одновременным формированием бурта
Тип	Навесной	Навесной	Навесной	Прицепная
Производительность, т/ч	560	-	до 1100	70
Ширина, м:				
- захвата	3	2	3	-
- валка	-	1,2–1,3	-	-
Высота, м:				
валка	-	0,3–0,35	-	-
бурта	-	-	до 3	до 2,5
Рабочая скорость, км/ч	до 1,5	до 3,5	до 2,5	-
Потребляемая мощность, кВт	-	-	-	Не более 30
Толщина обрабатываемого слоя, м	до 0,4	-	до 0,8	-
Гомогенность, %	80–85			-
Габаритные размеры, мм	1400x2300x1800	-	-	9000x10400x3500 (рабочее положение) 9000x2900x3600 (транспортное положение)
Масса, кг	600	800	3000	5000

Таблица 2.42 – Техническая характеристика самоходных ворошителей компоста

Показатели	F-12	F-14	F-16	F-18	F-20	F-22
Производительность, т/ч	1100	1700	2160	2600	3120	3500
Мощность двигателя, л. с.	215	260	350	400	525	540
Высота бурта, м	2,3			2,4		
Ширина бурта, м	3,6	4,2	4,9	5,5	6,0	6,7
Масса, кг	9800	12600	14400	15800	16500	18900

Преимущества и недостатки технологии переработки твердой фракции свиного навоза в органическое удобрение методом активного компостирования представлены в таблице 2.43.

Таблица 2.43 – Преимущества и недостатки технологии переработки твердой фракции свиного навоза в органическое удобрение методом активного компостирования

Преимущества	Недостатки
Сокращенные сроки компостирования (1,5 месяца).	Увеличение эксплуатационных затрат ввиду использования дополнительной техники для аэрации буртов и закупки биопрепаратов. Невозможность компостирования при отрицательных температурах. Нестабильность процесса переработки в зависимости от погодных условий
Уменьшение капитальных затрат за счет уменьшения площадки компостирования (до 40%).	
Низкие требования к квалификации работников	

Анаэробная обработка навоза

Анаэробной обработке подвергаются навоз и смесь осадков отстойников и других продуктов переработки и очистки навозных стоков. Анаэробную обработку массы следует осуществлять путем сбраживания в биоэнергетических установках сельскохозяйственного назначения.

Переработка навозных масс в органическое удобрение возможна с использованием биогазовых установок, особенно в южных регионах страны. Лимитирующим фактором получения биогаза в условиях России является режим метанового брожения, который должен проводиться при оптимальном температурном режиме. На его создание требуются дополнительные источники энергии.

К технологическому процессу подготовки бесподстильного навоза и продуктов переработки и очистки навозных стоков к анаэробному сбраживанию предъявляются следующие требования: подготовленная масса должна быть свежей с максимальным содержанием органического вещества, иметь максимально возможную температуру; масса должна быть гидравлически транспортабельной, гомогенной по составу, однородной по концентрации твердых и взвешенных веществ и равномерно поступать на сбраживание. Она не должна содержать включения размером более 30 мм и твердые частицы.

Оптимальные параметры массы для анаэробного сбраживания:

- влажность – 90–96%;
- содержание жирных кислот – 600–2000 мг/л;
- C:N – (10–18):1.

Для обеспечения оптимального соотношения C:N и получения большого количества биогаза допускается добавлять в сбраживаемую массу другие органические отходы, навоз разных видов животных и помет птиц.

Сбраживаемая масса не должна содержать вещества, подавляющие жизнедеятельность метанообразующих микроорганизмов и ингибирующие технологический процесс анаэробного сбраживания больше допустимых концентраций (различные формы азота и большинство тяжелых, щелочных, щелочноземельных металлов, сульфидов, кислорода, антибиотиков, дезинфицирующих средств и других веществ).

В качестве основных параметров технологического процесса анаэробного сбраживания жидкого навоза рассматривают температуру и продолжительность сбраживания. Температура сбраживания должна задаваться исходя из принятого режима сбраживания навоза.

Выбор режима сбраживания следует производить на основании технико-экономических расчетов с учетом природно-климатических условий, ветеринарного состояния животноводческого предприятия, количественно-качественных параметров навоза, санитарно-гигиенических требований и требований к использованию сброженного навоза, наличия площадей и состояния сельскохозяйственных угодий, вида культур, состояния и типа почв и других условий.

Для анаэробного сбраживания бесподстилочного навоза следует принимать два режима:

- мезофильный с диапазоном температур 33–38 °С;
- термофильный с диапазоном температур 53–55 °С.

Процесс обеззараживания навоза осуществляется в биореакторах (при ускоренном компостировании и анаэробном сбраживании).

Среди существующих методов утилизации органических отходов свиноводства несомненный приоритет по показателям эффективности и безопасности отводится биологическим методам, основанным на использовании микроорганизмов различных таксономических групп, позволяющих ускорить процесс деструкции органических компонентов и получить экологически чистый субстрат.

Так, рядом ученых предложено использование дрожжевых организмов рода *Saccharomyces* и *Candida*, обладающих способностью роста в широком диапазоне pH и температур и устойчивостью к химическим загрязнителям. Проведенные эксперименты показали, что данные микроорганизмы являются эффективными деструкторами органических соединений, обладают выраженными ферментативными свойствами и антагонической активностью в отношении многих микроорганизмов и грибов. Немаловажным преимуществом использования дрожжевых организмов рода *Saccharomyces* и *Candida* является устранение в течение нескольких суток неприятного специфического запаха, что объясняется их способностью ассимилировать азот из мочевины, обезвреживать субстрат от бактерий, вызывающих гнилостные анаэробные процессы, сопровождающиеся выделением аммиака и сероводорода.

В настоящее время, наряду с обеззараживанием свиного навоза с помощью микроорганизмов различных таксономических групп, позволяющих существенно улучшить процесс деструкции органических компонентов и получить экологически

чистый субстрат безопасный для окружающей среды, широкое применение получила переработка навоза в биогазовых установках.

Продолжительность анаэробного сбраживания бесподстилочного навоза в метантенках следует назначать в пределах 5–20 суток с учетом следующих факторов:

- величины дозы загрузки сбраживаемой массы;
- принятой температуры сбраживаемой массы;
- скорости реакции, зависящей от вида сбраживаемой массы;
- степени разложения органического вещества;
- требований к качеству сброженного навоза и др.

В процессе анаэробной обработки происходит разложение органического вещества навоза и помета с выделением биогаза с теплотворной способностью не менее 23 МДж/м.

Количество образуемого биогаза зависит от вида и состава навоза, продолжительности сбраживания, степени распада органического вещества и других факторов. При дозе загрузки метантенков 10% и степени разложения органического вещества до 40% ориентировочное количество выделяемого биогаза с 1 кг ОВ бесподстилочного навоза и помета составляет: навоза КРС – 300 л, свиного навоза – 400 л и помета птиц – 500 л.

Обработка производственных сточных вод и поверхностных стоков предприятий

Хранение, обработка, переработка и транспортировка навоза и навозосодержащих стоков должны осуществляться отдельно от хозяйственно-бытовых, производственных и смешанных сточных вод, в том числе сточных вод от населенных пунктов. Для правильной эксплуатации промышленных свиноводческих предприятий необходимо предусматривать сбор и соответствующую обработку производственных сточных вод и поверхностных стоков, образующихся на территории предприятий. Незагрязненные производственные сточные воды могут быть использованы в системах оборотного технического водоснабжения предприятий.

Для обеззараживания сточных вод от ветеринарных объектов необходимо предусматривать контактные отстойники. Дозу хлора для обеззараживания сточных вод определяют в каждом конкретном случае, исходя из хлоропоглощенности сточных вод, не менее 100 мг/л при продолжительности контакта 2 ч.

Ливневые стоки предприятий должны направляться, как правило, по открытой системе водостоков в локальные хранилища (пруды-отстойники или др.) и после соответствующей обработки использоваться для орошения сельскохозяйственных угодий.

Поверхностные стоки с крыш зданий и территорий, не загрязненные экскрементами животных, остатками кормов, нефтепродуктами и другими отходами, допускается сбрасывать на рельеф местности, поля или в водоем при условии, если такой сброс будет соответствовать требованиям охраны вод.

Для биологической обработки производственных сточных вод рекомендуется применение биологических прудов.

Технологии транспортировки и внесения готового органического удобрения, полученного из свиного навоза

Площадь сельскохозяйственных угодий должна быть достаточной для внесения всей массы органических удобрений. Нормы внесения органических удобрений следует устанавливать с учетом количества содержащихся в них питательных веществ и выноса питательных веществ с планируемым урожаем сельскохозяйственных культур. Жидкое органическое удобрение на основе свиного навоза следует транспортировать и вносить на сельскохозяйственные земли с помощью мобильных агрегатов, гидромеханического оборудования (шланговых, оросительных систем). Твердое органическое удобрение транспортируют и вносят на поля с помощью мобильных агрегатов. Применимость технологий и средств механизации внесения органического удобрения в основном определяется особенностями каждого предприятия: природно-климатическими условиями, расстояниями до полей внесения, дорожно-транспортными и санитарно-гигиеническими условиями. Способы транспортирования и внесения органических удобрений оказывают существенное влияние не только на экологию, но и на эффективность сельскохозяйственного производства в целом. Преимуществами использования шланговых систем по сравнению с использованием мобильных агрегатов являются: равномерность распределения жидких органических удобрений на полях; отсутствие уплотнения почвы; высокая производительность, позволяющая внести удобрения в оптимальные агротехнические сроки; отсутствие шума и выбросов загрязняющих веществ при транспортировании навоза около жилых зон; отсутствие загрузки дорог и их загрязнения [50]. Для выбора способа транспортирования и внесения первостепенное значение имеют следующие природные и экономические условия производства: вид, размеры и расположение свиноводческого предприятия; виды получаемого органического удобрения; размеры площадей внесения удобрений и дальность транспортировки; рельефные, гидрогеологические и гидрологические особенности местности; севооборот; водохозяйственные, агрикультурные и транспортно-технические условия; расположение полей внесения относительно жилой зоны; законодательство субъектов Российской Федерации; потребность в орошении и возможность орошения с учетом наличия водного источника [52].

Использование мобильных агрегатов

Применимость технологий и средств механизации внесения органического удобрения мобильными агрегатами в основном определяется особенностями каждого предприятия: природно-климатическими условиями, дорожно-транспортными и санитарно-гигиеническими условиями.

Способы внесения органических удобрений оказывают существенное влияние не только на экологию, но и на эффективность сельскохозяйственного производства в целом.

Почти все технические средства для внесения твердых органических удобрений работают по аналогичной технологической схеме: транспортер подает удобрение к активному разбрасывающему устройству, которое измельчает массу и распределяет ее по поверхности поля. Прицепы-разбрасыватели состоят из кузова, цепочно-планчатого питающего транспортера и разбрасывающего устройства (состоит из двух шнековых барабанов: измельчающего и разбрасывающего). Агрегатируются прицепы-разбрасыватели с тракторами класса тяги 1,4–2,0.

В настоящее время наиболее распространенной технологией внесения твердого органического удобрения является его разбрасывание с последующей заделкой в почву (рисунок 2.67).



Рисунок 2.67 – Внесение твердого органического удобрения

Для выбора способа внесения первостепенное значение имеют следующие природные и экономические условия производства:

- вид, размеры и расположение свиноводческого предприятия;
- потребность в орошении и возможность орошения с учетом наличия поливной воды;
- размеры и особенности сельскохозяйственной полезной площади;
- севооборот;
- водохозяйственные, агрикультурные и транспортно-технические условия.

Исходя из технологических особенностей, различают поверхностное и внутрипочвенное внесение, а также сплошное, ленточное и локальное. В настоящий момент существуют различные способы внесения ЖОУ, представленные на рисунке 2.68 [53].

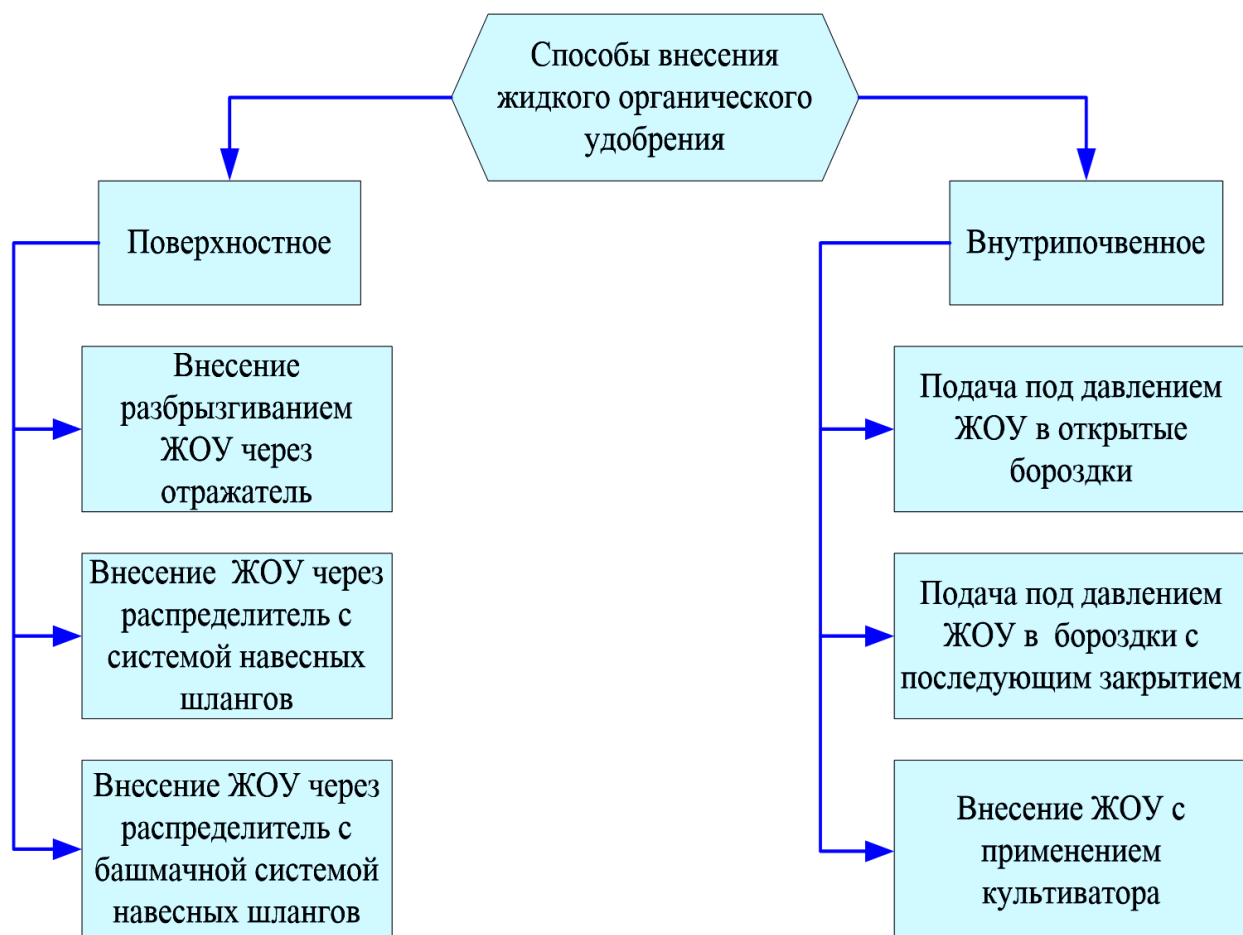


Рисунок 2.68 – Способы внесения жидкого органического удобрения

Внесение твердого органического удобрения на поля осуществляется поверхностно под запахку специализированными машинами. Рекомендуется, чтобы разрыв во времени между внесением и заделкой удобрений в почву не превышал более двух часов. Рекомендуется, чтобы жидкие органические удобрения, за исключением внесения их на посевах многолетних трав и для подкормки озимых культур, были заделаны в почву. Разрыв во времени между внесением и заделкой удобрений рекомендован более двух часов [54].

Технологические процессы при транспортировке готового переработанного навоза

Технологии транспортировки с последующим внесением органического удобрения осуществляются по прямоточному, перевалочному и комбинированному вариантам.

По прямоточной технологии удобрения, накапливаемые в прифермских хранилищах, доставляют в поле и вносят в почву.

Прямоточная технология внесения цистернами включает в себя следующие основные операции:

- гомогенизацию удобрения (переработанного жидкого навоза) в навозохранилище;
- загрузку в машину для внесения;
- транспортирование в машине для внесения к месту использования;

- гомогенизацию массы удобрений в емкости машины для внесения в почву;
- внесение.

По перегрузочной технологии удобрения, загруженные из прифермерского хранилища в крупнотоннажные машины, доставляют к месту внесения, перегружают в полевые машины, которыми удобрение вносится.

Перегрузочная технология включает следующие технологические операции:

- гомогенизацию удобрения (переработанного жидкого навоза) в навозохранилище;
- загрузку транспортных средств;
- транспортирование удобрений мобильными цистернами на поле; перекачку в машины для внесения;
- внесение удобрения в почву.

Перегрузочная технология внесения жидкого органического удобрения (ЖОУ) целесообразна при низкой несущей способности почвы, ограничениях на деформацию ее поверхностного слоя, значительном удалении мест (более пяти км) от навозохранилища, наличии в хозяйстве большегрузных транспортных средств, необходимости внесения с особыми требованиями к способу внесения (внутрипочвенное внесение, подкормка пропашных культур).

По перевалочной технологии удобрения из прифермерских хранилищ периодически в течение года доставляют в полевые хранилища, из которых в благоприятные сроки вносят в почву. Доставляют удобрения в полевые хранилища либо по трубопроводам, либо большегрузными цистернами, а вносят цистернами-разбрасывателями или по трубопроводной системе напуском.

Перевалочная технология включает в себя дополнительные операции, связанные с доставкой удобрений в полевое хранилище и их разгрузкой:

- приготовление ЖОУ в прифермерском навозохранилище с учетом требований трубопроводного транспорта по механическому составу включений;
- забор и подачу удобрений в трубопровод или загрузку транспортных средств;
- транспортирование удобрения в полевое хранилище;
- гомогенизацию удобрения в полевом хранилище;
- разгрузку полевых хранилищ, подачу и распределение удобрения по полю.

Перевалочная технология внесения целесообразна на фермах и комплексах при удалении полей от прифермерских навозохранилищ (более 5...7 км). Эта технология рекомендуется, когда нужно уменьшить объем прифермерских навозохранилищ, сократить сроки внесения удобрений и улучшить санитарно-гигиеническое состояние на фермах. Емкость и количество полевых навозохранилищ определяются объемом образуемого навоза. Полевые навозохранилища рационально размещать у дорог и по возможности по середине массива удобряемых полей с таким расчетом, чтобы средний радиус перевозки машиной для внесения не превышал двух км. Применение мобильных машин для заполнения полевых навозохранилищ рекомендуется при отсутствии в хозяйстве трубопроводного транспорта, а также при необходимости систематически освобождать центральное навозохранилище, вместимость которого не соответствует количеству образуемого на предприятии жидкого навоза. Полевые навозохранилища наполняют в период занятости полей посевами и зимой.

По комбинированной технологии удобрения перекачивают по трубопроводным системам к полевым гидрантам и вносят машинами для внесения.

Комбинированная технология внесения включает следующие технологические операции:

- приготовление навозной массы в навозохранилище;
- транспортирование в поле по трубопроводу;
- заправку емкостей машин для внесения через заправочные гидранты;
- транспортировку к месту внесения;
- гомогенизацию массы удобрений в емкости разбрасывателя;
- внесение;
- промывку трубопроводной сети водой.

Комбинированную технологию для внесения ЖОУ целесообразно применять при получении навоза влажностью не ниже 94 % при годовом выходе более 25 тыс. м³ и большом удалении массивов удобряемых площадей (более семи км). Комбинированная технология предусматривает отрядную систему работы мобильных машин для внесения удобрений.

Применение передвижного заправочного гидранта снижает затраты на транспортировку и позволяет эффективно использовать мобильные машины для внесения малой грузоподъемности. На магистральном трубопроводе в зоне внесения навоза устанавливают раздаточные колонки или стояки для подключения мобильных заправочных гидрантов с интервалом 0,5...1 км. Применение заправочных колонок и гидрантов целесообразно при внесении в осеннее-весенний период (при температуре не ниже -5°С).

Использование гидромеханического оборудования

Выгрузка (забор) органического удобрения из навозохранилищ может осуществляться погружными насосами с подачей в насосные станции, передвижными или стационарными насосными станциями с вакуумной системой заливки насоса или устанавливаемыми под заливом. Транспортировка органического удобрения от места переработки свиного навоза (навозохранилищ) до места внесения осуществляется по стационарным или передвижным шланговым трубопроводам. При гидросмывной системе удаления навоза из животноводческих помещений широкое распространение получили оросительные системы с использованием животноводческих стоков (рисунок 2.69).

Данные системы обеспечивают не только удобрение сельскохозяйственных культур, но и их водопотребность за счет использования природной воды. Нормы внесения переработанных навозных стоков устанавливаются по выносу питательных веществ урожаем, нормы воды – по оросительным нормам сельскохозяйственных культур с учетом объема внесения переработанных навозных стоков.

На оросительных системах со стационарными трубопроводами и использованием дождевальных машин может применяться только переработанная жидкая фракция навоза после разделения. С помощью шланговых систем транспортироваться на поля внесения могут как переработанная жидкая фракция навоза, так и неразделенный переработанный жидкий навоз. Различают два типа шланговых систем: систему с

самоходной распределительной машиной с катушкой и систему с буксируемым трактором шлангом.

Состав оборудования шланговой системы с самоходной распределительной машиной с катушкой – насосная станция, линия транспортирующих шлангов, линия распределяющих шлангов, самоходная распределительная машина с катушкой для намотки шлангов. Этот вариант шланговой системы не получил широкого распространения в нашей стране из-за высокой стоимости оборудования.

В состав шланговой системы с буксируемым шлангом входят насосная станция (как правило, дизельная), линии транспортирующих и буксируемых шлангов, трактор с распределительным устройством, транспортировщики шлангов и другое вспомогательное оборудование.



а



б



в

Рисунок 2.69 – Оборудование шланговых систем с буксируемым шлангом:
а – дизельная насосная станция с вакуумной системой заливки;
б – транспортировщик шлангов; в – транспортирующие и буксируемые шланги

При длине шланговых систем до 4-5 км применяется схема с одной основной насосной станцией, при большей длине применяются дополнительные подкачивающие насосные станции. Дизельные насосные станции могут работать с использованием погружного насоса или с системой заливки с помощью вакуумного насоса. Выбор варианта зависит от глубины навозохранилищ, производительности системы. Возможен вариант подсоединения насосной станции к лагунной помпе. В состав линии входят транспортирующие (магистральные) и буксируемые шланги, отличающиеся по характеристикам и диаметру.

Наибольшее распространение получили транспортирующие шланги диаметром 6 дюймов и буксируемые 5 дюймов. Для повышения производительности систем используются и шланги больших диаметров: транспортирующие – 7, 8 дюймов и буксируемые – 6 дюймов.

Транспортирование и внесение удобрения осуществляется при движении трактора с буксируемым шлангом по полю по зигзагообразной траектории. Шланговые системы применяются и при подключении к системам стационарных трубопроводов с гидрантами. Этот вариант применяется при использовании переработанной жидкой фракции навоза после его разделения. Есть вариант использования шланговых систем по перевалочной технологии при предварительной перекачке органического удобрения по транспортирующему шлангу в полевое навозохранилище.

Технологические процессы при внесении готового переработанного навоза

В зависимости от рабочих органов распределения удобрений различают два способа внесения жидких органических удобрений:

а) поверхностное:

- 1) внесение разбрызгиванием жидкого органического удобрения (ЖОУ);
- 2) внесение ЖОУ через распределитель с системой навесных шлангов;
- 3) внесение ЖОУ через распределитель с башмачной системой навесных шлангов;

а) внутрпочвенное:

- 1) подача под давлением ЖОУ в открытые бороздки;
- 2) подача под давлением ЖОУ в бороздки с последующим закрытием.

Внесение твердого органического удобрения осуществляется поверхностно под запашку.

Поверхностное внесение жидкого органического удобрения

Поверхностное внесение разбрызгиванием жидкого органического удобрения с помощью отражателя определяется как распределение удобрения по поверхности почвы (рисунок 2.70).

Выбросы аммиака при этом способе, выраженные в процентах от общего аммонийного азота (ОАА), как правило, находятся в пределах 40–60%, метод имеет высокую неравномерность внесения, существует вероятность смыва удобрения в водоемы.



а



б



в



г

Рисунок 2.70 – Поверхностное внесение разбрызгиванием:

а – внесение с помощью мобильного агрегата; б – рабочие органы поверхностного внесения на цистерне; в – внесение с последующей запашкой; г – внесение с помощью шланговой системы

Поверхностное внесение жидкого органического удобрения через распределитель с системой навесных шлангов позволяет вносить ЖОУ непосредственно на поверхность почвы при помощи ряда стелющихся по поверхности почвы шлангов либо на небольшом расстоянии от поверхности при помощи ряда подвесных шлангов (рисунок 2.71).



Рисунок 2.71 – Поверхностное внесение жидкого органического удобрения через распределитель с системой навесных шлангов

ИТС 41–2023

Обычно рабочая ширина захвата составляет от 6 до 12 метров, но также существуют машины, имеющие ширину захвата более 24 метров. Расстояние между шлангами составляет 250–350 мм. Этот способ имеет приемлемую неравномерность внесения удобрения, что повышает использование питательных веществ. Из-за большой ширины захвата способ не подходит для маленького, неправильной формы или имеющего крутой склон поля.

Поверхностное внесение жидкого органического удобрения через распределитель с башмачной системой навесных шлангов применимо, главным образом, к пастбищным и пахотным культурам на ранних стадиях роста или к культурам с большим междурядным расстоянием. Рабочая ширина машины обычно ограничена шестью – восемью метрами (рисунок 2.72).



Рисунок 2.72 – Поверхностное внесение жидкого органического удобрения через распределитель с башмачной системой навесных шлангов

Данный способ не рекомендуется при выращивании пахотных культур сплошного сева, на которых действие башмака может приводить к чрезмерному повреждению растений. Листья и стебли трав разделяются при протаскивании узкого башмака по поверхности почвы, жидкий навоз вносится в узкие полосы на поверхность почвы. Расстояние между полосами обычно колеблется от 200 до 300 мм. Оптимальное сокращение эмиссии аммиака достигается тогда, когда полосы жидкого навоза частично закрываются растительным покровом. Применимость ограничена при высокой каменистости почвы, больших объемах пожнивных остатков на необработанных землях, которые будут собираться на башмаках и препятствовать их работе.

Эффективность сокращения эмиссии аммиака при использовании способов с башмаками или системой навесных шлангов будет больше в случаях, когда ЖОУ вносится под хорошо развитый растительный покров, а не на открытую почву, так как растительный покров сохраняет удобрение от воздействия ветра и затеняет его от солнечного излучения.

В целом, более значительные сокращения эмиссии аммиака обычно отмечаются при использовании поверхностного внесения жидкого органического удобрения через распределитель с башмачной системой навесных шлангов, чем при использовании системы навесных шлангов, что, наиболее вероятно, связано с большим загрязнением растительного покрова, возникающим при применении некоторых типов шлангов.

В качестве положительного момента технологии поверхностного внесения разбрызгиванием часто указывается более высокая производительность применяемой

для этого техники. К отрицательным относится неравномерность распределения удобрений по поверхности почвы, которая не должна превышать 25%, и высокие потери азота вследствие эмиссии его в атмосферу и поверхностного смыва.

Применяемые для поверхностного внесения разбрызгиванием машины не могут обеспечить заданную равномерность внесения. В результате получается пестрота в распределении удобрений, что приводит к несинхронному росту и развитию растений, полосному их полеганию при достаточном и избыточном увлажнении, неравномерному воздействию на почву. В результате, как правило, проявляется снижение продуктивности агроценозов и качества урожая. Заделка удобрений плугом также не может обеспечить равномерного их распределения по профилю почвы.

Заделка поверхностно внесенных жидких органических удобрений (ЖОУ) в почву с помощью запахивания или неглубокой культивации является эффективным средством уменьшения эмиссии NH_3 . Наибольшая эффективность сокращения достигается при полной заделке удобрения в почву [52].

Запахивание приводит к более высоким сокращениям эмиссии, чем использование других видов техники для неглубокой культивации. Такой способ применим только на пахотных землях.

Способ также менее применим к пахотным культурам, выращиваемым с использованием системы минимальной обработки почвы, по сравнению с культурами, выращиваемыми с использованием более глубоких методов обработки почвы. Заделка может производиться только до посева культур. Способ также эффективен для внесения ЖОУ, когда инъекция в закрытые борозды невозможна, недоступна или создает опасность вымывания. Культивация также уменьшает макропоры, которые могут способствовать вымыванию.

Внутрипочвенное внесение жидкого органического удобрения

Внутрипочвенное внесение под давлением жидкого органического удобрения в открытые бороздки предназначено для использования на пастбищах или на пахотных землях с минимальной обработкой почвы до посева (рисунки 2.73, 2.74).

Ножами различной формы или дисковыми сошниками в почве прорезаются вертикальные борозды глубиной до 50 мм, куда вносится жидкое удобрение. Расстояние между бороздами обычно составляет от 200 до 400 мм, а рабочая ширина машины составляет 6 м. Кроме того, норма внесения должна быть отрегулирована так, чтобы излишки ЖОУ не вытекали из открытых борозд на поверхность. Метод не применим на очень каменистых или на очень маломощных или уплотненных почвах, где невозможно обеспечить равномерное проникновение на необходимую рабочую глубину. Метод не может применяться на полях с очень крутым уклоном из-за опасности стока из борозд. Системы внесения ЖОУ под давлением более энергоемкие, чем оборудование для поверхностного или ленточного внесения.

ЖОУ полностью покрывается после внесения путем закрытия борозд прикатывающим катком или нажимными вальцами, расположенными позади стоек инжектора. Более глубокое внесение требуется при больших объемах ЖОУ, чтобы избежать его просачивания на поверхность. Неглубокое внесение в закрытые борозды более эффективно сокращает эмиссию NH_3 по сравнению с внесением в открытые борозды. Чтобы получить эту дополнительную выгоду, тип и состояние почвы должны обеспечивать эффективное закрытие борозд.

ИТС 41–2023

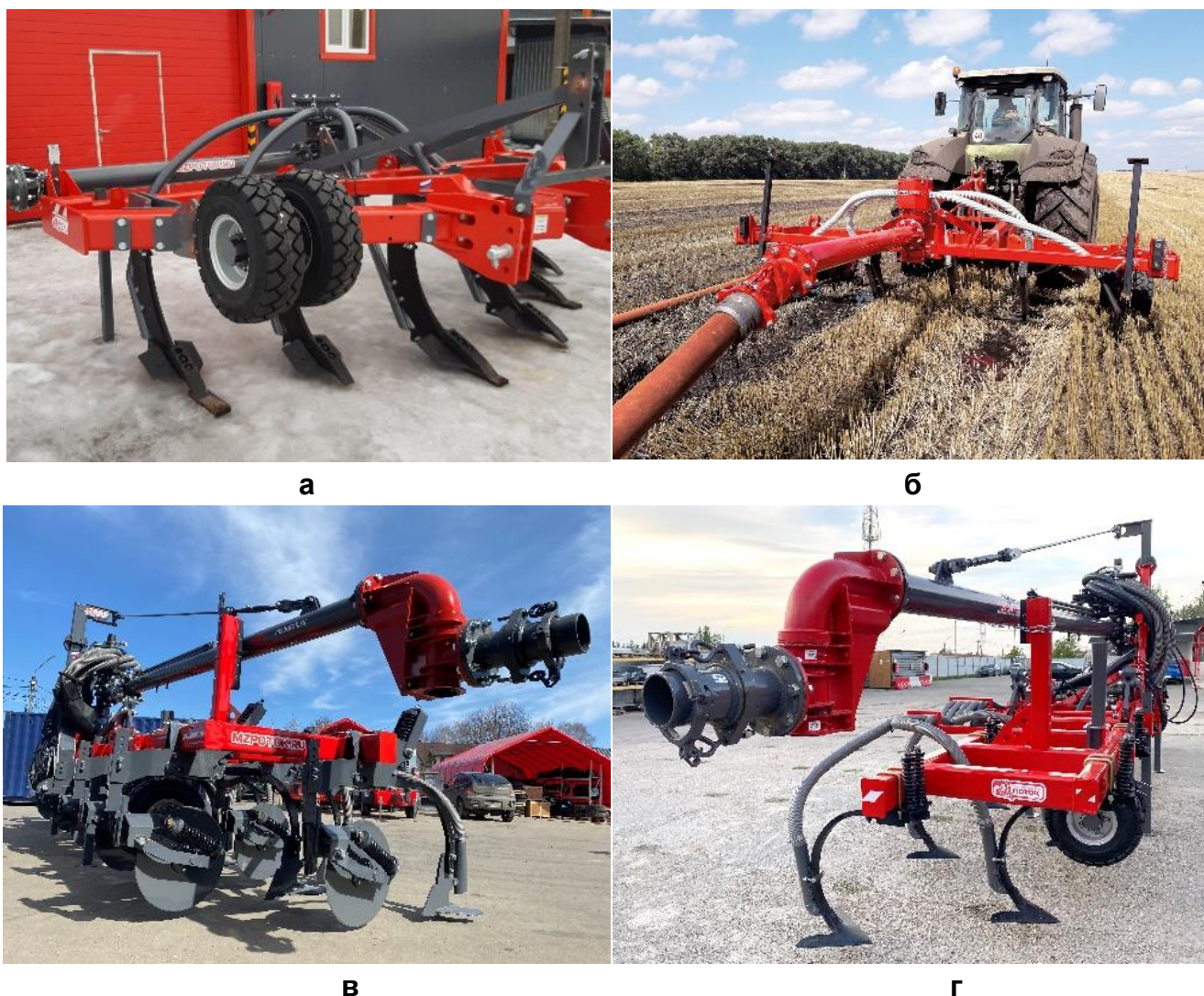
Внесение под давлением жидкого органического удобрения в бороздку с последующим закрытием подразделяется на относительно мелкое (глубина 50–100 мм) или глубокое (150–200 мм) внесение.



Рисунок 2.73 – Внутрипочвенное внесение под давлением жидкого органического удобрения в открытые бороздки

Поэтому этот метод применяется менее широко, чем внесение под давлением в открытые борозды. Некоторые машины для глубокого внесения имеют ряд стоек, оснащенных двусторонними отвалами или «гусиными лапами», для заглубления в почву и поперечного распределения жидкого навоза в почве таким образом, чтобы обеспечить относительно высокие нормы внесения. Расстояние между стойками обычно составляет 250–800 мм, рабочая ширина – 4.

Особенностью устройства, представленного на рисунке 2.74 а, является возможность совмещения операций предварительной, основной обработки почвы и внесения удобрений за один прием. Рабочий орган с широкими плоско-режущими крыльями формирует сплошной горизонт внесенного удобрения на заданной глубине. Это позволяет применять высокие нормы органического удобрения при минимальных выбросах загрязняющих веществ в атмосферу. Выбор глубины внесения жидких органических удобрений с рыхлением почвы практически не ограничен (максимум 50 см). Имеется возможность смены рабочих органов для работы по пласту многолетних трав и по обрабатываемым по нулевой технологии полям.



а

б

в

г

Рисунок 2.74 – Внутривысеивание

а – глубокорыхлитель; б – внесение с помощью шланговой системы; в – культиватор-инжектор с комбинированными рабочими органами (диск со стрелчатой лапой); г – культиватор-инжектор с противозерозионными рабочими лапами

Несмотря на высокую эффективность сокращения эмиссии NH_3 , применимость метода ограничена главным образом предпосевным внесением на пахотных землях и внесением под пропашные культуры с широким интервалом между рядами (например, под кукурузу), в то время как механические повреждения могут снизить урожай трав на пастбищах или твердозерновых полевых культур.

Прочие ограничения включают: мощность пахотного слоя, содержание глины и засоренность камнями, уклон, необходимость тракторов большой мощности и повышенную опасность вымывания, особенно на почвах с закрытой дренажной системой. Внутривысеивание жидких органических удобрений позволяет снизить в 7–10 раз потери биогенных элементов из удобрения в результате устранения поверхностного стока и потерь аммонийного азота в атмосферу, уменьшить загрязнение окружающей среды, повысить равномерность и предотвратить заражение кормовых культур гельминтами, патогенными организмами [55].

2.11.1 Техничко-экономические и экологические показатели технологий переработки свиного навоза и внесения органического удобрения

Рассмотрены наиболее распространенные технологии утилизации навоза:

- длительное выдерживание и внесение жидкого органического удобрения (ЖОУ);
- разделение навоза на фракции с последующей переработкой твердой фракции методом пассивного компостирования и длительным выдерживанием жидкой фракции и внесением жидкого органического удобрения (ЖОУ) и твердого органического удобрения (ТОУ).

Данные приведены для свиноводческого комплекса полного цикла выращивания свиней со среднегодовым поголовьем 16500 голов, влажность навоза – 93%, дальностью транспортировки органических удобрений – 30 км.

Техничко-экономические и экологические показатели технологий представлены в таблице 2.44.

Т а б л и ц а 2.44 – Техничко-экономические и экологические показатели технологий

Показатели	Ед. измерения	Технологии	
		1	2
Образование навоза	т/год	54750	54750
Годовая масса органических удобрений ОУ; ЖОУ/ТОУ	т/год	54750	50900/3850
Капитальные затраты	тыс. руб	261800	125000
Амортизация, техническое обслуживание (ТО) и технический ремонт (ТР)	тыс. руб/год	14197	14275
Затраты электроэнергии за год	кВт/год	49015	26736
	тыс. руб	245	134
Затраты на топливо за год	т/год	216	239
	тыс. руб	6480	7160
Затраты труда за год	чел.-ч	16300	17030
	тыс. руб.	1858	1941
Эксплуатационные затраты	тыс. руб	22781	23510
Масса исходного азота	т	186.2	186.2
Прибавка урожая	т	1329,6	1681,6
Потери азота	т	115,4	102,4

При определении состава технических средств для транспортировки и внесения органических удобрений на первом этапе принималась прямоточная технология с использованием тракторов Беларусь 3522 и машин для внесения ЖОУ. Данный состав технических средств требует минимальных капитальных затрат. Стоимость одной тонны дизельного топлива – 30000 руб, стоимость электроэнергии – 5 руб./кВт.

Раздел 3 Текущие уровни потребления ресурсов и эмиссий в окружающую среду

При разработке информационно-технического справочника наилучших доступных технологий «Интенсивное разведение свиней» использовались результаты анкетирования свиноводческих предприятий для проведения анализа текущего уровня эмиссии в окружающую среду, потребления и уровня выбросов, связанных с их деятельностью. Данные производственной деятельности свиноводческих предприятий, приведенные в анкетах, были проанализированы и пересчитаны в удельные величины.

3.1 Материальный баланс процесса интенсивного выращивания свиней

В процессе интенсивного выращивания свиней происходит потребление различных материальных ресурсов на производство свинины, в результате чего осуществляются выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду. В таблице 3.1 представлены основные виды внутрихозяйственной деятельности свиноводческих предприятий и потенциальные выбросы.

Таблица 3.1 – Виды внутрихозяйственной деятельности на свиноводческих предприятиях, потребление ресурсов и выбросы

Основные виды деятельности на свиноводческом предприятии	Основные экологические проблемы	
	Потребление	Источники химического и физического воздействия
Содержание животных: - способ содержания поголовья; - система удаления и хранения навоза	Энергия, лекарства	NH ₃ , выброс парниковых газов (CH ₄ , N ₂ O и др.), пыль, навоз, сточные воды, другие отходы, воздействие загрязняющих веществ, имеющих запах, шум
Содержание животных: - оборудование для контроля и поддержания микроклимата в помещении; - оборудование для кормления и выпаивания животных	Энергия, корм, вода	Шум, сточные воды, пыль, CO ₂
Хранение корма	Энергия	Пыль комбикормовая, другие отходы
Хранение навоза	Энергия	Парниковые газы, NH ₃ , запах, выбросы в почву
Разгрузка и погрузка животных	-	Шум, пыль

Основные виды деятельности на свиноводческом предприятии	Основные экологические проблемы	
	Потребление	Источники химического и физического воздействия
Внесение навоза в почву	Энергия	Парниковые газы, NH ₃ , патогенные микроорганизмы, грунтовые воды и поверхностные воды (N, P и т. д.), шум, воздействие загрязняющих веществ, имеющих запах
Обработка навоза на фермах	Добавки, энергия, вода	Выбросы парниковых газов, NH ₃ , сточные воды, воздействие загрязняющих веществ, имеющих запах
Помол и измельчение кормов	Энергия	Пыль комбикормовая, шум
Сжигание мертвых животных	Энергия	Выбросы в атмосферу, воздействие загрязняющих веществ, имеющих запах

Источник: BREF (EU), 2015.

Основная экологическая проблема для свиноводческих предприятий, связана с технологией навозоудаления, то есть его составом, способом удаления, хранения, обработки и внесения. Порядок, в котором были представлены мероприятия, отражает степень их значимости, начиная с корма как основной проблемы потребления и последующим производством навоза в качестве важнейшего выброса [11].

Уровни потребления и выбросов зависят от множества различных факторов, таких как содержание различных половозрастных групп свиней, этапы производства и используемые технологии содержания, кормления, создания и регулирования микроклимата, а также навозоудаления.

3.1.1 Удельный расход кормов на свиноводческих предприятиях

Объем и состав полнорационных комбикормов для различных половозрастных групп свиней, а также технологии, используемые в кормлении, оказывают сильное влияние не только на интенсивность роста животных и их развитие, но и на объем произведенного навоза, его состав и структуру, а, следовательно, и на выбросы вредных газов в атмосферу, таких как аммиак. Таким образом, организация и использование технологий кормления свиней является важным фактором в экологической эффективности интенсивного разведения свиней на предприятиях.

Выбросы от свиноводческих предприятий связаны, главным образом, с протекающими обменными процессами у животных. В основном считаются главными два процесса: ферментативное переваривание корма в желудочно-кишечном тракте и абсорбция питательных веществ из желудочно-кишечного тракта. Регулирование данных процессов при производстве полнорационных комбикормов способствует

увеличению интенсивности роста свиней. Улучшение использования питательных веществ в корме приводит не только к более эффективному производству, но и к уменьшению нагрузки на окружающую среду.

Уровень потребления полнорационных комбикормов различается в зависимости от энергетических потребностей различных половозрастных групп свиней, которые включают требования к условиям содержания, интенсивности роста и уровню производства. Общий объем потребления кормов зависит от длительности производственного цикла, суточной дозы и цели производства, а также от некоторых факторов, связанных непосредственно с животными.

В 2023 году было проведено анкетирование предприятий, занимающихся разведением свиней. В бюро НДТ поступило 294 анкеты, которые были проанализированы. Данные об уровнях потребления полнорационных комбикормов, используемых на свиноводческих предприятиях РФ для кормления различных половозрастных групп свиней, приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Расход полнорационных комбикормов на свиноводческих предприятиях Российской Федерации

№ п/п	Наименование	ед. измерения	Расход	
			минимальный	максимальный
1.	Затраты кормов, всего по предприятию на одну голову	тонн/гол. в год	0,76	5,6

Источник: на основе сбора данных предприятий отрасли.

Анализ отраслевых анкет показал, что уровень расхода полнорационных комбикормов на свиноводческих предприятиях Российской Федерации различной мощности и производственного назначения колеблется от 0,76 до 5,6 т/гол. в год. Свиноводческие предприятия с объемом потребления полнорационных комбикормов от 22,8 до 200 т содержат от 60 до 260 голов единовременного поголовья, это предприятия по содержанию хряков-производителей и карантинного содержания животных (9 анкет). Расход полнорационных комбикормов от 200 до 20 000 тонн отмечается на репродукторных фермах, предприятиях по доращиванию поросят и откорму с единовременным поголовьем от 2660 до 37070 голов (134 анкеты). Высокий расход полнорационных комбикормов от 20 000 до 40940100 т отмечается по предприятиям, имеющим единовременное поголовье от 6100 до 115895 голов откормочного молодняка.

В отрасли свиноводства программа кормления и состав полнорационного комбикорма зависят от таких факторов, как живая масса, половозрастная группа, а также этап производства. Существуют различия в программах кормления ремонтных свинок, супоросных и лактирующих свиноматок, а также поросят-сосунов, поросят на доращивании и свиней на откорме. При выборе программы кормления и типа полнорационного комбикорма руководствуются питательностью корма. Уровень кормления зависит от количества потребленного корма и от концентрации питательных веществ для удовлетворения потребностей животных. Также полнорационные комбикорма должны быть сбалансированными по питательным веществам и содержать необходимые заменимые и незаменимые аминокислоты.

Аминокислотный состав кормов должен быть как можно ближе к идеальному аминокислотному профилю животных белков. Сумма аминокислотного вклада каждого ингредиента обычно используется для того, чтобы сделать корм сходным с идеальным белковым профилем.

Для получения высокой продуктивности (прироста, молочная продуктивность), помимо достаточного уровня энергии, особенно важно обеспечение нужным количеством аминокислот. При расчете рационов для свиней учитывают четыре важнейшие незаменимые аминокислоты – лизин, метионин+цистин, треонин и триптофан. Чтобы оценить уровень сбалансированности комбикорма по аминокислотам, анализируют следующие показатели и соотношения:

1. Лизин: МДж ОЭ – соотношение лизина к энергии намного больше говорит о сбалансированности рациона, чем абсолютное содержание лизина в рецепте. При этом учитывается, например, что более богатые энергией рецепты должны содержать и более высокое содержание аминокислот. Самая высокая потребность в лизине у поросят. С увеличивающимся весом животных потребность в лизине очень сильно уменьшается. Лактирующим свиноматкам нужно больше лизина, чем супоросным;

2. Лизин: метионин+цистин: треонин: триптофан – кроме содержания аминокислот в абсолютных величинах, необходимо обязательно учитывать их соотношение к ведущей аминокислоте – лизину. Лизин является основной лимитирующей аминокислотой для содержания свиней в этой «концепции идеального белка», поэтому необходимый уровень аминокислот выражается по отношению к лизину. Соотношения, указанные в таблице 3.3, нельзя нарушать.

Таблица 3.3 – Идеальное соотношение перевариваемых аминокислот для свиней (в % к лизину)

№ п/п	Наименование аминокислоты	5–20 кг	20–50 кг	50–100 кг
1	Лизин	100	100	100
2	Треонин	6	67	70
3	Триптофан	17	18	19
4	Метионин	30	30	30
5	Цистин	30	32	35
6	Метионин+цистин	60	62	64
7	Изолейцин	60	60	60
8	Валин	68	68	68
9	Лейцин	100	100	100
10	Пенилаланин+тирозин	95	95	95
11	Аргинин	42	30	18
12	Гистидин	32	32	32

Источник: <https://soft-agro.com/kormoproizvodstvo/limitiruyushhie-aminokisloty-i-idealnyj-protein.html>

Использование в кормлении свиней аминокислот, произведенных синтетическим путем (обычно входящих в состав витаминно-минеральных добавок), на сегодняшний день является стандартом. Благодаря этому можно значительно уменьшить содержание белковых компонентов в рационе. В минеральный корм имеет смысл включать до 5% лизина и до 1,5% метионина. Более высокое количество обязывает вводить также треонин и триптофан, поскольку, если этого не сделать, тогда треонин и триптофан будут иметь лимитирующее действие. Добавление четырех аминокислот оправдано только в корма для поросят, поскольку затраты на них слишком высоки.

Благодаря эффективному использованию синтетических аминокислот можно значительно понизить уровень сырого протеина в корме и благодаря этому очень сильно снизить уровень выделения азота свиньями. Так, снижение содержания сырого протеина на 1% (например, с 18 до 17%) означает снижение выделений азота на 10%. Одновременно это снижает количество выделений аммиака в воздух, что позволяет значительно улучшить атмосферу в производственных помещениях. Снижение выделений азота имеет позитивное действие и на систему пищеварения, и на общий обмен веществ.

При кормлении лактирующих свиноматок необходимо учитывать, что им требуется более высокий уровень кормления, чем супоросным. Это связано с лактацией молока при кормлении поросят-сосунов. То есть сырой протеин и лизин должны быть представлены в более высоких концентрациях в рационе при кормлении, так как энергетические потребности увеличиваются к моменту опороса. В таблице 3.4 приведена оценка принятых в настоящее время уровней белка и лизина, а также объема аминокислот для свиноматок [11].

Т а б л и ц а 3.4 – Уровни белка, лизина, объема аминокислот для свиноматок

Показатели	Подсосные свиноматки	Супоросные свиноматки
Принятый в настоящее время уровень энергии (мДж/кг), метаболическая энергия	12,5–13,5	12–13
Принятые в настоящее время уровни белка (сырой протеин =Н*6.25), общее содержание (% корма)	16–18	13–16
Принятые в настоящее время уровни лизина, общее содержание (% корма)	1,00–1,15	0,70–1,70
Рекомендованный аминокислотный баланс, в процентах от уровня лизина		
Треонин: лизин	65–72	71–84
Метионин+цистин: лизин	53–60	54–67
Триптофан: лизин	18–24	16–21
Валин лизин	69–100	65–107
Изолейцин : лизин	53–70	47–86
Аргинин: лизин	67–70	н. д.

Источник: BREF (EU), 2015.

ИТС 41–2023

После опороса у лактирующих свиноматок, обладающих высоким уровнем воспроизводительных качеств, ежедневная энергетическая потребность возрастает. В период холостого содержания свиноматок до осеменения энергетический уровень остается таким же высоким. Это связано, прежде всего, с необходимостью восстановления живой массы свиноматок вследствие ее потери при лактации. В таблице 3.5 приведены указания по диапазону используемых уровней кальция и фосфора в полнорационных комбикормах для свиноматок.

Потребности хряков в аминокислотах в полнорационных комбикормах при кормлении значительно выше. Это связано, прежде всего, с большей массы тела. То есть хряки употребляют больше корма, а, соответственно, и сырого протеина, что влечет за собой увеличение экскреции азота.

Свиней, находящихся на откорме, кормят в соответствии с их массой тела. Потребление корма возрастает с увеличением массы тела животного. К концу периода откорма количество даваемого корма остается неизменным, в то время как уровень белка, как правило, снижен. Общее количество потребляемых кормов при выращивании и откорме зависит от породы, затраты корма на единицу продукции, среднесуточного прироста, продолжительности откормочного периода и конечной живой массы. Для выращивания свиней от 25 до 110 кг живого веса расходуется около 260 кг корма.

Т а б л и ц а 3.5 – Уровни кальция и фосфора в полнорационных комбикормах для свиноматок

Показатели	Супоросные свиноматки	Подсосные свиноматки
Корм (кг/свиноматка/день) (средний показатель)	2,2–2,7	5–8
Кальций (% корм)	0,55–0,9	0,55–0,95
Фосфор (% корм)	0,4–0,75	0,5–0,75

Источник: BREF (EU), 2015 [11].

Очевидно, что уровень питательных веществ в корме является наиболее важным показателем. Питательный уровень должен соответствовать потребностям ежедневного роста или целей производства. Для каждой весовой категории могут быть установлены средние потребности, представленные различными источниками, они приведены в таблице 3.6.

Т а б л и ц а 3.6 – Уровни белка, лизина, объема рекомендуемых аминокислот для молодняка свиней

Принятый в настоящее время уровень энергии (мДж/кг), метаболическая энергия	
Фаза 1 (поросята-отъемыши)	12,5–13,5
Фаза 2 (поросята на доращивании)	12,5–13,5
Фаза 3 (свиньи в заключительной стадии откорма)	12,5–13,5
Принятые в настоящее время уровни белка ($Sp=H*6.25$), общее содержание	
% корма, фаза 1	21–17
% корма, фаза 2	18–14
% корма, фаза 3	17–13

Окончание таблицы 3.6

Принятые в настоящее время уровни лизина, общее содержание	
% корма, фаза 1	1,30–1,10
% корма, фаза 2	1,10–1,00
% корма, фаза 3	1,00–0,90
Рекомендованный аминокислотный баланс, в процентах от уровня лизина	
Треонин: лизин	60–72
Метионин+цистин: лизин	50–64
Триптофан: лизин	18–20 (свиньи в заключительной стадии откорма) 18–22 (отлученные поросята)
Валин: лизин	68–75
Изолейцин: лизин	50–60

Источник: BREF (EU), 2015 [11].

Все чаще откормочный период колеблется в диапазоне от 30 кг, а также делится на две или три фазы откорма. В эти фазы содержание питательных веществ в корме варьируется для удовлетворения изменяющихся потребностей свиней. В конце первой фазы роста живой вес составляет 45–60 кг, во вторую фазу – между 80 и 110 кг. Там, где при весе 30–110 кг дается один корм, его содержание равно в среднем уровню двухфазных кормов.

В таблице 3.7 приведены стандартно используемые при кормлении полнорационными комбикормами уровни кальция и фосфора для свиноматок, поросят-отъемышей, а также поросят на дорацивании и свиней на откорме.

Т а б л и ц а 3.7 – Стандартные уровни кальция и усвояемого фосфора, применяемые в кормах для свиней, в общем количестве на килограмм корма

Параметры	Свиноматки		Отъемыши			Свиньи на откорме	
	Подсосные свиноматки	Супоросные свиноматки	6–9 кг	9–20 кг	20–30 кг	30–45кг	45–105кг
Кальций (г/кг)	6,9–7,5	8,4–9,0	8,3–9,0	9,9–10,5	9,9–10,5	8,0–8,6	7,5–8,1
Фосфор+ фитаза добавка (г/кг)	6,4–7,0	7,9–8,5	7,7–8,3	9,3–9,9	9,3–9,9	7,5–8,1	7,0–7,6
Усвояемый фосфор (г/кг)	2,0–2,2	2,8–3,0	3,9-4,1	3,7–3,9	3,4–3,6	2,8–3,0	2,6–2,8
Принятый в настоящее время уровень энергии (МДж/кг), метаболическая энергия	12,6	13,3	14,4	14,1	14,1	13,4	13,4

Источник: BREF (EU), 2015 [11].

ИТС 41–2023

В качестве примера приведены средние уровни питательных веществ, применяемые в Италии для свиней с большой массой на разных этапах выращивания (таблица 3.8).

Таблица 3.8 – Средние уровни питательных веществ для свиней с большой массой (в % от сырья)

Параметры питательных веществ	Свиньи 35–90 кг	Свиньи 90-140 кг	Свиньи 140-160 кг
Сырой протеин	15–17	14–16	13
Сырые жиры	4–5	<5	<4
Сырая клетчатка	<4,5–6	<4,5	<4
Общий лизин	0,75–0,90	0,65–0,75	0,60–0,70
Общий метионин+цистин	0,45–0,58	0,42–0,50	0,36–0,40
Общий треонин	0,42–0,63	0,50	0,40
Общий триптофан	0,15	0,15	0,10–0,12
Кальций	0,75–0,90	0,75–0,90	0,65–0,80
Общий фосфор	0,62–0,70	0,50–0,70	0,48–0,50
Усвояемая энергия (МДж /кг),	>13	>13	>13

Источник: BREF (EU), 2015 [11].

3.1.2 Удельный расход воды на свиноводческих предприятиях

При анализе анкет по уровню потребления воды на свиноводческих предприятиях можно выделить четыре типа расхода воды:

- вода, необходимая для поддержания гомеостаза и удовлетворения потребностей свиней;
- вода, употребляемая животными сверх норматива;
- вода, которая теряется при выпашивании животных из-за технологических просчетов;
- вода, используемая на технологические нужды;
- вода, используемая животными для удовлетворения поведенческих потребностей, например, расплескивание воды во время типичного поведения, вызванного отсутствием игровых объектов.

Данные об уровнях расхода воды, используемой на свиноводческих предприятиях РФ для поения различных половозрастных групп свиней и различных технологических нужд, приведены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Расход воды на поение животных по типу предприятий

№ п/п	Тип предприятия	ед. измерения	Расход воды на 1 голову	
			минимальный	максимальный
1.	Откорм	м ³ /гол в год	0,85	12,64
2.	Репродуктор		0,46	18,82
3.	Законченный цикл		1,26	11,52

Источник: на основе сбора данных предприятий отрасли.

Анализ отраслевых анкет показал, что уровень расхода воды на поение животных колеблется от 0,46 до 18,82 м³/гол. в год. Уровень потребления воды свиньями зависит, в первую очередь, от возраста и живой массы животного, его состояния, этапа производства, климатических условий, а также от состава и качества полнорационных комбикормов. Для свиноматок потребление воды важно для поддержания гомеостаза, а также для выращивания поросят и их кормления. Высокий уровень употребления воды супоросными и лактирующими свиноматками оказывает положительное воздействие на поддержание здоровья мочеполовых органов во время супоросности, а также на объем потребления корма во время подсосного периода поросят. Потребление воды свиньями на заключительном этапе откорма увеличивается. Это связано, прежде всего, с увеличением потребления полнорационных комбикормов. Уровни расхода воды на производственных предприятиях различного типа приведены на рисунке 3.1.

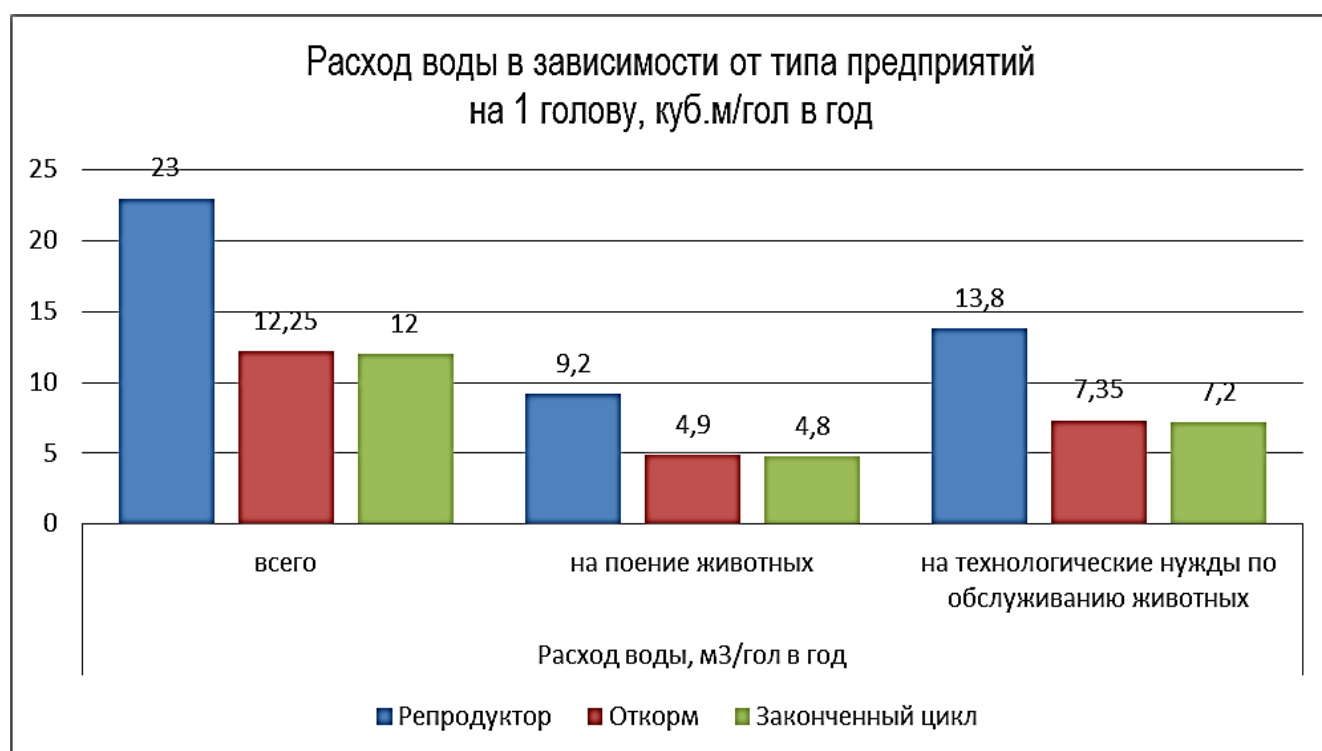


Рисунок 3.1 – Расход воды на свиноводческих предприятиях различного типа

Анализ уровня расхода воды на производственных площадках свиноводческих предприятий показал, что на поение свиней расходуется 40% воды, для технологических нужд используется около 60%. Таким образом, общий уровень потребления воды на

ИТС 41–2023

свиноводческих предприятиях различен. Это связано, прежде всего, с применяемыми технологиями поения, а также регионами расположения свиноводческих предприятий на территории Российской Федерации.

Максимальный уровень расхода воды отмечен в анкетах двух предприятий, осуществляющих откорм и дорашивание свиней. Значительный расход воды связан применяемой технологией удаления навоза (гидросмыв).

Уровень расхода воды для различных половозрастных групп свиней и этапов производства свиноводческих предприятий приведен в таблице 3.10.

Т а б л и ц а 3.10 – Средний уровень потребности в воде свиней на свиноводческих предприятиях

Этап производства	Потребление воды (л/гол. в день)
Свиноматки (при однофазной технологии содержания, включая все потомство свиноматки до окончания откормочного периода)	60–73
Лактирующие свиноматки с поросятами до 6 кг	14–17
Лактирующие свиноматки с поросятами до 20 кг	21–26
Ремонтные свинки (до первого опороса)	10–13
Поросята-отъемыши 6–20 кг	2,7–3,3
Поросята на дорашивании 20-50 кг	5,4–6,6
Свиньи на откорме 50–100 кг	11–14
Свиньи на откорме 20–100 кг	7–9
Хряки	15–18

Источник: BREF (EU), 2015 [11].

В Дании, как правило, около 800 кг сухого корма используется на одну свинью в год. При этом свиньи выпивают по 2,5–3,0 литра воды на килограмм корма. В общем на одну свинью требуется 2000–2400 литров питьевой воды в год. В Великобритании потребность в воде для опоросившихся свиноматок составляет 20–40 литров в день, а для супоросных свиноматок – 10–20 литров в день. Рядом авторов выявлено, что потребление воды поросятами-отъемышами увеличивается линейно с увеличением их массы тела после отъема, то есть при семи кг живого веса поросят они потребляют 0,8 литра в день, достигая 4-5 литров в день на дорашивании (27 кг живого веса). Потребление воды увеличивается линейно при норме примерно 0,6 л воды на кг живого веса.

Увеличение потребности в воде при высокой температуре в помещении обусловлено необходимостью терморегуляции. Для свиней на откорме при температуре 20–24 °С соотношение потребления воды к потреблению кормов составляет примерно 3:1, а при температуре 28 °С приближается к 4:1. Более высокий расход воды ожидается при более высоких температурах из-за усилий, которые животные предпринимают для охлаждения туловища.

Рядом авторов доказано, что в период выращивания ежедневное потребление воды возрастает на 0,063 л/кг живого веса при температуре 20–24 °С (т. е. расход воды (л/д) = 0.063 * вес (кг) + 2.564). При температуре 28°C потребление воды возрастает на

0,10 л/кг живого веса при содержании в закрытом помещении (т.е. расход воды (л/д) = 0,101 * вес (кг) + 2.564).

Потребление воды имеет важное значение для свиней на заключительной стадии откорма и оказывает влияние на производство навоза и его качественный состав. Таким образом, при увеличении потребления воды объем производства навоза увеличивается, но с одновременным уменьшением в нем процента сухого вещества.

Пример влияния соотношения воды и корма на производство и содержание сухого вещества в навозе, выделяемом от свиней на откорме, приведен в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Влияние соотношения воды и корма на производство и содержание сухого вещества в навозе свиней на откорме

Соотношение воды и корма	Рацион (кг/жив/день)	Производство навоза (м ³ /гол. в год)	Содержание сухого вещества (%)
1.9 : 1	2,03	0,88	13,5
2.0 : 1	2,03	0,95	12,2
2.2 : 1	2,03	1,09	10,3
2.4 : 1	2,03	1,23	8,9
2.6 : 1	2,03	1,38	7,8

Источник: BREF (EU), 2015 [11].

Потери воды в процессе поения приводят к увеличению образования навозных стоков. Это зависит от технологии и оборудования для поения, а также скорости подачи воды. В таблице 3.12 показана зависимость увеличения объема образования навозных стоков и содержания в них сухого вещества от скорости подачи воды в поильные соски.

Рядом авторов доказано, что в случаях ограниченного кормления происходит увеличение потребления питьевой воды. Это происходит из-за удовлетворения чувства голода, что, в свою очередь, приводит к увеличению образования навозных стоков. Другим фактором, приводящим к увеличению потребления воды, является содержание сырого протеина в корме, а также уровня натрия и калия.

Таблица 3.12 – Влияние обеспечения водой поильных сосков на производство и содержание сухого вещества в навозе свиней на откорме

Обеспечение водой (л/1 гол. в мин)	Производство навоза (м ³ /1гол. в год)	Содержание сухого вещества (%)
0,4	1,31	9,3
0,5	1,45	8,1
0,6	1,60	7,2
0,7	1,81	6,1
0,8	2,01	5,2

Источник: BREF (EU), 2015 [11].

Объем жидкого навоза, получаемого от свиней, напрямую связан с объемом воды, используемой для очистки станков и помещения. Расход воды на свиноводческих предприятиях зависит не только от применяемой технологии очистки помещения,

ИТС 41–2023

навозных ванн, но и от технологии содержания различных половозрастных групп свиней, то есть увеличение расхода воды происходит при использовании очистки помещения от навоза способом гидросмыва. Уровень затрат воды для очистки свиноводческих помещений представлен в таблице 3.13.

Т а б л и ц а 3.13 – Уровень затрат воды для очистки свиноводческих помещений

Выращиваемые животные	Тип размещения	Потребление (л/ животное/ цикл)	Потребление (л/ животное место/ год)
Опоросившиеся свиноматки	Станки, полностью решетчатый пол	н.д.	340
	Станки, частично решетчатый пол	н.д.	340
Поросята на дорастивании (7–30 кг)	Станки, полностью решетчатый пол	15	87
	Станки, частично решетчатый пол (50/50)	20	116
	Станки, частично решетчатый пол	20	116
Свиньи на откорме (30–100 кг)	Станки, частично решетчатый пол (50–75% твердой поверхности пола)	25	100
	Станки, частично решетчатый пол (25–50% твердой поверхности пола)	25	100
	Станки, твердая поверхность пола	30	120
	Станки, частично решетчатый пол (33/67)	25	100

Источник: BREF (EU), 2015 [11].

Увеличение расхода воды зависит от поверхности пола в станке. Чем больше решетчатая поверхность пола, тем меньше происходит использование воды для очистки станка.

Уровень потребления воды для охлаждения помещений свиноводческих предприятий с использованием систем аэрозольного орошения или систем распыления зависит от климатических условий. Расход воды происходит только в ограниченные периоды времени в течение года. Один литр воды, который испаряется при температуре 25 °С, поглощает 678 Вт/ч из окружающей среды.

В странах ЕС широко применяются такие системы очистки воздуха, как: биофильтры, водяные скрубберы, химические скрубберы и многоступенчатые системы очистки. Данные системы потребляют значительные объемы воды. Обработанный воздух выходит из этих систем при влажности более 95%.

Расход воды зависит от скорости потока воздуха, влажности и температуры окружающей среды. Это означает, что значительные объемы воды расходуются

данными системами в летний период. В среднем за год потребление пресной воды составляет от пяти до семи литров на 1 000 м³ очищенного воздуха с использованием любой из этих систем очистки воздуха.

3.1.3 Удельный расход энергетических ресурсов на свиноводческих предприятиях

Оценка потребления энергетических ресурсов на свиноводческих предприятиях является сложной задачей для всех производственных систем, так как их организация и сами системы не являются однородными. Кроме того, технологии, применяемые в производственной системе, от которых в значительной степени зависит количество потребляемой энергии, существенно различаются в зависимости от структурных и производственных характеристик предприятий. Еще одним важным фактором, влияющим на потребление энергетических ресурсов, являются климатические условия [11].

Анализ отраслевых анкет показал, что уровень минимального расхода энергетических ресурсов в год по производству в целом колеблется от 96,36 до 369,0 кВт ч/гол. в год. Свиноводческие предприятия с минимальным уровнем расхода энергетических ресурсов относятся к специализированным предприятиям, в которых содержатся хряки и молодняк на карантине. Предприятия по воспроизводству, репродукции свиней, доращиванию поросят и откорму являются высокоэнергетическими. Однако потребление энергетических ресурсов в расчете на голову содержащихся свиней и оплата затрат продукцией в виде полученного и откормочного молодняка на таких предприятиях ниже.

Максимальный расход электроэнергии отмечен на предприятиях, одновременно содержащих от 17 тыс. до 47 тыс. голов свиней.

Использование электроэнергии на свиноводческих предприятиях связано с освещением, отоплением, вентиляцией и раздачей кормов. Электричество – это основной вид используемой энергии. Данные об уровнях потребления энергетических ресурсов, используемых на свиноводческих предприятиях Российской Федерации, приведены в таблице 3.14.

Т а б л и ц а 3.14 – Расход энергетических ресурсов на свиноводческих предприятиях РФ

№ п/п	Наименование	ед. измерения	Расход	
			минимальный	максимальный
1	Расход энергетических ресурсов на 1 голову (по производству в целом)	кВт ч/гол в год	96,36	369,0
2	Затраты природного газа, всего по комплексу на 1 голову	м ³ /гол в год	18,3	74,92
3	Затраты на ГСМ, всего по производственным площадкам на 1 голову	м ³ /гол в год	1,13	59,42

Источник: на основе сбора данных предприятий отрасли.

Анализ представленных отраслевых анкет позволил выделить соотношение расхода электроэнергии на различные технологические процессы предприятий для жизнеобеспечения и здоровья животных и людей. На работу системы кормления расходуется в среднем 22% электроэнергии, на освещение помещений – 17%, вентиляцию – 19%, на систему отопления – 22%, на уборку станков и секций – 20% (рисунок 3.2).

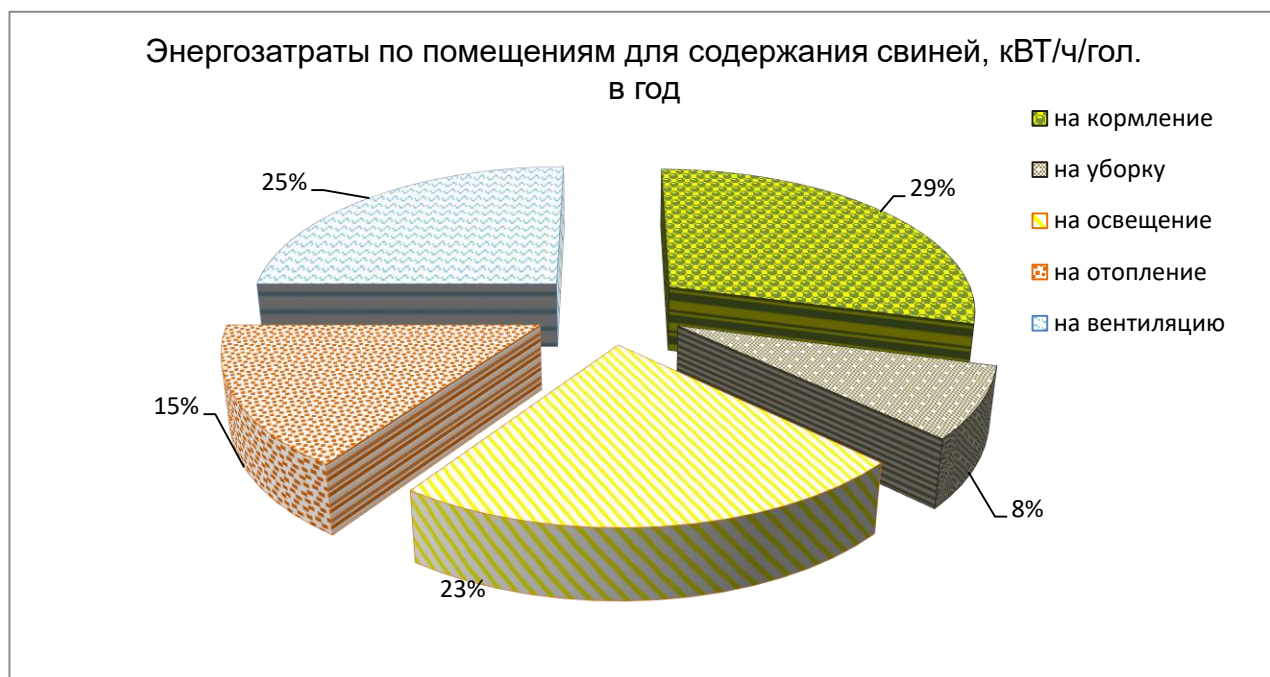


Рисунок 3.2 – Расход электроэнергии на различные технологические процессы

Потребление энергии для отопления зависит от половозрастной группы свиней, места расположения предприятия (климатических особенностей) и системы содержания животных в помещении, а также от управления микроклиматом в помещениях, особенно с учетом минимальной вентиляции. Отопление в помещениях для опороса представляет собой значительную долю от общего потребления электроэнергии.

Основные меры, применяемые в системе разведения свиней для снижения потребления электроэнергии, состоят из контроля над электрооборудованием: обогревателями для различных половозрастных групп свиней, приточно-вытяжной вентиляцией и систем искусственного освещения, а также использованием современных теплоизоляционных материалов.

Природный газ и горюче-смазочные материалы (ГСМ) – это второй источник энергии, и он в основном используется для теплогенераторов, а также для нагрева воды в бойлерах. Затраты природного газа всего по предприятиям колеблются от 18,3 до 74,92 м³/гол. в год. Свиноводческие предприятия с максимальным объемом затрат природного газа от 69480 м³ до 19592870 м³ в год производят от 25 до 47 тыс. голов откормочного молодняка в год. Природный газ, такой как пропан, используется исключительно для отопления. В зависимости от климата регионов, где располагаются свиноводческие предприятия, изменяется расход топлива. Так, в зонах с пониженной

температурой в течение года затраты природного газа увеличиваются, так как необходимо дополнительное отопление.

Уровень расхода горюче-смазочных материалов (ГСМ) по всем производственным площадкам свиноводческих предприятий находится в диапазоне от 1,13 до 59,42 м³/гол в год. В странах ЕС, например, в Финляндии здания свиноферм всегда подогреваются в зимнее время, а применение отопительных систем, использующих возобновляемые источники энергии, поддерживается инвестициями. Источники энергии используются в разной степени по всей Европе. В Италии около 70% энергии, используемой при выращивании молодняка свиней, поступает за счет ГСМ, в то время как в Великобритании более чем 57% используемой энергии – электричество. В странах с умеренным климатом, таких как Франция, электричество – это форма энергии, которая потребляется больше всего [11].

В таблице 3.15 показаны доля каждого источника энергии и общее среднее потребление энергии для разных типов свиноводческих предприятий.

Таблица 3.15 – Доля источников энергии и общее среднее потребление энергии для различных типов свиноводческих ферм

Типы свиноводческих предприятий	Электроэнергия	ГСМ	Газ	Общее среднее потребление энергии	
	%	%	%	кВт ч/ производство свиней /год	кВт ч/ на свиноматку /год
С законченным производственным циклом	76	21	3	48	983
Доращивание – откорм	86	14	0	25	н.д.
Репродуктор	70	30	0	19 (на 1 пор./отъем.)	403

Источник: BREF (EU), 2015 [11].

Разница между свиноводческими предприятиями в общем объеме потребления энергии является существенной, так как стандартное отклонение от среднего потребления энергии эквивалентно 328 кВт ч/ на свиноматку в год для товарного свиноводческого предприятия с внутренним племенным репродуктором.

Распределение общего объема потребления энергии для каждого физиологического этапа на товарном свиноводческом предприятии с внутренним племенным репродуктором представлено в таблице 3.16.

Таблица 3.16 – Распределение потребления энергии для каждого физиологического этапа на товарном свиноводческом предприятии с внутренним племенным репродуктором

Показатели	Поросята-отъемыши	Свиноматки на подсосе	Свиньи на откорме	Супоросные свиноматки	Другие стадии
Энергопотребление %	36	22	27	8	7

Источник: BREF (EU), 2015 [11].

ИТС 41–2023

Доли энергии, используемые для каждого технологического процесса (отопление, вентиляция, освещение, кормление, уборка помещений) на свиноводческом предприятии, для примера представлены в таблице 3.17.

Рядом авторов были проведены исследования по расчету среднегодового расхода энергии на 1ЕЖ (единица животного = на 1 голову) для различных свиноводческих предприятий. Результаты данных исследований приведены в таблице 3.18 [11].

Таблица 3.17 – Доли потребления энергии для каждого технологического процесса на свиноводческом предприятии

Показатели	ед. измерения	Помещение для проведения опороса	Помещение для поросят-отъемышей	Помещение для откорма свиней	Помещение для супоросных маток
Энергозатраты, всего по помещению для содержания свиней	кВт.ч/гол. в год	74,93	57,48	52,77	78,52
в т.ч.: на кормление	кВт.ч/гол. в год	11,78	13,62	13,86	37,62
на уборку	кВт.ч/гол. в год	4,1	3,04	5,87	7,53
на освещение	кВт.ч/гол. в год	21,3	12,65	13,95	11,81
на отопление	кВт.ч/гол. в год	14,25	7,04	8,65	10,62
на вентиляцию	кВт.ч/гол. в год	23,5	21,13	10,44	10,94

Источник: на основе сбора данных предприятий отрасли.

Таким образом, основными факторами, влияющими на использование электроэнергии для вентиляции, являются плотность поголовья и разница температур наружного воздуха и заданной температуры в помещении.

В то время как наружная температура находится вне контроля пользователей, заданная температура в помещении является переменной величиной, которой можно управлять.

Таблица 3.18 – Средний годовой объем потребления электроэнергии для различных типов свиноводческих предприятий по видам источников энергоресурсов

Технологические операции	Товарные свиноводческие предприятия с племенным репродуктором				Товарные свиноводческие предприятия			
	Электроэнергия		ГСМ		Электроэнергия		ГСМ	
	кВт ч\ год\ 1 ЕЖ	%	кВт ч\ год\ 1 ЕЖ	%	кВт ч\ год\ 1 ЕЖ	%	кВт ч\ год\ 1 ЕЖ	%
Кормление	61,31	27,3	нет данных	нет данных	20,14	11,6	нет данных	нет данных
Вентиляция и отопление	95,08	42,3	нет данных	нет данных	85,12	49,1	70,84	81,2
Уборка, хранение и переработка навоза	10,01	4,4	нет данных	нет данных	6,03	нет данных	нет данных	нет данных
Обработка навоза	10,06	4,5	нет данных	нет данных	6,03	3,05	нет данных	нет данных
Внесение навоза	31,08	13,8	52,75	100	19,39	11,2	15,08	17,3
Освещение	2,85	1,3	6,47	нет данных	нет данных	3,7	нет данных	нет данных
Полное энергопотребление	224,71	100	52,75	100	173,41	100	82,27	100

Источник: BREF (EU), 2015 [11].

Освещение, как правило, представляет третью, наиболее актуальную долю от общего потребления электроэнергии на свиноводческих предприятиях. Дневной свет считается предпочтительным, но искусственное освещение используется в помещениях, где интенсивность естественного света может сильно изменяться.

Изготовление гранулированного корма на комбикормовых заводах свиноводческих предприятий удваивает потребление электроэнергии, требуя примерно 20 кВт/ч на тонну корма. Потребление электроэнергии на распределение кормов довольно низкое при использовании сухого корма и может быть значительным при использовании влажного корма.

3.2 Выбросы и сбросы вредных веществ при интенсивном выращивании свиней

Согласно приказу Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 12 августа 2022 года № 532 «Об утверждении формы заявки о постановке объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, на государственный учет, содержащей сведения для внесения в государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, в том числе в форме электронных документов, подписанных усиленной квалифицированной электронной подписью» [56] определен порядок установления источников выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, подлежащих государственному учету и нормированию, уровень и (или) объем либо масса выбросов

ИТС 41–2023

загрязняющих веществ в отношении каждого стационарного источника выбросов в атмосферный воздух.

Также данным приказом определен порядок установления источников сброса загрязняющих веществ в поверхностные и (или) подземные водные объекты (места сброса сточных вод), их уровень и (или) объем, масса сбросов загрязняющих веществ в отношении каждого источника сброса загрязняющих веществ в поверхностные и (или) подземные водные объекты.

В соответствии со ст. 31.1 Федерального закона от 10 января 2002 года № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие хозяйственную и (или) иную деятельность на объектах I категории, обязаны получить комплексное экологическое разрешение [57]. Также при наличии соответствующих отраслевых информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие хозяйственную и (или) иную деятельность на объектах II категории, вправе получить комплексное экологическое разрешение [57].

Постановление Правительства РФ от 9 декабря 2020 года № 2055 [58] определяет порядок разработки предельно допустимых выбросов для стационарных источников, временно разрешенных выбросов для стационарных источников, предельно допустимых нормативов вредных физических воздействий на атмосферный воздух, а также порядок получения, продления и переоформления разрешений на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух для объектов хозяйственной и (или) иной деятельности, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, отнесенных в соответствии с законодательством Российской Федерации к объектам I категории по уровню воздействия на окружающую среду [59].

Согласно распоряжению Правительства РФ от 8 июля 2015 года № 1316-р «Об утверждении перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды» [60] приведен перечень вредных (загрязняющих) веществ (таблица 3.19).

Т а б л и ц а 3.19 – Перечень маркерных веществ

Маркерные загрязняющие вещества	
Выбросы (для атмосферного воздуха)	Сбросы (для водных объектов)
Аммиак	Аммоний-ион
Сероводород	Нитрат-анион
Азота оксид	Нитрит-анион
Азота диоксид	Фосфаты (по фосфору)
	Сульфат-анион (сульфаты)
Серы диоксид	БПК <small>полн.</small>
	ХПК
	Нефтепродукты (нефть)

Источник: на основе сбора данных предприятий отрасли.

В результате анализа отраслевых анкет были установлены загрязняющие вещества, которые возникают в технологических процессах производства продукции, отражают процесс производства, оказывают негативное воздействие на здоровье людей, животных и окружающую среду. Объекты сельскохозяйственного производства оказывают негативное химическое, биологическое, физическое и механическое воздействие на все основные компоненты окружающей среды: почву, поверхностные воды и атмосферный воздух. Загрязнение гидрографической сети и подземных вод прифермских территорий производится через поверхностный, дренажный и внутрипочвенный стоки с земель сельскохозяйственного назначения. Применяемые технологии содержания животных и технические средства удаления отходов допускают сильное разбавление водой естественных выделений животных, что резко увеличивает их влажность и повышает возможность поступления части жидкой фракции в водные источники.

Важнейшим недостатком современного животноводства является заниженный объем навозохранилищ, что приводит к размыванию навоза дождями, переполнению хранилищ и вытеканию из них жидкой фракции. Кроме того, существующие навозохранилища, как правило, не отвечают природоохранным требованиям. Также следует отметить отсутствие защитных сооружений для задержания и сбора навозосодержащих сточных и ливневых вод с территории ферм, что способствует негативной экологической ситуации.

Опасность для атмосферного воздуха представляют не только продукты сгорания топлива при использовании сельскохозяйственной техники, но и хранение топливно-смазочных материалов в необорудованных складах и устаревшее холодильное оборудование. Животноводство является источником поступления в атмосферу трех основных типов газов, образующих тепловой эффект: CO_2 , CH_4 и N_2O . В вентиляционных выбросах цехов переработки мяса содержится более 300 видов токсичных соединений, а в выбросах животноводческих комплексов – до 50 видов. Зона рассеивания токсичных веществ в атмосфере достигает 2500 м, что заметно ухудшает условия проживания населения в районе функционирования предприятий.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) — предельно-допустимые концентрации веществ, количественно характеризующие такое содержание вредных веществ в атмосферном воздухе, при котором на человека и окружающую среду не оказывается ни прямого, ни косвенного вредного воздействия.

Предельно допустимый выброс (ПДВ) – норматив предельно допустимого выброса вредного (загрязняющего) вещества в атмосферный воздух, устанавливается на уровне не превышения данным источником гигиенических и экологических нормативов качества атмосферного воздуха и предельно допустимых (критических) нагрузок на экологические системы и устанавливается федеральным органом исполнительной власти в области охраны окружающей среды.

Для выявления источников и количества выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду от свиноводческих объектов был применен метод анкетирования группы предприятий промышленного типа по интенсивному разведению свиней.

Из 294 анкет в обработку по выбросам загрязняющих веществ было включено 241 анкета, в 53 анкетах информация по выбросам не указана. Анкеты были распределены по специализации свиноводческих предприятий на: предприятия законченного цикла –

ИТС 41–2023

71 анкета, откорм + доращивание – 66, репродукторные фермы – 41, откорм – 30, репродуктор + доращивание – 16, предприятия по содержанию хряков-производителей – 8, доращивание – 5, карантин – 4. Анализ отраслевых анкет свиноводческих предприятий позволил определить годовой уровень выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, которые приведены в таблице 3.20.

Таким образом, загрязнение атмосферного воздуха свиноводческими предприятиями осуществляется в основном через выбросы загрязняющих газообразных и взвешенных веществ вентиляционными установками, обеспечивающими нормальные условия жизнедеятельности животных и человека, из производственных помещений.

Дополнительные загрязнения происходят от котельных в результате переработки и поступления в атмосферу продуктов сгорания топлива, от выхлопных газов автотракторной техники, от испарений из емкостей для хранения навоза, пыли, образующейся при погрузке, разгрузке, сыпучей сельскохозяйственной продукции.

Таблица 3.20 — Годовая масса загрязняющего вещества, тонн/год

Наименование вещества	Величина
Аммиак	492,2
Сероводород	227,1
Азота оксид	20,0
Азота диоксид	56,1
Серы диоксид	126,6

Источник: на основе сбора данных предприятий отрасли. Максимально допустимая концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе определена по результатам анкетирования свиноводческих предприятий.

В анкетах было отмечено 104 наименования загрязняющих веществ и основная их масса выделяется в очень малом количестве и не характеризует применяемые технологии, что не отражает особенности технологического процесса. К числу маркерных веществ, относящихся к наиболее значимым выбросам, с точки зрения экологического воздействия свиноводческих предприятий, отнесены аммиак и сероводород. Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от всех указанных в анкетах источников по свиноводческим предприятиям проводился в расчете на единовременное поголовье свиней (таблица 3.21).

Таблица 3.21 – Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу в зависимости от типа предприятий в расчете на тысячу голов массой тела более 30 кг, т/тыс. гол./год

Тип предприятия	Показатели выбросов	
	Аммиак	Сероводород
Репродукторы	5,41	0,18
Откормочные площадки, площадки полного цикла	4,94	0,19

Источник: на основе сбора данных предприятий отрасли.

Анализ показал значительный диапазон вариабельности показателей, что объясняется совокупностью различных факторов, влияющих на выбросы загрязняющих веществ по различным категориям свиноводческих предприятий. Расчет максимальных показателей выбросов маркерных загрязняющих веществ в атмосферу по свиноводческим предприятиям в расчете на фактическое поголовье свиней приведен в таблице 3.22.

К основным факторам относятся:

- строение и управление системами содержания животных в помещении, системы сбора и транспортирования навоза;
- системы вентиляции и интенсивность их работы;
- системы отопления помещений и температурные колебания вне помещения;
- возраст животных, их активность в течение дня, физиологическое состояние, уровень продуктивности;
- количество и качество навоза, который, в свою очередь, зависит от программы кормления различных половозрастных групп свиней, состава корма (уровня белка), использования подстилки, выпаивания и системы водообеспечения, влажности навоза, плотности поголовья, а также состояния здоровья животных.

Т а б л и ц а 3.22 – Максимальные выбросы загрязняющих маркерных веществ при содержании фактического поголовья свиней в расчете на 1000 гол., т/тыс. гол./год

Загрязняющие вещества	Показатели выбросов
Аммиак	5,41
Сероводород	0,18
Азота оксид	0,18
Азота диоксид	1,14
Серы диоксид	0,28

Источник: на основе сбора данных предприятий отрасли.

Таким образом, установлено, что все предприятия интенсивно используют производственные площади. Содержание животных безвыгульное в индивидуальных и групповых станках на частично щелевых полах. Навоз из помещений удаляют самосплавной системой. Помещения для содержания подсосных маток, порослят-отъемышей и свиней на откорме используют по принципу «все занято – все свободно».

Организованными источниками выделений вредных веществ в атмосферу от свиноводческих предприятий являются воздухопроводы принудительного действия и шахты естественного удаления воздуха. На некоторых предприятиях удаление воздуха из-под щелевых полов осуществляется центробежными вентиляторами через систему воздухопроводов, расположенных в продольной стене здания на высоте 3,0 метров от уровня земли, устье выброса направлено вниз. В зданиях для содержания подсосных свиноматок и порослят-отъемышей выброс производится вентиляционными шахтами (без вентиляторов), расположенными на крыше. Высота источников – 8,0 м. Режим работы системы вентиляции – круглосуточный.

Граница санитарно-защитной зоны устанавливается в соответствии с требованиями СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная

классификация предприятий, сооружений и иных объектов» [33] и постановлением Правительства Российской Федерации от 3 марта 2018 года № 222 «Об утверждении Правил установления санитарно-защитных зон и использования земельных участков, расположенных в границах санитарно-защитных зон» [32], уточняется в зависимости от произведенных расчетов рассеивания загрязняющих веществ.

Для обеспечения защиты окружающей среды и заботы о здоровье населения власти страны строго контролируют процесс сброса стоков в водные объекты.

Структура водопользования свиноводческих предприятий включает в себя водопотребление и водоотведение. Водопотребление осуществляется из систем коммунального водоснабжения (водопровод), поверхностных источников (река, озеро) или подземного источника (артезианские скважины).

Водоотведение производится в коммунальную систему канализации, локальные очистные сооружения (системы механической очистки, поля орошения, биологические пруды), поверхностный сток, а также в поверхностные водные объекты.

Под сбросом сточных вод понимают процесс отведения загрязненной воды от производственных помещений. Все сбросы можно разделить на три типа:

- бытовые сточные воды – вода, которая была использована для обеспечения бытовых нужд людей; выводятся бытовые сточные воды обычно в централизованные канализационные системы (ЦКС), откуда стоки поступают на очистные сооружения;
- промышленные сточные воды. Если предприятие небольшое, то сброс стоков также может быть осуществлен в ЦКС. Но на крупных предприятиях обустраивают собственную систему водоотведения. Стоки в этом случае сначала проходят многоуровневую очистку, а потом сбрасываются в близлежащий водоем;
- поверхностные стоки – образуются в результате обильных атмосферных осадков (ливневые).

Снизить негативное влияние на окружающую среду позволяет тщательная очистка стоков. Способы очистки во многом зависят от типа сточных вод, их загрязненности, а также особенностей водного объекта, в который планируется делать сброс.

Загрязнение поверхностных вод является одним из важнейших негативных воздействий сельскохозяйственного производства на природную среду.

Нормативы допустимых сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду разрабатываются с целью предотвращения нарушения равновесия в окружающей природной среде, а также обеспечения охраны жизни и здоровья населения и устанавливаются, исходя из условия недопустимости превышения предельно допустимых концентраций вредных веществ в водных объектах.

Для каждого предприятия-водопользователя нормирование сбросов загрязняющих веществ со сточными водами в водные объекты производится путем установления предельно допустимых сбросов (ПДС) загрязняющих веществ со сточными водами и планов мероприятий по достижению уровня ПДС со сроками их реализации.

Согласно приказу Министерства сельского хозяйства РФ от 13 декабря 2016 года № 552 [39], приведен перечень предельно допустимой концентрации загрязняющих вредных веществ при сбросах в водные объекты (таблица 3.23).

Азотсодержащие вещества (нитраты – NO_3^- , нитриты – NO_2^- и аммонийные соли – NH_4^+) почти всегда присутствуют во всех водах, включая подземные, и свидетельствуют о наличии в воде органического вещества животного происхождения. Они являются продуктами распада органических примесей, образуются преимущественно в результате разложения мочевины и белков, поступающих с бытовыми сточными водами. Рассматриваемая группа ионов находится в тесной взаимосвязи. Аммонийный азот в водах находится в растворенном состоянии в виде ионов аммония (аммоний-ион (NH_4^+)). Присутствие в незагрязненных поверхностных водах ионов аммония связано, главным образом, с процессами биохимической деградации белковых веществ, дезаминирования аминокислот, разложения мочевины.

Источником антропогенного загрязнения водных объектов ионами аммония являются стоки с сельскохозяйственных предприятий. Увеличение концентрации аммонийного азота является показателем свежего загрязнения и близостью источника загрязнения (животноводческие фермы, скопления навоза и др.).

Повышенное содержание нитритов указывает на усиление процессов разложения органических веществ в условиях медленного окисления NO_2^- в NO_3^- , это указывает на загрязнение водоема. Содержание нитритов является важным санитарным показателем. Наибольшие концентрации нитритов в воде наблюдается летом, что связано с деятельностью некоторых микроорганизмов и водорослей. Нитраты служат подтверждением более давнего фекального загрязнения воды. Недопустимо содержание их в воде с аммиаком и нитритами.

Таблица 3.23 – Технологические показатели (среднегодовые значения концентрации загрязняющих веществ в смешанных сточных водах, сбрасываемых в водные объекты, не более, мг/дм³)

Наименование ЗВ	Ед. изм.	Величина
Аммоний-ион	мг/дм ³	0,5 (в пересчете на азот 0,4)
Нитрат-анион		40 (9 в пересчете на азот нитратов)
Нитрит-анион		0,08 (0,02 в пересчете на азот нитритов)
Фосфаты (по фосфору)		0,05 (по P) – олиготрофные 0,15 (по P) – мезотрофные 0,2 (по P) – эвтрофные водоемы
Сульфат-анион (сульфаты)		100
БПК _{полн}		3
Нефтепродукты (нефть)		0,05
ХПК	мг ^{O2} /дм ³	30*

Источник: Приказ Минсельхоза России от 13 декабря 2016 года № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (с изменениями и дополнениями) [39]; *Постановление гл. санитарного врача РФ № 2 от 28.01.2021 г. [37].

Отсутствие в воде аммиака и в то же время наличие нитритов и особенно нитратов, то есть соединений азотной кислоты, свидетельствует о том, что загрязнение водоема произошло давно, но вода подверглась самоочищению. Аммиак в воде и отсутствие нитратов указывают на недавнее загрязнение воды органическими веществами.

Азот переходит из одной формы в другую благодаря биохимическим процессам, в которых участвуют микроорганизмы, растения и / или животные, а также посредством химических процессов, которым способствуют повышенные температура и давление, атмосферный свет и возможные катализаторы [11], [12], [61].

Это имеет ряд последствий: большинство форм азота являются «активными», поскольку они легко трансформируются в биосфере в другие формы в ходе биологических, фотохимических и радиационных процессов. Химически активные соединения азота (N_r) включают в себя:

- неорганические восстановленные формы, такие как аммиак (NH_3) и аммоний (NH_4^+), совместно обозначаемые (NH_x);
- неорганические окисленные формы (например, NO_x , азотная кислота (HNO_3), азотистая кислота ($HONO$), закись азота (N_2O), нитрит (NO_2^-) и нитрат (NO_3^-);
- органические восстановленные формы, такие как мочевины, амины, белки и нуклеиновые кислоты.

Одна восстановленная форма, диазот (N_2), не является активной (химически она чрезвычайно стабильна), поскольку для того, чтобы разорвать связь между двумя атомами N, требуется много энергии.

Все газообразные и жидкие формы N_r в достаточно высоких концентрациях токсичны для человека и животных (и растений). Уровни токсичных концентраций сильно различаются как между формами, так и между организмами:

- азот переносится по воздуху в виде газов, таких как диазот (N_2), закись азота (N_2O), NO_x (включая NO и NO_2), азотная кислота (HNO_3), азотистая кислота ($HONO$) и аммиак (NH_3), амины и другие летучие органические азотсодержащие соединения (VON), а также в виде аэрозолей, включая дисперсные частицы PM , образующиеся, в частности, из нитратов (NO_3^-), аммония (NH_4^+) и азота органического происхождения в виде частиц (PON);

- азот переносится растворенным в воде в виде нитратов (NO_3^-), аммония (NH_4^+), мочевины ($CO(NH_2)_2$), растворенного органического азота (DON) и закиси азота (N_2O), а также переносится во взвешенном состоянии в воде в виде твердых частиц органического азота (PON).

Образование азота в животноводстве в значительной степени зависит от породы, качества кормов, возраста и содержания стада и обычно колеблется от 5 до 15% в производстве говядины, от 15 до 30% в молочном производстве, от 25 до 40% в свиноводстве и от 40 до 50% в птицеводстве. Остальное выделяется в виде мочевины в моче (мочевая кислота у птицы) и животного навоза. Как правило, половина экскреции N производится в форме мочевины (и аммония (NH_4^+)) и половина – в органически связанной форме, в зависимости от содержания белка в корме. Навоз и моча животных являются ценным источником питательных элементов и органического углерода в природных и сельскохозяйственных системах. Вместе с тем навоз и моча животных

стрелки) и изменения в почвенных пулах органического азота (зеленые квадраты с черными стрелками).

Фиксация атмосферного азота и осаждение атмосферного аммиака (NH_3) показаны желтыми стрелками вместе с ввозом продукции на территорию ландшафта и вывозом с нее (транспорт, подвозящий корма и удобрения, и вывоз навоза, урожая, скота и продуктов животноводства). В воздух попадают в основном потоки аммиака, оксиды азота (NO_x) 30, закись азота (N_2O) и диазот (N_2); в воду попадают нитраты (NO_3^-), аммоний (NH_4^+) и растворенный органический азот (РОА), а в почву – остатки органического азота ($\text{N}_{\text{орг}}$).

В биологических системах фосфор может находиться в виде свободных *фосфат-анионов* в растворе (неорганический фосфат) или связанным с органическими молекулами в виде различных фосфорорганических соединений. Органические фосфаты обычно встречаются в виде сложных эфиров в виде нуклеотидов (например, AMP, ADP и ATP), а также в ДНК и РНК. Свободные ортофосфатные анионы могут высвобождаться при гидролизе фосфоангидридных связей в АТФ или АДФ. Эти реакции фосфорилирования и дефосфорилирования являются непосредственным хранилищем и источником энергии для многих метаболических процессов. АТФ и АДФ часто называют высокоэнергетическими фосфатами, как и фосфагены в мышечной ткани. Аналогичные реакции существуют для других нуклеозидных дифосфатов и трифосфатов.

Во избежание загрязнения водных источников не допускаются утечки в водные объекты от навозопроводов и сооружений для их хранения, а также сброс бытовых отходов и мусора. Не допускается сброс грунта, растительных отходов производства, строительных и других материалов в водные объекты.

Предприятия должны обеспечивать санитарное состояние подведомственной территории и не допускать вынос через дождевую канализационную сеть отходов производства. Не допускается производить в водных объектах и на их берегах мойку транспортных средств, других механизмов, а также проведение любых работ, являющихся источником загрязнения вод.

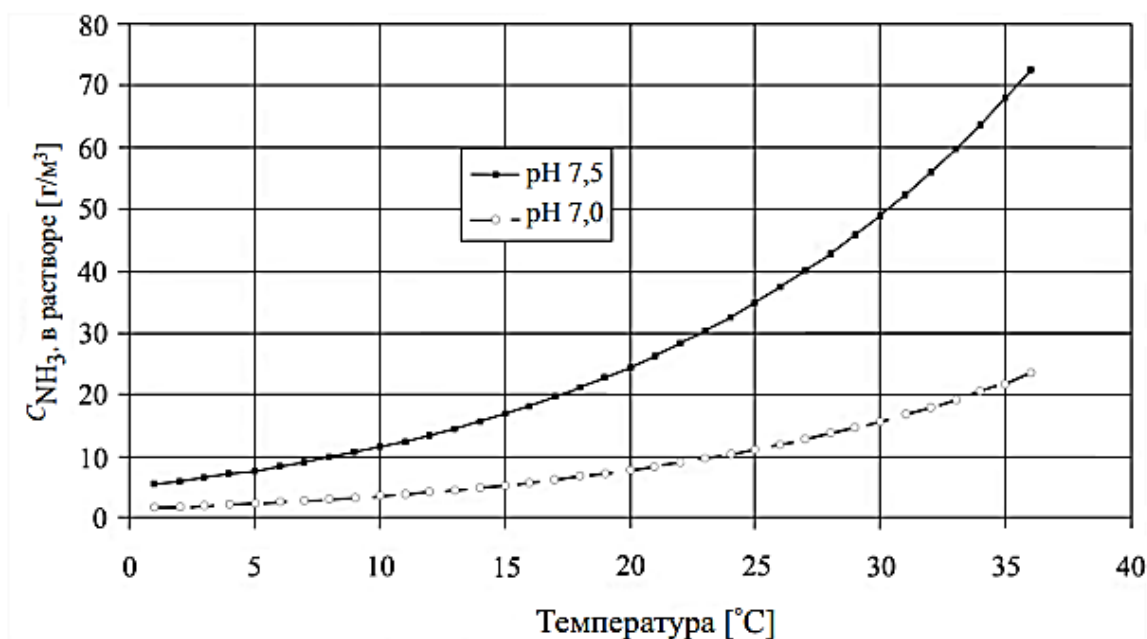
3.2.1 Выбросы аммиака при интенсивном разведении свиней

Основные выбросы в воздух, которые происходят за счет систем содержания животных в помещении, – аммиак (NH_3), метан (CH_4) и оксид азота (N_2O).

Аммиак (нитрид водорода, NH_3) – бесцветный газ с резким характерным запахом (запах нашатырного спирта), относится к группе веществ удушающего и нейротропного действия, способных при ингаляционном поражении вызвать токсический отек легких и тяжелое поражение нервной системы, обладает как местным, так и резорбтивным действием. Пары аммиака сильно раздражают слизистые оболочки глаз и органов дыхания, а также кожные покровы. Они вызывают обильное слезотечение, боль в глазах, химический ожог конъюнктивы и роговицы, потерю зрения, приступы кашля, покраснение и зуд кожи.

Выбросы аммиака зависят от разницы между парциальным давлением NH_3 в растворе и свободного NH_3 в атмосфере. Высокие концентрации NH_3 в растворе и низкие концентрации NH_3 в окружающей атмосфере приводят к увеличению выбросов

NH_3 . Согласно закону Генри, выбросы аммиака также зависят от температуры: повышение температуры приводит к увеличению выбросов (рисунок 3.2 б).



Источник: по материалам Denmead and others (1982).

Рисунок 3.2.б – Концентрация NH_3 в зависимости от температуры

Анализ выбросов аммиака проводился в зависимости от типа предприятий (134 анкеты). Технологические нормативы по выбросам аммиака приведены в приложении А. Максимальное годовое выделение аммиака отмечается на четырех предприятиях: по доращиванию поросят – 1 анкета, предприятиях, имеющих корпуса доращивания поросят и корпуса откорма – 3 анкеты. Величина выброса аммиака составила от 2,55; 5,11; 8,0 и 11,13 т на 1000 голов. Большая часть предприятий имеет выбросы аммиака в пределах 0,06-1,05 т на 1000 голов (рисунок 3.3).

На предприятиях применяется самосплавная вакуумная система удаления навоза из помещений, навоз не разделяется на фракции, выдерживается в открытых лагунах от трех до шести месяцев.

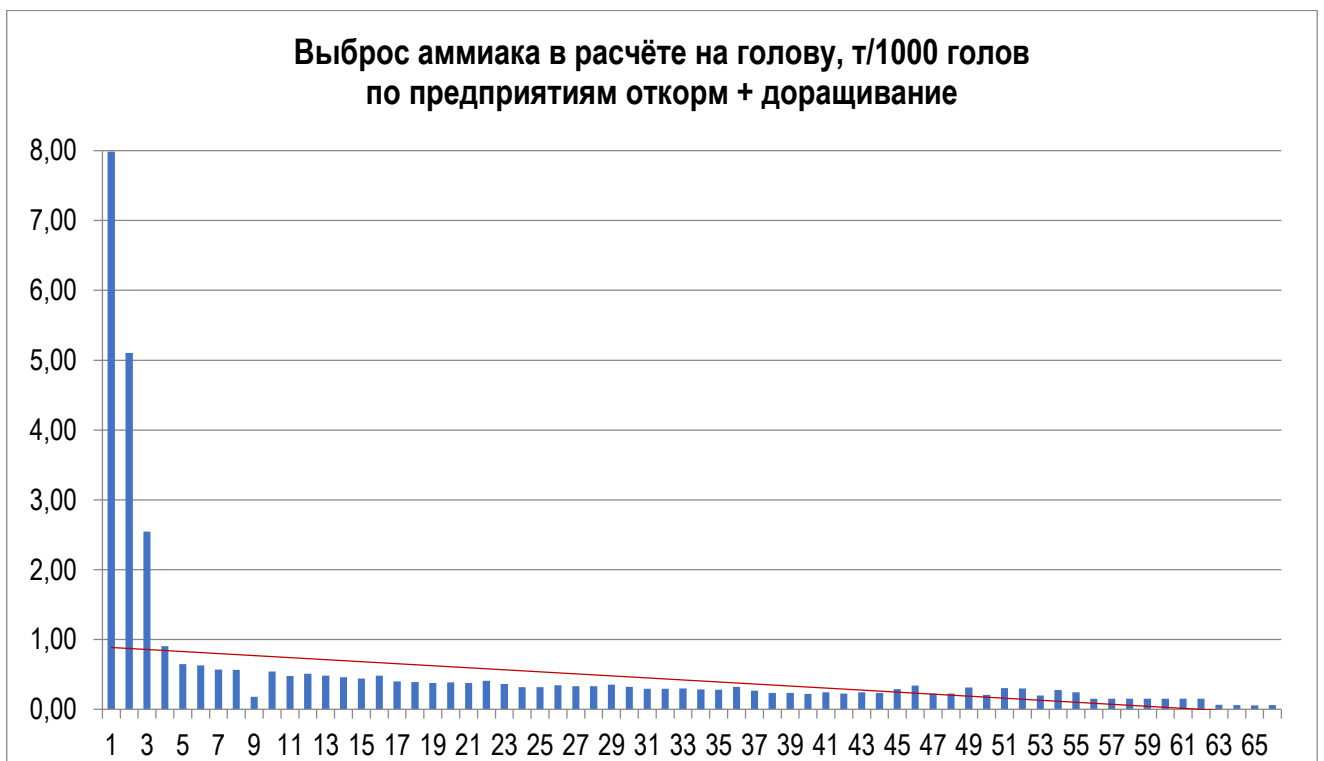
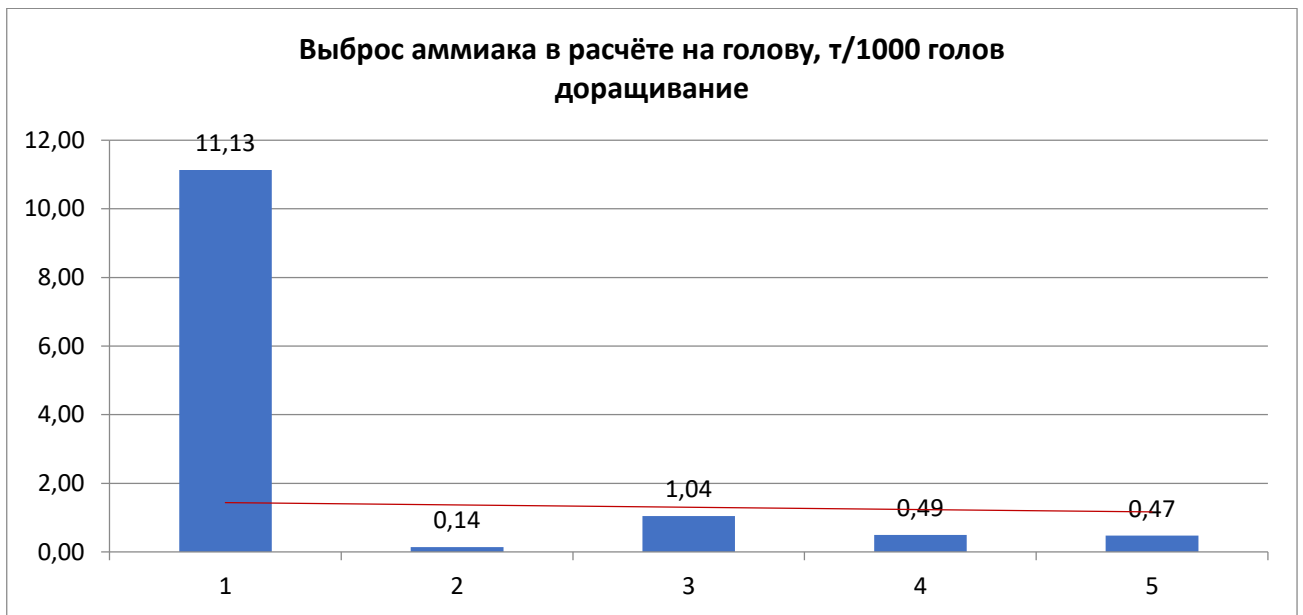


Рисунок 3.3 – Выброс аммиака на предприятиях доращивания и доращивание + откорм

По репродукторным фермам и предприятиям по содержанию хряков-производителей максимальное годовое выделение аммиака отмечается на двух репродукторах – 5,41; 5,0 и двух предприятиях: по содержанию хряков – 5,83; 5,78 т. на 1000 гол. Основная часть предприятий укладывается в диапазон от 0,25 до 2,07 т на 1000 голов (рисунок 3.4).

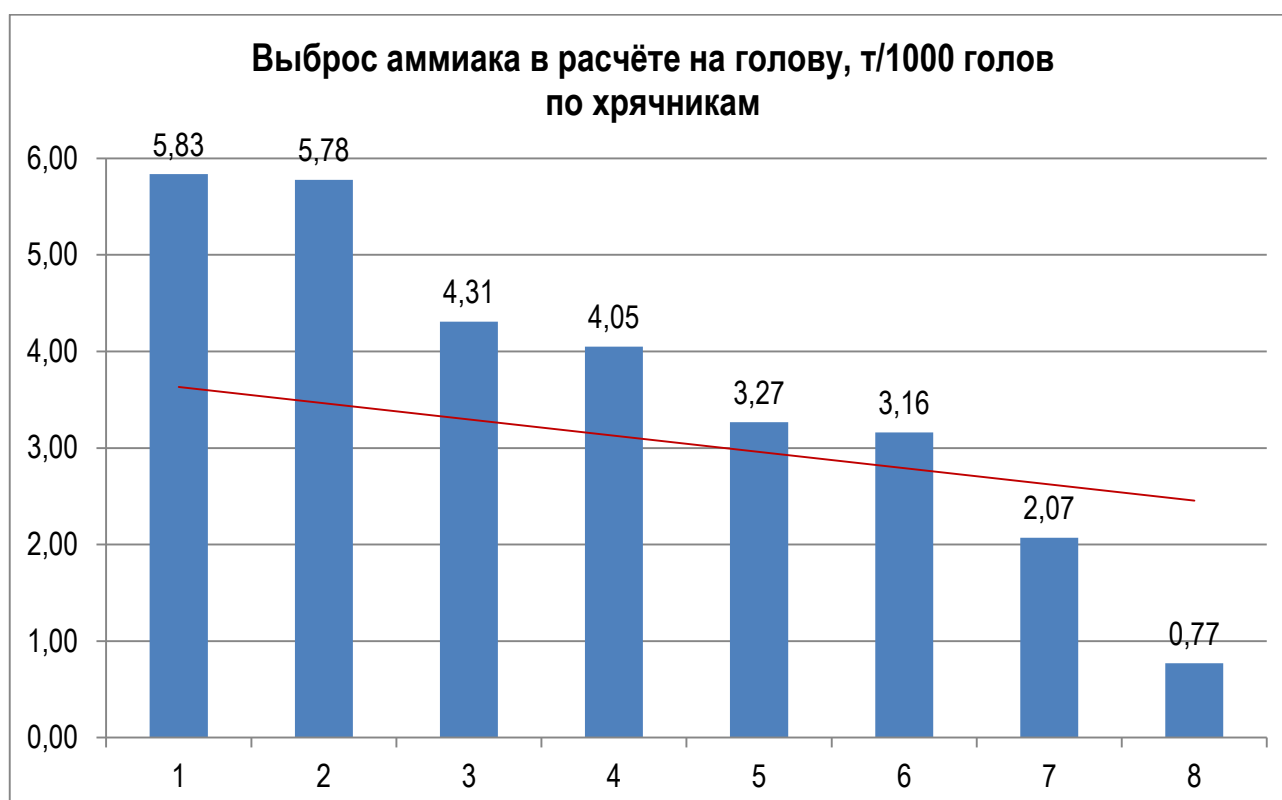
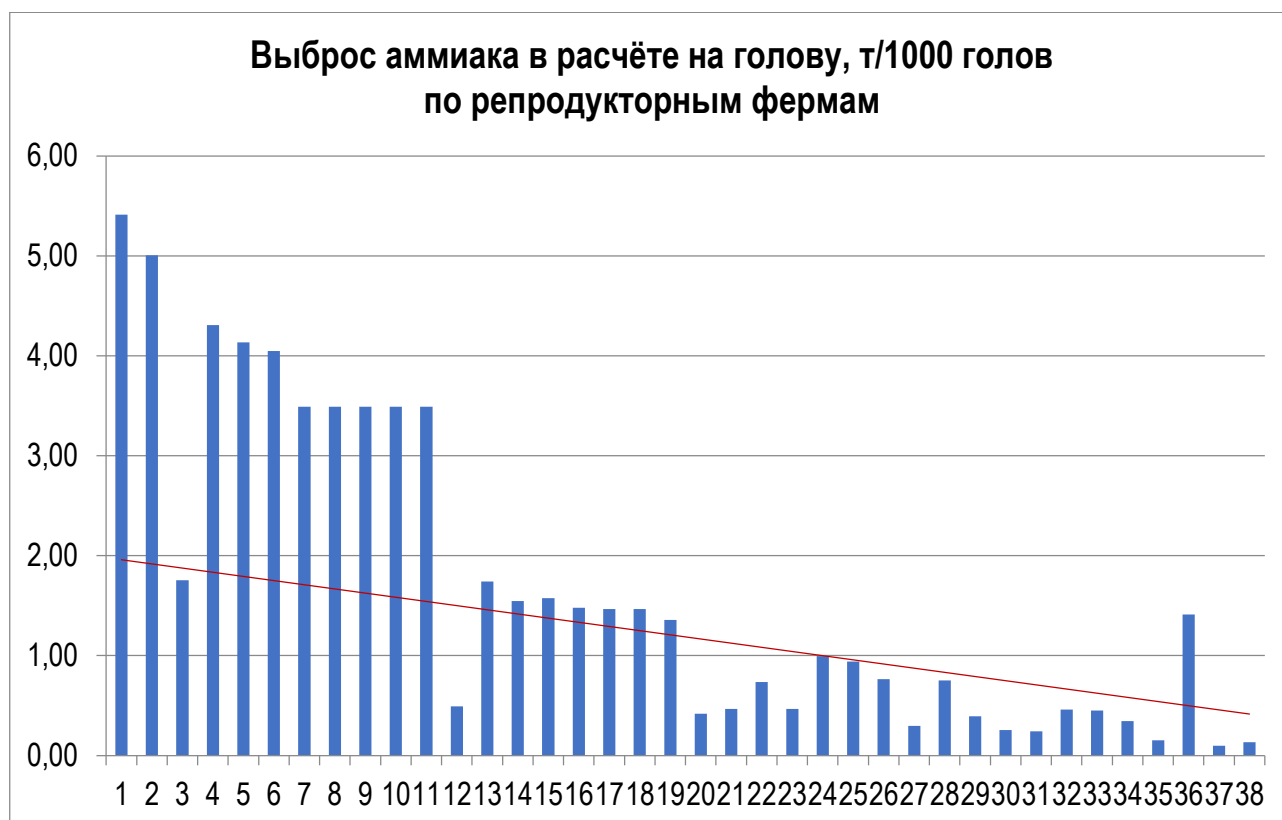


Рисунок 3.4 – Выброс аммиака на репродукторах и СИО

На рисунке 3.5 представлено максимальное годовое выделение аммиака по предприятиям откорма и законченного цикла отмечается в диапазоне – 4,94 -5,5 т на 1000 голов. Основная часть предприятий укладывается в диапазон от 0,15 до 1,9 т на 1000 голов.

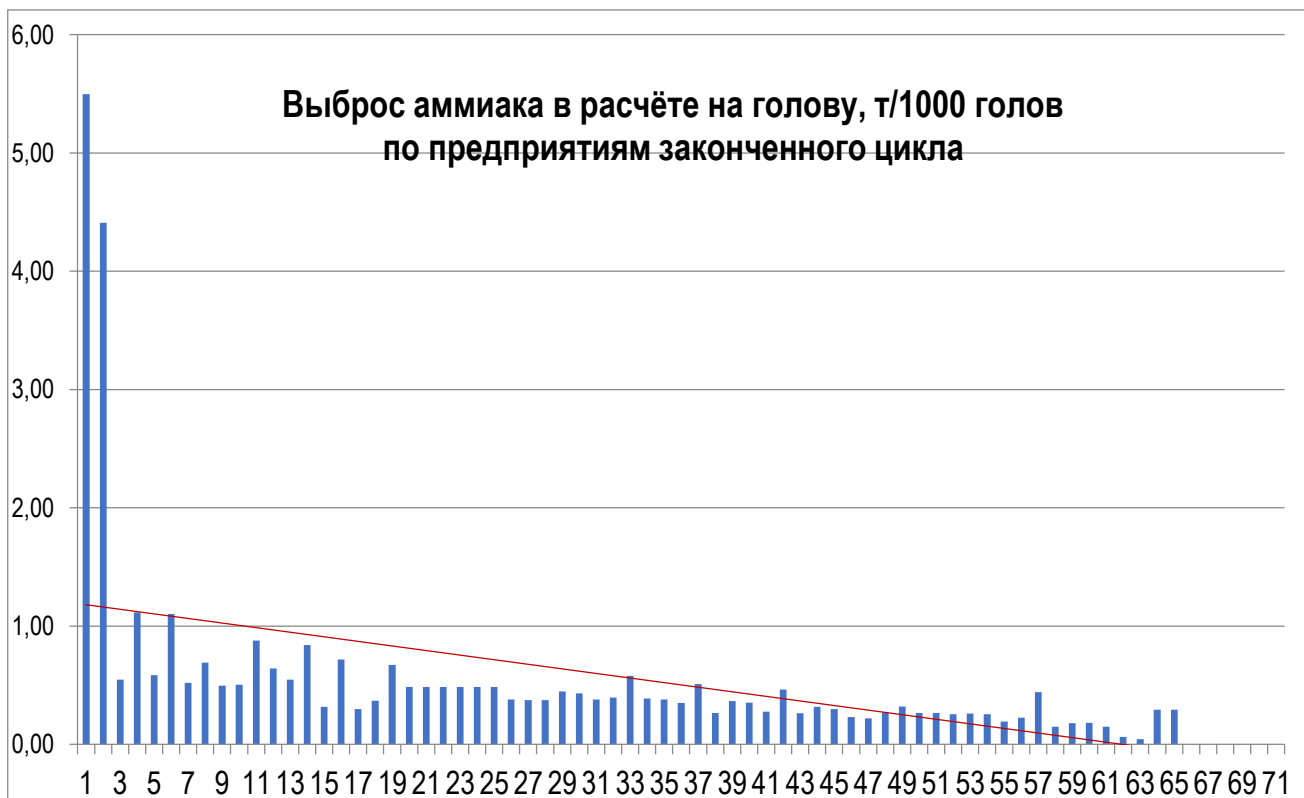
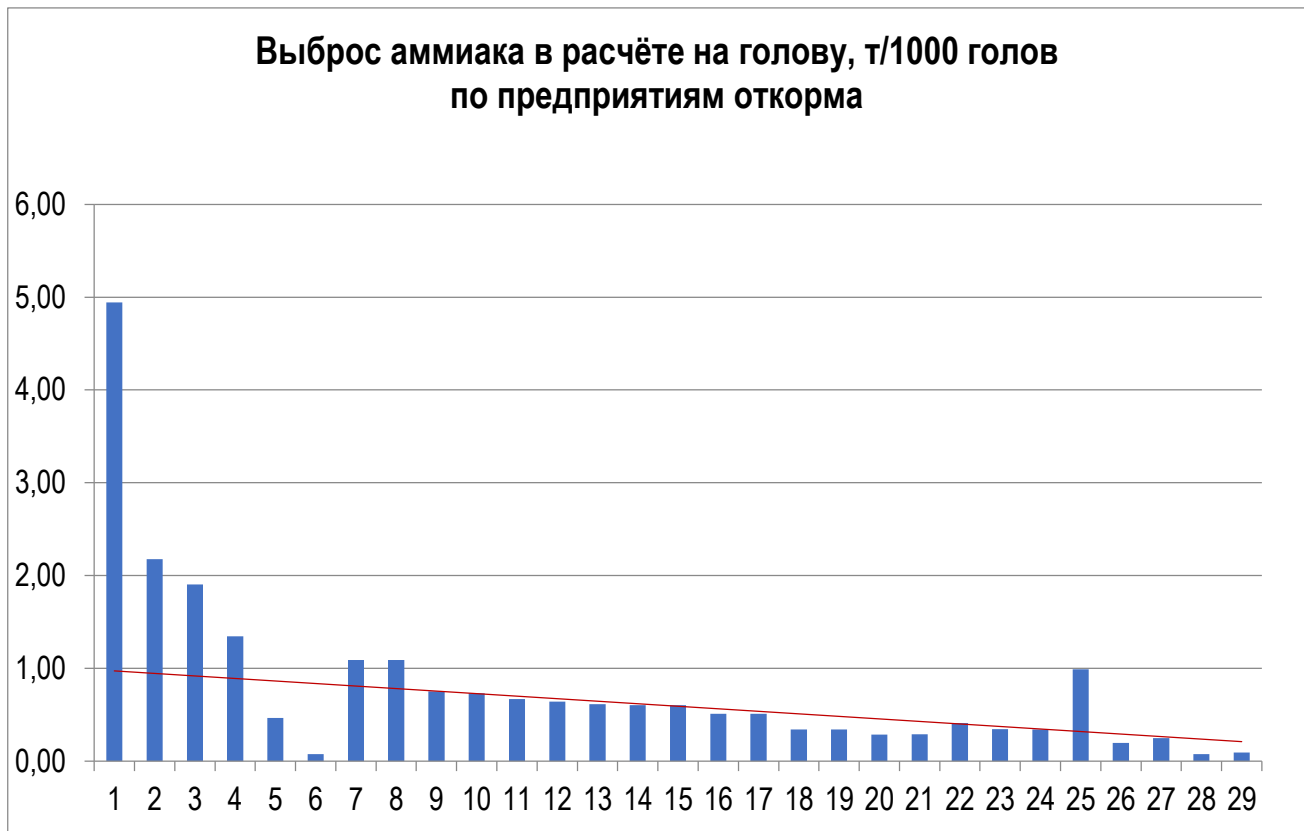


Рисунок 3.5 – Выброс аммиака на предприятиях откорма и законченного цикла

Основным источником аммиака является быстрый гидролиз мочевины, содержащейся в уреазе мочи животных, ведущий к образованию аммония (NH₄⁺). Уреаза

– это фермент, присутствующий в фекальных бактериях, большое количество которого находится на загрязненных поверхностях пола, сливных ям, на стенах станков и внутри животноводческих помещений.

Активность уреазы зависит от температуры; она является низкой при температурах ниже 5–10 °С и выше 60 °С. В практических условиях модели показывают экспоненциальный рост активности уреазы, связанный с температурой. Активность уреазы также зависит от рН с оптимальными значениями в диапазоне от 6 до 9; а рН навоза обычно буферизуется в диапазоне 7,0–8,4.

Еще одним источником NH_3 является деградация непереваренных белков, но это не происходит быстро.

Образование NH_4^+ зависит также от влажности навоза, т.к. вода необходима для бактериальной активности. При влажности от 40 до 60% происходит уменьшение выбросов NH_4^+ , а при значениях ниже 5–10% образование аммиака прекращается.

Выделение аммиака из навоза также связано с различием в концентрации NH_3 в навозе и воздухе. С одной стороны, на концентрацию NH_3 в навозе влияют рН и температура, как описано выше; с другой стороны, удаление NH_3 из воздуха поверхности регулируется конвективной транспортировкой масс за счет вентиляции помещения. NH_3 имеет неприятный запах при показателях рН выше среднего из-за его относительно низкого обонятельного порога.

Таким образом, установлено, что диапазон значений выбросов аммиака по различным предприятиям имеет существенные колебания показателей, что обусловлено многими факторами. На изменчивость уровня выбросов от свиноводческих предприятий влияют: содержание питательных веществ в кормах; микроклимат в помещении; плотность размещения поголовья; уровень обслуживания помещений.

Большое влияние на выбросы аммиака оказывает навозная жижа, выбросы могут существенно различаться из-за различий в площади поверхности каналов для ее стока, соотношении твердого пола с решетчатым, рН навозной жижи, концентрации общего аммонийного азота (ОАА) в навозной жиже, температуры и вентиляции.

Исследования показали, что установка поилок и организация питьевой зоны в станках меняют социальное поведение в группе и реакции на изменения климата, что влияет на дефекацию животных и, следовательно, может изменить уровни выбросов.

В частности, принято считать, что в зданиях с частично щелевым полом большая часть выбросов возникает из каналов стока навозной жижи и эти выбросы составляют от 11 до 40% от выбросов из загонов. Вариации выбросов аммиака в большей степени зависят от чистоты твердого пола и размера щелевого пола, а не от количества жидкого навоза, хранящегося под его решетками. Величина загрязненного участка связана с поведением животных, которое можно контролировать частично за счет конструкции загонов, положения кормушек и поилок и контроля климата в помещении. Как правило, в вентилируемых зданиях поросята предпочитают лежать на теплой твердой поверхности пола, что способствует тенденции испражнения на решетчатый участок пола. Таким образом, свиньи на откорме (30–110 кг) проводят 87% своего времени лежа, в основном на твердом бетонном полу в зданиях с частично щелевым полом. Однако при высоких температурах окружающего воздуха поросята предпочитают лежать на прохладной поверхности, которой является щелевой пол, и, соответственно, испражняться на теплую поверхность, на которой они раньше лежали. Это загрязнение

вызывает увеличение площади эмиссии не только от пола, но также до некоторой степени от самих испачканных животных. В загонах для группового содержания свиноматок с функциональными зонами необходимо обеспечить доступность этих мест молодым свиноматкам, так как взрослые свиноматки блокируют небольшие проходы к местам для кормления и дефекации. В таких случаях молодые свиноматки начинают испражняться за пределами предназначенных для этих целей решетчатых участков, вызывая увеличение выбросов аммиака. Эффективной мерой для уменьшения такого типа поведения и воспитания свиней на откорме и свиноматок является периодическое использование разбрызгивания воды.

Еще одним фактором увеличения изменчивости выбросов NH_3 из помещений является увеличение потребления корма в течение вегетационного периода, в частности при откорме свиней, что приводит к увеличению выделения общего аммонийного азота (ОАА), а, следовательно, и к увеличению выбросов аммиака.

Увеличение плотности посадки животных в станке, с учетом комфортных для них условий, снижает уровень выбросов аммиака на единицу площади. При наличии подстилки моча просачивается через подстилку (опилки или солома), тем самым уменьшая площадь поверхности, контактирующей с воздухом. Солома также оказывает влияние на уменьшение потока воздуха над площадью эмиссии. В то же время испражнения могут поглощаться соломой и превращаться в органические соединения азота с помощью микроорганизмов. Это означает, что потенциал для потерь азота через улетучивание NH_3 из подстилки может быть меньше, чем из жидкого навоза, за счет иммобилизации аммонийного азота. Тем не менее O_2 , который диффундирует в пористую поверхность слоя, утилизируется за счет аэробной активности микроорганизмов в подстилке, что приводит к увеличению температуры примерно до 40–50 °С с последующими потерями NH_3 .

По данным ученых, выбросы аммиака могут быть выше с пола с соломенной подстилкой, чем с решетчатого пола, где солома накапливается или удаляется реже, т. е. раз в месяц, или при компостировании такой соломы. Если грязная подстилка регулярно удаляется или заменяется (еженедельно или ежедневно), никакой существенной разницы в выбросах аммиака и пыли не должно существовать при использовании соломенной подстилки по сравнению с решетчатым полом. В помещениях, где свиней выращивают на толстой подстилке из соломы (то есть там, где солома добавляется с интервалами и навоз удаляется в конце цикла), выбросы аммиака могут варьироваться от 15–25% выделяемого азота до 5–15%, в случае когда подстилка превышает 50–80 кг/животное или если плотность размещения поголовья уменьшается с 1–1.4 м² на одно животное до 2 и более м² на нескольких. Отмечено, что изменения в уровнях выбросов между навозной жижей и толстой подстилкой не имеют большой разницы.

Существенными являются различия в конкретных характеристиках систем содержания животных и управления навозом, а также различные климатические условия, что отражается в различных коэффициентах выбросов, используемых государствами – членами ЕС. Коэффициенты выбросов в свиноводческих хозяйствах Великобритании представлены в таблице 3.24.

В Германии стандартные коэффициенты выбросов, связанные с жидким навозом при откорме свиней, составляют 2,9 (2,4–6,1) кг NH₃/место/год при применении N - адаптированного кормления без использования других мер по смягчению последствий.

Т а б л и ц а 3.24 – Коэффициенты выбросов аммиака при содержании свиней, используемые в Великобритании

Категория животных	Средний живой вес, кг	Коэффициент выбросов NH ₃ , гр N/1 жив/сутки	кг NH ₃ /место/год*
Свиноматки – солома	200	25,2	4,47
Свиньи – решётчатый пол	200	17	3,01
Опоросившиеся свиноматки – солома	225	25,2	5,01
Опоросившиеся свиноматки – решётчатый пол	225	26,7	5,32
Отъемыши – решётчатый пол	12	27,7	0,29
Свиньи на откорме – солома	65	50,2	2,89
Свиньи на откорме – решётчатый пол	65	69,6	4,01
Хряки – солома	250	25,2	5,68

* Значения вычисляются из данных о выбросах в г N/ 1 жив. /сутки и средней живой массы половозрастной группы животных.

Самым важным источником выбросов аммиака являются потери при перемещении навоза из помещений к местам переработки и хранения. Следует отметить, что потери в процессе хранения навозной жижи и твердого навоза могут внести значительный вклад в общий объем выбросов аммиака. Хранение твердого навоза и навозной жижи является источником газообразных выбросов аммиака, метана, окиси азота и пахучих соединений. Жидкость, вытекающая из твердого навоза, также считается выбросом (выщелачивание нитратов).

Выбросы из навозохранилищ зависят от ряда факторов:

а) твердый навоз:

- 1) химический состав навоза (т. е. концентрация NH₄-N);
- 2) компостный потенциал (содержание воды, сухого вещества, плотность и содержание);
- 3) эмиссионная поверхность;
- 4) применение покрытий;

б) навозная жижа:

- 1) химический состав навозной жижи (т. е. концентрация NH₄-N);
- 2) физические характеристики сухое вещество %, рН);
- 3) эмитирующая поверхность (площадь, корка);
- 4) климатические условия (температура окружающей среды, дождь, ветер);
- 5) применение покрытий.

Из вышеперечисленных факторов наиболее важными являются содержание сухого вещества и содержание азота. Сухое вещество в основном зависит от уборки, хранения и использования навоза, в то время как количество азота зависит от

ИТС 41–2023

программы кормления. Кроме того, системы содержания животных в помещении, которые направлены на сокращение выбросов из твердого навоза и навозной жижи, собранных в помещении, также влияют на содержание азота в навозе и, следовательно, на выбросы при хранении. Количественная оценка выбросов аммиака может быть сделана путем измерения с помощью прямых методов. Базовый уровень выбросов без какого-либо покрытия на поверхности хранящегося навоза, основываясь на данных из западноевропейских стран, составляет примерно 1,4–2,7 кг NH₃-N на м² в год; более низкие значения могут наблюдаться там, где хранящийся навоз замораживается в течение нескольких месяцев, и более высокие значения в теплых странах.

Следует отметить, что в целом сокращение выбросов азота, достигнутое на одном технологическом этапе, влияет на количество азота на следующих этапах и, следовательно, на количество его выбросов на каждом этапе. Сокращение выбросов аммиака в свиномышине обычно приводит к тому, что большее количество аммония попадает в навозохранилище; это может увеличить риск выбросов аммиака из хранилища.

В результате часть эффекта от снижения выбросов может быть потеряна. В то же время меры по снижению выбросов из навозохранилища могут стать более экономичными, если больше аммонийного азота достигнет навозохранилища. В принципе выбросы, которые можно избежать на одном этапе производства, могут увеличить выбросы на следующем этапе из-за более высокого содержания азота в навозе. Для решения этой важной взаимосвязи животноводство также должно быть рассмотрено во всей технологической цепи. Для этой цели выбросы азота на отдельных этапах процесса – размещения, хранения навозной жижи и ее распределения – объединяются в единую цепь. Примеры общих коэффициентов выбросов, используемые во Франции на каждом этапе свиноводства для процесса уборки, хранения и использования навозной жижи, представлены в таблице 3.25.

Таблица 3.25 – Потери азота на всех этапах процесса уборки, хранения и использования навозной жижи во Франции

Параметры	% потерь азота (в виде N-NH ₃) *	Содержание азота (г)
N выделенный в помещении	NR	1 000
Потери внутри помещения (% N выделенный)	25 (15–30)	250
N в наружном хранилище	NR	750
Потери в хранилище	5 (5–15)	38
N доступный для внесения	NR	712
Потери при внесении	20 (10–50)	142
N используемый с/х культурой	NR	570
Потери N на всей ферме (% N выделенный)	43	430

* Потери N из-за образования N₂O считаются низкими.

** Средний состав питательных веществ навозной жижи, внесенной в почву N:P₂O₅:K₂O = 1.00 :0.67:0.89. 70% азота является аммонийным. NB: NR = не соответствует; диапазон потенциальных потерь в скобках.

Отдельные коэффициенты выбросов аммиака на каждом этапе производственной цепи для различных категорий свиней в Испании представлены в таблице 3.26.

Т а б л и ц а 3.26 – Коэффициенты выбросов аммиака, используемые с учетом уборки, хранения и использования навозной жижи в Испании

Тип свиней	Стадия размещения, кг NH ₃ -N/место/год	Стадия хранения, кг NH ₃ -N/место/год	Стадия применения в полевых условиях, кг NH ₃ -N/место/год	В целом, кг NH ₃ -N/место/год
Отъемыши	0,417	0,150	0,369	0,936
Молодняк 20–49 кг	1,584	0,570	1,401	3,556
Финишеры 50–79 кг	1,904	0,685	1,684	4,274
Финишеры 80–109 кг	2,128	0,766	1,882	4,776
Финишеры >110 кг	1,988	0,716	1,758	4,462
Супоросные свиноматки	3,421	1,698	3,025	8,144
Опоросившиеся свиноматки	4,132	2,051	3,653	9,836
Ремонтные свинки	2,088	1,036	1,846	4,971
Хряки	2,763	1,371	2,443	6,577
Молодняк Финишеры 20–100 кг	1,665	0,599	1,472	3,736

В таблице 3.27 приведены коэффициенты выбросов аммиака по различным категориям свиноводческих ферм в Германии.

Т а б л и ц а 3.27 - Коэффициенты выбросов аммиака при содержании свиней по категориям в Германии

Категории свиней	NH, коэффициент выбросов (кг NH, гол/год)
Откормочные свинофермы	
Принудительная вентиляция, технология разделения на фракции – жидкий навоз (частично или полностью щелевые полы)	3,64
Принудительная вентиляция, технология разделения на фракции – твердый навоз	4,86
Естественная вентиляция, жидкая или твердая фракция навоза (корпус с наклонным полом, технология глубокой подстилки)	2,43
Репродукторные фермы	
Свиноматки, включая поросят до 25 кг	7,29
Условно-супоросные и супоросные свиноматки	4,8
Свиноматки на подсосе (свиноматки, включая поросят до 10 кг)	8,3
Поросята-отъемыши	0,5
Свинки	3,64

Источник: (474 VDI 2011).

3.2.2 Выбросы сероводорода при интенсивном разведении свиней

Сероводород (H_2S) – наиболее активное из серосодержащих соединений. В нормальных условиях это бесцветный газ с неприятным запахом тухлых яиц. Сероводород – очень токсичный газ, действующий непосредственно на нервную систему. По шкале опасности он отнесен к третьему классу.

Он очень ядовит: острое отравление человека наступает уже при концентрациях 0,2–0,3 мг/л, концентрация выше 1 мг/л смертельна. Сероводород хорошо растворим в воде. Диапазон взрывоопасных концентраций его смеси с воздухом достаточно широк и составляет от 4 до 45%. При контакте с металлами (особенно если в газе содержится влага) вызывает сильную коррозию.

Источниками накопления сероводорода в воздухе животноводческих помещений служат гниение содержащих серу белковых веществ и кишечные выделения животных, особенно при богатом белком корме или расстройствах пищеварения. Сероводород может поступать в воздух помещений также из жижеприемников, если в канализационной системе нет гидравлических затворов.

Всасывание сероводорода в кровь происходит через легкие и слизистые оболочки дыхательных путей. Наличие его в воздухе в концентрациях свыше 0,01% объемных (0,015 мг/л) представляет уже опасность для здоровья людей и животных, вызывая у них аритмию и ослабление тонов сердца, сужение зрачков и рвоту.

Продолжительное вдыхание таких концентраций может завершиться хроническим отравлением. Последнее выражается общей слабостью, потерей веса, потливостью (у человека головными болями), конъюнктивитом, катаром дыхательных путей и гастроэнтеритом.

При больших концентрациях сероводорода возникают острое воспаление легких и отек. Если вдыхаемый воздух содержит сероводорода свыше 1 мг/л, то у животных смерть наступает молниеносно в результате паралича дыхательного и сосудодвигательного центров. Описаны случаи смертельного отравления людей сероводородом во время очистки жижесборных колодцев, когда концентрация сероводорода составляла 0,379%, или в 38 раз больше допустимой величины.

Максимальная концентрация сероводорода в воздухе помещений для животных допускается не выше 0,01% объемных (0,015 мг/л). Накопление сероводорода в воздухе помещений для животных в концентрациях, близких к предельно допустимой, наблюдается редко. При отсутствии вентиляции, канализации и тщательной уборки количество сероводорода в таких помещениях может достигать и даже превышать допустимую концентрацию.

Анализ анкет позволил определить диапазон выбросов сероводорода в зависимости от типа предприятий. Максимальный годовой выброс сероводорода – 5,66 т/1000 гол. – отмечен на одном репродукторе. Диапазон по большинству предприятий составил от 0,02 до 1,7 т/1000 гол. (рисунок 3.6).



Рисунок 3.6 – Выброс сероводорода на репродукторных фермах и СИО

На рисунке 3.7 приведено распределение выбросов сероводорода по предприятиям откорма с доращиванием и законченного цикла.

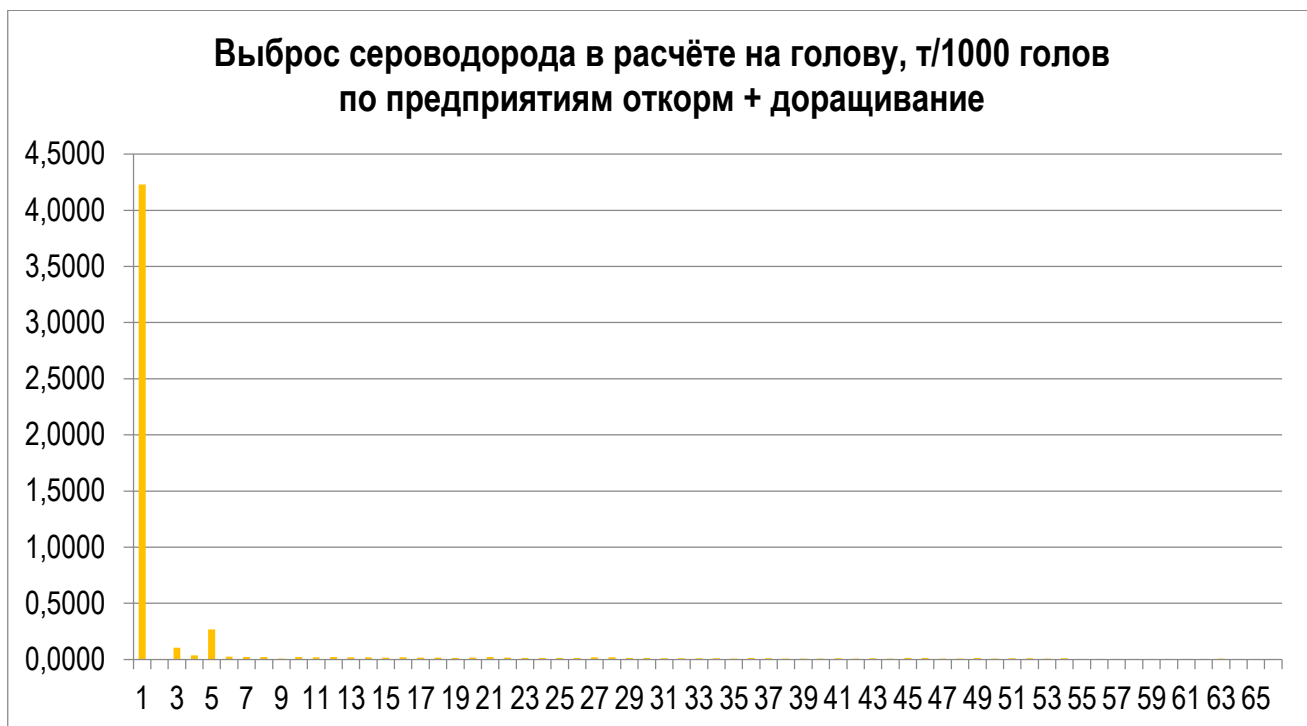


Рисунок 3.7 – Выброс сероводорода на репродукторных фермах и СИО

Максимальный годовой выброс сероводорода отмечен по предприятию откорма с доращиванием – 4,22 и по четырём предприятиям законченного цикла – 0,26 и 0,18; 0,15;0; 0,7 т/1000 гол.

На рисунке 3.8 представлены диаграммы распределения выбросов сероводорода по предприятиям доращивания и откорма.

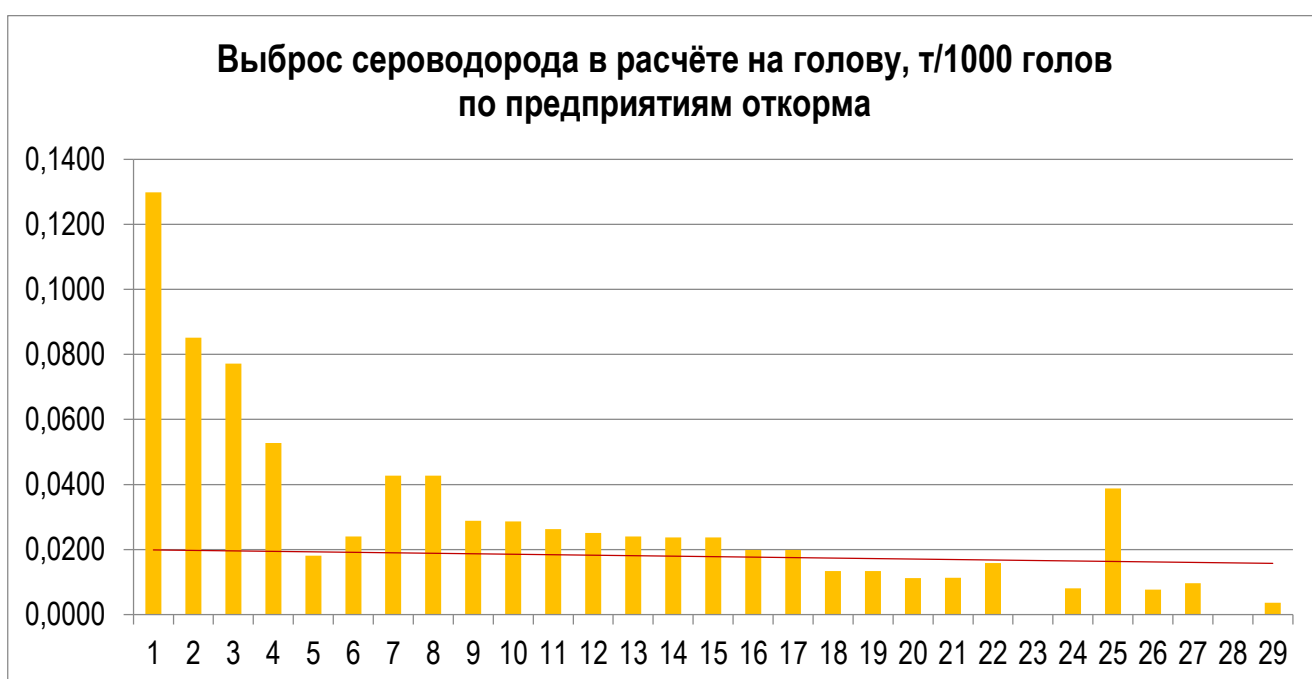
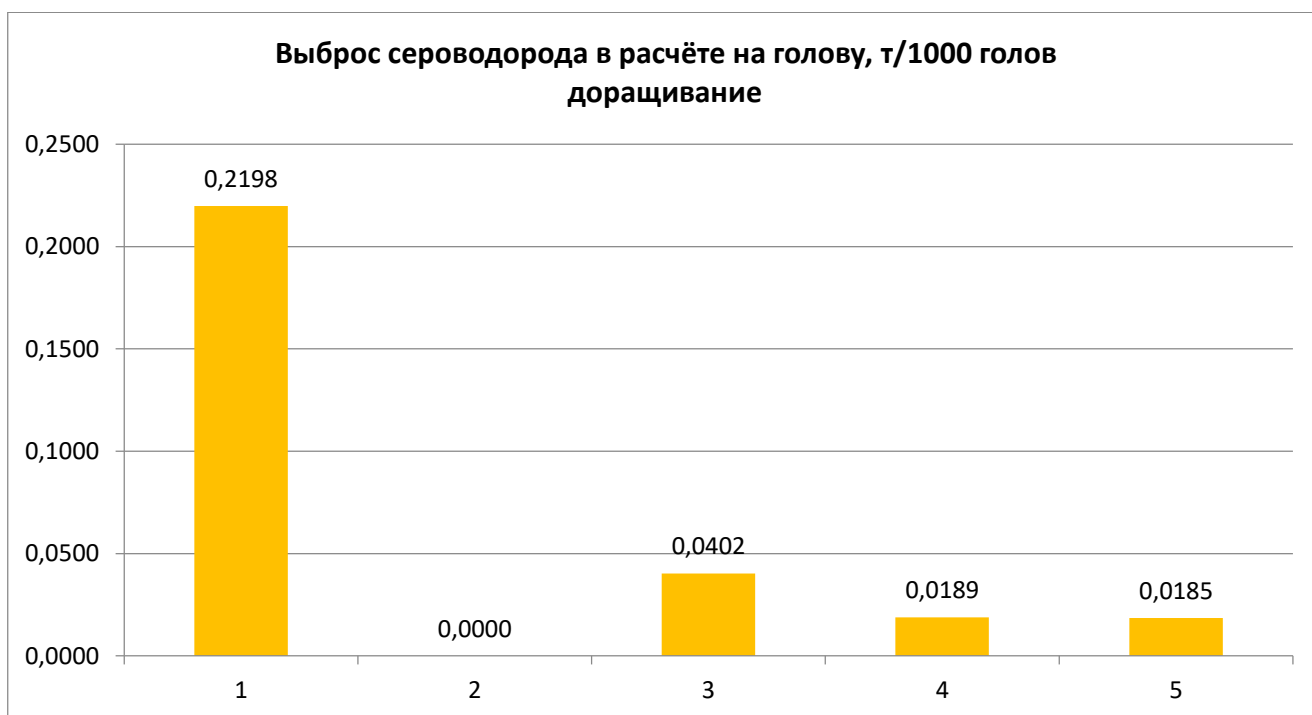


Рисунок 3.8 – Выброс сероводорода на предприятиях доращивания и откорма

Максимальный годовой выброс сероводорода отмечен по одному предприятию доращивания – 0,21 и по четырём предприятиям откорма – 0,12 и 0,08; 0,07; 0,05 т/1000 гол.

Проведенный анализ показал, что диапазон выбросов сероводорода по свиноводческим предприятиям имеет значительную вариабельность и зависит от многих факторов, основным из которых являются продуцирующие сероводород микроорганизмы, принадлежащие к классу сульфатредуцирующих прокариотов – анаэробных бактерий и архей (одноклеточные микроорганизмы без ядра). Эти микробы

живут в кишечнике сельскохозяйственных животных и после переваривания пищи попадают в отходы.

Вышеописанные характеристики вещества и показатели выбросов по предприятиям позволили включить сероводород, как и аммиак, в перечень маркерных веществ как прямой показатель качества воздуха и чистоты помещений для животных.

Так как показатель выбросов маркерных загрязняющих веществ связан с количеством свиней на предприятиях, были проведены расчёты коэффициентов выбросов загрязняющих маркерных веществ по фактическому поголовью свиней (таблица 3.28).

Таблица 3.28 – Выбросы загрязняющих маркерных веществ при содержании фактического поголовья свиней в РФ и ЕС, т/тыс. гол.

Тип предприятия	Выбросы загрязняющих веществ, не более т/тыс. голов фактического поголовья		Выбросы загрязняющих веществ, не более т/тыс. голов по справочнику ЕС*	
	Аммиак	Сероводород	Аммиак	Сероводород
Репродукторы	5,41321	0,15881	7,29	0,16
Откормочные площадки, площадки полного цикла	4,94435	0,18315	8,3	0,18

Источник: на основе сбора данных предприятий отрасли.

**474 VDI 2011.*

Следует отметить, что коэффициенты выбросов загрязняющих маркерных веществ, рассчитанные по фактическому поголовью свиней, содержащихся на предприятиях Российской Федерации, находятся в допустимых пределах и не противоречат установленным пределам в справочниках европейских стран.

3.2.3 Выбросы загрязняющих веществ, имеющих запахи, при интенсивном разведении свиней

Выбросы загрязняющих веществ, имеющих запахи, происходят из-за действий, описанных в предыдущих разделах, таких как содержание животных, помещения для хранения навоза и распределение навоза на поверхности почвы. Вклад отдельных источников в общее количество выбросов загрязняющих веществ, имеющих запах, варьируется и зависит от многих факторов, таких как общее содержание примесей, состав навоза и техника, используемая для уборки и хранения навоза.

Запах вызывается микробной деградацией органических веществ (например, фекалии, моча и корма) и определяется обонятельным восприятием человека смеси химических соединений в атмосфере, также известной как запахи. Запах, высвобождаемый из животноводческих помещений, – это комплексная смесь из более чем 150 компонентов в различных концентрациях. Даже если все химические вещества, которые приводят к восприятию запаха, известны, то восприятие запаха не может быть определено исходя из концентрации отдельных веществ, потому что запах определяется физиологической реакцией человека.

Приоритетными запахообразующими веществами свиноккомплексов являются аммиак (нитрид водорода) и сероводород (дигидросульфид). Не менее токсичными и «ароматными» являются соединения серы, такие как тиолы: метилмеркаптан (CH_3SH) и этилмеркаптан ($\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$), известные как «запах хряка», и сульфиды, например, диметилсульфид ($\text{CH}_3\text{-S-CH}_3$) и диметилдисульфид ($\text{CH}_3\text{-S-S-CH}_3$). Также свиной навоз является источником загрязнения атмосферы спиртами: метанол ($\text{CH}_3\text{-OH}$); альдегидами: этаналь ($\text{CH}_3\text{-COH}$), пропаналь ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COH}$), бутаналь ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COH}$); карбоновыми кислотами: этановая ($\text{CH}_3\text{-COOH}$), пропановая ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$), бутановая ($\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_2\text{-COOH}$), пентановая ($\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_3\text{-COOH}$), гексановая кислота ($\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_4\text{-COOH}$); сложными эфирами: этилформиат (HCOOC_2H_5); аминами: метиламин (CH_3NH_2) и диметиламин (CH_3NHCH_3). Ароматические органические соединения чаще представлены аренами (толуол, ксилол), фенолами (фенол и крезол) и ароматическими аминами (скатол, индол) [63].

В соответствии с современными знаниями о составе запаха в запахе, как представляется, доминируют серные соединения, особенно при нейтральном pH и ниже; в этом диапазоне улетучивание аммиака, скорее всего, не произойдет.

Важно отметить, что аммиак и сероводород не следует воспринимать как единственные указания на выбросы запахов и/или неприятный запах. Аммиак, благодаря своему высокому порогу восприятия, вносит вклад в запахи, испускаемые животноводческими помещениями, но неприятный запах может сохраняться даже при полном отсутствии аммиака. Четкой корреляции между концентрацией запаха и выбросами аммиака не существует.

Оксид углерода (CO) – бесцветный газ (в нормальных условиях) без запаха. Диоксид углерода получается в результате множества окислительных реакций у животных и выделяется в атмосферу с дыханием. Воздействие его повышенных концентраций на живые организмы относит его к удушающим газам. Опасными концентрациями считаются уровни 7–10%, при которых развивается удушье, проявляющее себя в головной боли, головокружении, расстройстве слуха и в потере сознания в течение периода времени от нескольких минут до одного часа.

Сернистый ангидрид (диоксид серы, SO_2) – бесцветный газ с характерным резким запахом. Токсичен. Вызывает слезотечение, чувство сухости в горле, осиплость, боль в груди; при острых отравлениях средней тяжести, кроме того, головная боль, головокружение, общая слабость, боль в подложечной области; при осмотре – признаки химического ожога слизистых оболочек дыхательных путей. В легких случаях отравления сернистым ангидридом появляются кашель, насморк. Диоксид серы образуется при использовании резервных видов топлива, дизельного транспорта.

Учёными установлено, что концентрация запаха зависит от мощности предприятия, плотности размещения поголовья, его физиологического состояния и др. Так, в Дании на промышленных комплексах с мощностью около 100 свиноматок и содержанием откормочного поголовья выбросы неприятного запаха составляют более двух третей (68–75%) от всех выбросов запаха на всем комплексном предприятии.

Сезон года и температура оказывают влияние на общий выброс запахов. Летом выброс составляет 22 900 ЕЗ /жид. нав. при содержании свиноматок в лагерях, где ящики для опороса свиноматок и загоны для откорма свиней имеют полностью решетчатый пол. Однако если и ящики для опороса свиноматок и загоны для свиней на

ИТС 41–2023

откорме имеют частично решетчатый пол, то общий объем выбросов запахов будет снижен на 28%, что соответствует 16 600 ЕЗ / жид. нав.

Коэффициенты выбросов запахов в Нидерландах, Германии и Дании при различных системах содержания свиней приведены в таблице 3.29.

Таблица 3.29 – Коэффициенты выбросов запахов для различных категорий животных и систем размещения в Нидерландах, Германии и Дании

Типы животных	коэффициенты выбросов запахов (ЕЗ/жид. нав. на 1 гол.)		
	Нидерланды	Германия*	Дания **
Супоросные свиноматки (в отдельных клетках)	19	6,6	16 (7-39)
Супоросные свиноматки (свободное содержание)	19	NI	16 (7–39)
Опоросившиеся свиноматки и поросята в клетках с частичным щелевым полом	28	10	72 (40–125)
Опоросившиеся свиноматки и поросята в клетках с полностью щелевым полом	28	10	100 (56-280)
Отъемыши в загонах с частичным щелевым полом	8	3	7 (4-14)
Отъемыши в загонах с полностью щелевым полом	8	3	7 (4-14)
Финишеры в загонах с частичным щелевым полом	23	6,5	19 (8–48)
Финишеры в загонах полностью щелевым полом	23	6,5	29 (13–78)
Финишеры на подстилке	нет данных	4	нет данных

Примечание: ЕЗ – единицы запаха

** Коэффициенты рассчитывались при живом весе супоросных свиноматок: 150 кг, опоросившихся свиноматок: 250 кг, отъемыши: 20 кг, финишеры: 65 кг.*

*** Измерения проводились в летний период.*

Коэффициенты выбросов запахов в Германии для незакрытых навозохранилищ составляют 3 ЕЗ/м² по жидкому навозу и твердому навозу с подстилкой и 73 ЕЗ/м² для твердого навоза без подстилки.

Важно отметить, что меры по борьбе с выбросами аммиака и пыли также способствуют сокращению выбросов запахов, но показатели могут быть разными. С другой стороны, методы, которые применяются для снижения неприятных запахов, как правило, имеют лишь остаточное влияние на другие выбросы.

3.3 Уровень шума, возникающего в процессе интенсивного разведении свиней

Шумы, исходящие от предприятий интенсивного содержания свиней, являются местной экологической проблемой и должны учитываться, особенно в тех ситуациях, когда предприятия находятся недалеко от жилых районов. На ферме высокие уровни шума могут также повлиять на состояние животных и эффективность производства и могут потенциально привести к повреждению слуха у сотрудников фермы.

Эквивалентный непрерывный уровень шума (L_{Aeq}) – это показатель, используемый для оценки уровня шума животноводческих предприятий, поскольку он позволяет сравнивать источники шума различной интенсивности или источники периодического действия. Эквивалентный уровень шума, который возникает на предприятии, – это комбинация уровней от различных видов деятельности и различной продолжительности, перечисленных в таблице 3.30. Различные комбинации видов деятельности, очевидно, приведут к другому эквивалентному уровню шума.

Таблица 3.30 – Источники шума на свиноводческих предприятиях

Описание	Продолжительность	Частота День/ночь деятельность	Уровни звукового давления, Дб	Эквивалентны й уровень шума
Нормальные уровни в помещении	Продолжительно Продолжительно	День	67	нет данных
Откормочные животные	1 час Ежедневно	День	93 87	99 91
Приготовление корма	3 часа Ежедневно	День/ночь	90	(внутри) 85 63 (снаружи)
Передвижение поголовья	2 часа Ежедневно	День	90–110	нет данных
Поставка топлива	2 часа Еженедельно	День	92	нет данных.
Уборка навоза	2 часа Ежедневно	День	88 (85–100)	нет данных
Внесение навоза	8 часа/день в теч.2–4 дней Сезонно/ Еженедельно	День	95	нет данных
Вентиляторы	Продолжительно Продолжительно	День/ночь	43	нет данных
	2 часа 2 недели	День	82	нет данных

Фоновый шум – это шум, который может испытываться в окружающей среде, например, вокруг свиноводческого предприятия. Он состоит из дорожного движения, пения птиц, шума листвы, самолетов и т. д. и может также включать существующие шумы на свиноводческом предприятии.

Для того чтобы учесть все различные перемежающиеся шумы, уровень фонового шума (La90) принимается за уровень шума, который превышает 90% времени в течение периода измерения. Фоновый шум изменяется в течение 24-часового периода в результате изменений в деятельности. В сельской местности традиционный дневной фоновый шум составляет 42 дБ, но может снизиться ниже 30 дБ в ранние утренние часы.

Общее влияние шума зависит от многих факторов. Например, поверхность земли, отражающие или поглощающие объекты, конструкция принимающего объекта и количество источников шума – всё это определяет уровень звукового давления, который измеряется в зависимости от времени суток, периода года, температуры и плотности воздуха, погодных условий и других факторов. В таблице приведены уровни давления звука только для нескольких источников на предприятии или очень близко к нему. Уровень шума на объекте, как правило, чем дальше от территории фермы, тем ниже.

Приведенные данные могут рассматриваться как пример. Общий уровень шума будет меняться в зависимости от систем управления фермой, количества и категории животных, а также используемого оборудования.

В частности, источники шума от свиноводческих предприятий связаны с:

- поголовьем;
- размещением;
- производством кормов;
- оборудованием;
- процессами уборки, хранения и использования навоза.

3.4 Экологические маркеры при интенсивном разведении свиней

Производство свинины может осуществляться на предприятиях различного типа при различных системах содержания животных, что связано с различающимися потребностями топлива, энергии, корма и других материальных ресурсов. Все процессы репродукции, содержания, выращивания свиней и производства свинины сопровождаются эмиссией в окружающую среду различных веществ и факторов, оказывающих негативное влияние на окружающую среду. Использование всего перечня технологических особенностей производства, выбросов вредных веществ для сравнения технологий с целью выбора наилучших из них, обеспечивающих максимальную защиту окружающей среды, является чрезвычайно сложной или практически невыполнимой задачей. Федеральным законом от 10 января 2002 года № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [57] определено, что измерения при осуществлении производственного экологического контроля производятся в отношении маркерных загрязняющих веществ, определяемых для контроля загрязнения окружающей среды в зависимости от применяемых технологических процессов. Для сравнительной оценки технологий интенсивного разведения свиней предлагается использовать следующие маркеры:

- **маркеры – показатели технологической эффективности производства**, непосредственно влияющие на экологию процесса интенсивного выращивания свиней;
- **маркеры экологические** – вещества или физические явления, возникающие при интенсивном выращивании свиней, эмитируемые в окружающую среду и наносящие ощутимый экологический вред окружающей среде и здоровью человека.

В качестве маркеров – показателей технологической эффективности производства – предлагается использовать:

- удельный расход корма на 1 т/гол. в год;
- удельный расход топлива на обогрев помещений 1 т/гол. в год;
- удельный расход природного газа на обогрев помещений 1 куб. м. /гол. в год;
- удельный расход энергии на разведение и содержание животных 1 кВт.ч/гол. в год.

В качестве экологических маркеров при применении традиционных горюче-смазочных материалов и природного газа следует использовать выбросы:

- аммиака;
- сероводорода;
- азота оксид;
- азота диоксид;
- серы диоксид.

Перечень экологических маркеров, устанавливаемых данным справочно-нормативным документом, может быть расширен с учетом технологических особенностей процессов интенсивного разведения свиней на том или ином предприятии. Так, если предприятие использует соединения того или иного металла, относящегося к I или II классу токсичности, или предприятие использует альтернативные виды топлива, в отношении которых имеется вероятность, что они содержат вредные с экологической точки зрения вещества, то на данном предприятии должны быть организованы периодические измерения концентрации данных веществ в основных технологических выбросах предприятия. Перечни дополнительных маркерных загрязняющих веществ устанавливаются нормативными документами в области охраны окружающей среды.

Выбросы маркерных веществ обычно измеряются в мг/м³. Эта концентрация соответствует потоку газа в стандартном состоянии, т.е. сухому газовому потоку при температуре 273 К и давлении 101,3 кПа при содержании кислорода O₂ 10 об. %. Если фактическое содержание кислорода в газовом потоке отличается от 10 об. %, то пересчет концентрации выбросов в стандартное состояние осуществляется по формуле:

$$C_{\text{станд.}} = \frac{11}{21 - O_{\text{факт.}}} \cdot C_{\text{изм.}}$$

Где: $C_{\text{изм.}}$ и $C_{\text{станд.}}$ – концентрация выбросов, соответственно измеренная в потоке и при стандартном состоянии, мг/м³;

$O_{\text{факт.}}$ – фактическая концентрация кислорода в потоке в момент измерения, об. %.

Раздел 4 Определение наилучших доступных технологий

Термин «наилучшие доступные технологии» определен в Федеральном законе «Об охране окружающей среды». Под «технологией» понимается как используемая технология, так и способ, с помощью которого объект спроектирован, построен, эксплуатируется и выводится из эксплуатации; это не только технология производства, но и различные технические и нетехнические методы (экологический менеджмент, управленческие решения) достижения поставленных целей.

Статьей 1 «Основные понятия» Федерального закона от 10 января 2002 года № 7-ФЗ (ред. от 04.08.2023) «Об охране окружающей среды» [57] (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2023) определено понятие НДТ. Под «доступной» понимается экономически целесообразная и неуникальная технология, которая достигла уровня, позволяющего обеспечить ее внедрение в области сельского хозяйства с учетом экономической и технической обоснованности, принимая во внимание затраты и преимущества. Под «наилучшей» понимается технология, в максимальной мере обеспечивающая охрану окружающей среды и сбережение ресурсов (сырья, воды, энергии). Отнесение технологий к НДТ регулируется приказом Минпромторга России от 23 августа 2019 года № 3134 [7]. Наилучшая доступная технология – технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности ее применения. При определении технологических процессов, оборудования, технических способов и методов в качестве наилучшей доступной технологии члены рабочей группы должны рассмотреть их на предмет соответствия следующим критериям:

- наименьший уровень негативного воздействия на окружающую среду в расчете на единицу времени или объем производимой продукции (товара), выполняемой работы, оказываемой услуги либо уровень, соответствующий другим показателям воздействия на окружающую среду, предусмотренным международными договорами Российской Федерации;

- экономическая эффективность внедрения и эксплуатации;

- применение ресурсо- и энергосберегающих методов;

- период внедрения;

- промышленное внедрение технологических процессов, оборудования, технических способов и методов на двух и более объектах в Российской Федерации, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

В первую очередь рассматривается критерий промышленного внедрения процессов, оборудования, технических способов, методов на двух и более объектах в Российской Федерации, затем остальные критерии. Члены ТРГ при отнесении технологий к НДТ в дополнение к Методическим рекомендациям могут использовать международные информационно-технические справочники НДТ, соответствующую научную литературу, статистические сборники, результаты научно-исследовательских и диссертационных работ, иные источники.

Интенсивное разведение свиней может осуществляться на предприятиях различного типа при различных системах содержания животных, что связано с различающимися потребностями топлива, энергии, корма и других материальных

ресурсов. Все процессы репродукции, содержания, выращивания свиней, а также производства свинины сопровождаются эмиссией в окружающую среду различных воздействий, оказывающих негативное влияние: выбросы загрязняющих веществ, физическое воздействие шума.

4.1 Система экологического менеджмента

Система экологического менеджмента (СЭМ) представляет собой часть системы менеджмента организации, необходимую для разработки и внедрения экологической политики и управления экологическими аспектами. СЭМ является формальной основой для улучшения экологических показателей, более рационального функционирования производства и мощным инструментом для сокращения отходов и повышения эффективности без потери прибыли. При этом следует руководствоваться соблюдением требований природоохранного законодательства ГОСТ Р ИСО 14001-2016 «Системы экологического менеджмента» [64], который идентичен международному стандарту ISO 14001:2015.

Экологический аспект – ключевое понятие СЭМ, позволяющее соотнести деятельность организации и ее взаимодействие с окружающей средой (ОС). Для промышленных предприятий приоритетные экологические аспекты идентифицируются в результате анализа таких факторов воздействия на окружающую среду, как:

- выбросы загрязняющих веществ в атмосферу;
- сбросы загрязняющих веществ в водные объекты;
- образование отходов;
- потребление энергии, сырья и материалов.

Ключевыми принципами СЭМ являются предотвращение загрязнения и последовательное улучшение. Предотвращение загрязнения ОС предполагает использование процессов, практических методов, подходов, материалов, продукции или энергии для того, чтобы избежать, уменьшить или контролировать (отдельно или в сочетании) образование, выброс или сброс любого типа загрязняющих веществ или отходов, чтобы уменьшить отрицательное воздействие на ОС. Предотвращение загрязнения может включать уменьшение или устранение источника, изменение процесса, продукции или услуги, эффективное использование ресурсов, замену материалов и энергии, повторное использование, восстановление, вторичную переработку, утилизацию и очистку.

Последовательное улучшение – периодический процесс совершенствования СЭМ с целью улучшения общей экологической результативности, согласующийся с экологической политикой организации.

Процесс последовательного улучшения реализуется путем постановки экологических целей и задач, выделения ресурсов и распределения ответственности для их достижения и выполнения, разработки и реализации программ экологического менеджмента. При этом экологические задачи и детализированные требования к их результативности должны ставиться с учетом технологических показателей НДТ.

На конкретном предприятии система экологического менеджмента должна предусматривать разработку экологической политики, планирование технических решений и их материальное обеспечение, в том числе обучение персонала и ведение

соответствующей документации. Постоянный мониторинг даст возможность определить и оценить перспективы внедрения НДТ с учетом требований к охране окружающей среды, спрогнозировать затраты и эффективность от внедрения новых технологий.

Действенность СЭМ обеспечивается путем разработки, внедрения и соблюдения основных процедур, необходимых для управления экологическими аспектами.

Процедура представляет собой определенный способ осуществления действия или процесса. Процедуры могут быть документированными или не документированными. Процедуры определяют последовательность операций и важные факторы этапов различных видов деятельности. В процедуры могут быть включены рабочие критерии нормального выполнения этапа, действия в случае отклонения от нормы или критерии выбора последующих этапов.

Совершенствование системы экологического менеджмента на основе ISO 14001 состоит из четырех этапов [64]:

1. Планирование – разработка мероприятий и процессов для улучшения экологических показателей.
2. Внедрение запланированных мероприятий и процессов.
3. Проверка эффективности проведенных действий.
4. Корректировка и улучшение проводимых мероприятий с целью повышения их эффективности.

Это стимулирует повышение эффективности, позволяет расти и дает предприятию ряд других полезных преимуществ.

НДТ предусматривает регулярное повышение квалификации персонала для качественного выполнения работ и осознания своей роли в процессе охраны окружающей среды. Для этого необходимо разработать стандарт организации по процессу обучения персонала, который должен предусматривать:

- графики обучения, программы повышения квалификации персонала (стажировки, переподготовки);
- проведение обучения на базе учебных заведений, имеющих соответствующие лицензии в области образования;
- проведение периодической проверки знаний персонала.

Разработка и реализация системы экологического менеджмента СЭМ включает все нижеперечисленные элементы:

- а) ответственность высшего руководства;
- б) принятие высшим руководством экологической политики, которая включает требование постоянного улучшения (экологической результативности) производства;
- в) планирование и внедрение необходимых процедур, целей и задач с учетом финансовых планов и инвестиций;
- г) внедрение следующих процедур:
 - 1) структура и распределение ответственности;
 - 2) обучение, осведомленность и компетентность персонала;
 - 3) коммуникации;
 - 4) вовлечение в процесс развития СЭМ всех сотрудников;
 - 5) документирование;
 - 6) эффективный процессный контроль;
 - 7) программа технического обслуживания;

- 8) готовности к нештатным ситуациям и авариям;
 - 9) гарантии обязательного соблюдения требований природоохранного законодательства;
- д) проверка и корректирующие действия по следующим позициям:
- 1) мониторинг и измерения;
 - 2) корректирующие и предупреждающие действия;
 - 3) ведение записей;
 - 4) независимый (где осуществимо) внутренний аудит, чтобы определить, соответствует ли СЭМ заложенным изначально принципам, должным ли образом она внедрена и функционирует;
- е) регулярный анализ и пересмотр СЭМ высшим руководством на предмет ее пригодности, адекватности и эффективности (действенности);
- ж) разработка более чистых технологий;
- з) воздействие на окружающую среду при выводе установки из эксплуатации должно учитываться на стадии проектирования нового завода;
- и) проведение, где осуществимо, регулярного отраслевого сравнительного анализа (бенчмаркинга) с учетом таких параметров, как энергетическая эффективность и энергосбережение, выбор сырьевых и вспомогательных материалов, характеристики выбросов в атмосферу, сбросов сточных вод, потребления воды и образования отходов; СЭМ может быть разработана и внедрена на предприятии с целью обеспечения ее работоспособности, а может (но не обязательно) быть сертифицирована в установленном порядке на соответствие требованиям ГОСТ Р ИСО 14001.

4.2 Система энергетического менеджмента

Международная Организация по Стандартизации (ISO) выпустила стандарт ISO 50001(50001:2011), аккумулирующий передовой опыт и выводящий на международный уровень методологию системы энергоменеджмента, которая ранее была представлена национальными стандартами ряда стран. Российский стандарт ГОСТ Р ИСО 50001-2023 [65] является аутентичным переводом стандарта ISO 50001:2011. В настоящее время действует новый международный стандарт ISO 50001:2018. Опыт российских и зарубежных компаний свидетельствует о том, что в течение многих лет (с 80-х гг. XX в.) требования, относящиеся к повышению энергоэффективности производства, включались в существующие системы менеджмента – как правило (но не исключительно), в системы экологического менеджмента.

Стандарты систем энергетического и экологического менеджмента разработаны таким образом, чтобы обеспечить совместимость этих систем. В контексте наилучших доступных технологий энергетический менеджмент приобретает особую важность, так как СЭНМ позволяет сформулировать обоснованные цели и задачи в области повышения эффективности использования энергии на предприятии и обеспечить их достижение (решение) путем реализации программ, охватывающих все стадии производственного процесса, – от планирования закупок оборудования до организации отгрузки готовой продукции. Для энергоемких отраслей, к которым относится и интенсивное разведение свиней, значимость систем энергетического менеджмента весьма высока.

Система энергетического менеджмента (СЭнМ) представляет собой часть системы менеджмента организации и включает набор (совокупность) взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, используемых для разработки и внедрения энергетической политики и энергетических целей, а также процессов и процедур для достижения этих целей.

Системный подход к энергоменеджменту предполагает выстраивание процессов с учетом рекомендаций стандарта ISO 50001 [65], учитывающего лучшие мировые практики. Ряд крупнейших компаний уже подтвердил соответствие своих систем энергоменеджмента его положениям. Стоимость энергоресурсов сегодня – основная контролируемая статья затрат, а управление энергоресурсами и энергосбережение выступают одними из самых актуальных процессов для современного предприятия. Для их успешной реализации компании создают и развивают подразделения энергоменеджмента с надежной методологической основой, подтвержденной независимым аудитом.

ISO 50001 [65] устанавливает требования к типам потребителей энергии и расходу энергии, включая измерения, документацию и отчетность, проектирование и практику закупок оборудования, систем, процессов и привлечения персонала, связанного с энергорезультативностью. Стандарт применим ко всем типам организаций независимо от их размера и отраслевой принадлежности, он не содержит заранее установленных критериев энергоэффективности. Он лишь рекомендует, что необходимо делать в рамках реализации мероприятий энергоменеджмента.

ISO 50001 рассматривает улучшение энергетической результативности и подход системы менеджмента к управлению энергией. СЭнМ использует взаимосвязанные элементы, такие как показатели энергетической результативности (ПЭР) и базовые энергетические уровни, в качестве средства для демонстрации измеримых улучшений в энергоэффективности или энергопотреблении, связанных с использованием энергии.

При использовании инструментов СЭнМ первоочередное внимание следует уделять тем элементам деятельности организации, которые обуславливают наибольшее потребление энергии в производстве или обладают наибольшим потенциалом повышения энергоэффективности производства, расширения энергообмена с другими сторонами (например, утилизации тепла отходящих газов для отопления, в том числе сторонних объектов) и использования энергии возобновляемых источников.

Для определения измеряемых результатов, относящихся к энергетической эффективности, использованию энергии и потреблению энергии, применяется термин «энергетическая результативность».

Процесс улучшения реализуется путем постановки энергетических целей и задач, выделения ресурсов и распределения ответственности для их достижения и выполнения (разработки и реализации программ энергетического менеджмента или программ повышения энергоэффективности, которые в РФ часто называют программами энергосбережения).

С точки зрения наилучших доступных технологий основные численные показатели обычно представляют как удельное потребление энергии (в расчете на единицу продукции) – как на отдельных стадиях (наиболее энергоемких), так и в процессе производства в целом. Именно в размерности сокращения удельных затрат энергии

топлива, пара, электроэнергии и другого обычно ставятся цели и задачи повышения энергоэффективности, важные для обеспечения соответствия предприятий НДТ. В связи с тем, что для постановки и проверки выполнения задач СЭнМ необходимо обеспечить мониторинг и измерение показателей, связанных с потреблением и использованием энергии, разработка программ энергетического менеджмента предполагает и совершенствование практики учета и контроля, включая выбор, обоснование и организацию измерений ключевых параметров.

Особенности российского климата (в том числе и региональные) определяют достаточно существенные отличия в потреблении энергии, необходимой для подготовки сырья, материалов, отопления производственных помещений, от показателей, характерных, например, для западноевропейских ферм по откорму свиней. Но для постановки обоснованных целей и задач в области повышения энергоэффективности производства необходимо четко знать и документировать распределение потребления энергии на различные нужды.

В общем случае в состав СЭнМ входят следующие взаимосвязанные элементы:

- энергетическая политика;
- планирование (цели, задачи, мероприятия), программа СЭнМ;
- внедрение и функционирование, управление операциями;
- взаимодействие и обмен информацией;
- мотивация персонала;
- подготовка и обучение персонала;
- внутренний аудит СЭнМ;
- анализ и оценка СЭнМ руководством организации.

Действенность СЭнМ обеспечивается путем разработки, внедрения и соблюдения основных процедур, то есть документированных способов осуществления действия или процесса. Процедуры определяют последовательность операций и важные факторы этапов различных видов деятельности и по своему назначению аналогичны процедурам, используемым в рамках систем менеджмента качества и систем экологического менеджмента (см. раздел «Системы экологического менеджмента»).

В то же время с системами энергетического менеджмента связан ряд преимуществ, в том числе:

- повышение энергоэффективности использования энергии, обеспечение соответствия нормативным требованиям и добровольным обязательствам;
- сокращение негативного воздействия на окружающую среду за счет снижения выбросов и сбросов загрязняющих веществ и потерь тепла, обусловленных использованием энергии;
- повышение конкурентоспособности, в особенности в условиях растущих цен на энергию;
- дополнительные возможности снижения эксплуатационных затрат и повышения качества продукции;
- повышение уровня доверия регулирующих органов к предприятию, что может привести к снижению нагрузки, связанной с государственным контролем;
- улучшение мотивации персонала;
- повышение привлекательности компании для сотрудников, потребителей и инвесторов.

В связи с тем, что воздействие предприятий по интенсивному разведению свиней в значительной степени обусловлено именно высокой энергоемкостью технологических процессов, системы энергетического менеджмента следует считать как инструментами повышения энергоэффективности, так и инструментами сокращения негативного воздействия на ОС.

СЭнМ может быть разработана и внедрена на предприятии с целью обеспечения ее работоспособности, а может (но не обязательно) быть сертифицирована в установленном порядке на соответствие требованиям ГОСТ Р ИСО 50001-2023 [65].

4.3 Обзор современных технологий, направленных на улучшение экологичности и ресурсоэффективности интенсивного разведения свиней

По экономическим соображениям для снижения энергозатрат и повышения энергоэффективности на свиноводческих предприятиях следует начинать с осуществления первичных технических решений, интегрированных в технологический процесс.

К первичным мерам следует отнести:

- оптимизацию процессов содержания животных;
- повышение качества и питательности кормов;
- повышение точности дозировки топлива;
- регулирование режима работы систем микроклимата, кормления;
- использование компьютерных систем управления системами.

Рассматривая принципы обеспечения энергоэффективности (разработка и внедрение систем менеджмента, обеспечивающих высокую энергоэффективность; выявление ключевых аспектов обеспечения энергоэффективности и возможностей энергосбережения; последовательное совершенствование энергоэффективности; системный подход к обеспечению энергоэффективности; сравнительный анализ или бенчмаркинг), применительно к производству свинины можно выделить следующие пути снижения энергозатрат: использование полнорационных сбалансированных программ кормления; использование альтернативного топлива; переработка навоза в органическое удобрение; снижение затрат на содержание и обслуживание животных; использование новых перспективных технологий и оборудования; технологический прогресс и инновации.

4.3.1 Снижение удельных расходов материальных ресурсов при интенсивном разведении свиней

Общие сведения об уровнях использования материальных ресурсов при интенсивном разведении свиней представлены в разделе 3.1.

Современные животноводческие комплексы обеспечивают получение высоких производственных показателей. В разделе освещены современные приёмы снижения удельного расхода кормов, удельного расхода воды, удельного расхода энергетических ресурсов.

Для снижения удельного расхода природного газа и горюче-смазочных материалов возможно применение биогазовой установки (рисунок 4.1). Из одной тонны жидкого свиного навоза можно произвести 12 кубометров метана, что эквивалентно 46 кВт*ч электрической энергии или 52 кВт*ч тепловой энергии.

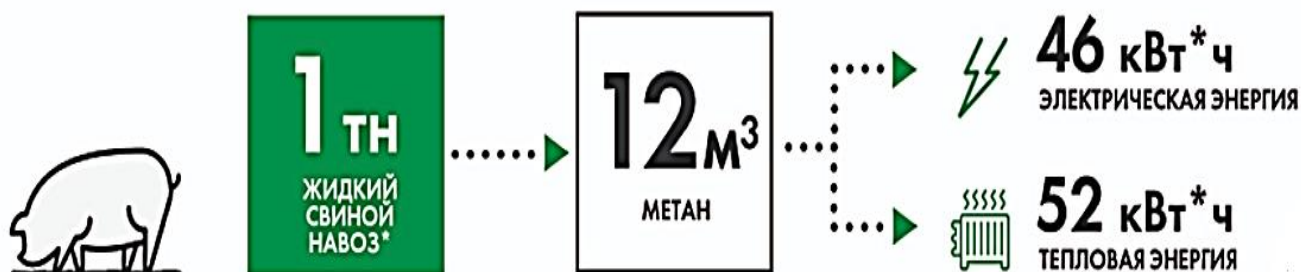


Рисунок 4.1 – Преобразование жидкого свиного навоза в энергию

Применяемые технологические решения позволяют полностью соблюдать требования действующих санитарно-гигиенических норм в помещениях самих комплексов. Биокомплекс предлагает комплексное решение по вопросам утилизации жидкого навоза, которое включает ускоренную переработку в современных биогазовых установках (БГУ). В процессе переработки в ускоренном режиме протекают естественные процессы разложения органики с выделением газа, включающего метан, CO₂, серу, и т.д. Только получаемый газ не выделяется в атмосферу, вызывая парниковый эффект, а направляется в специальные газогенераторные (когенерационные) установки, которые вырабатывают электрическую и тепловую энергию.

Технология производства биогаза приведена на рисунке 4.2.

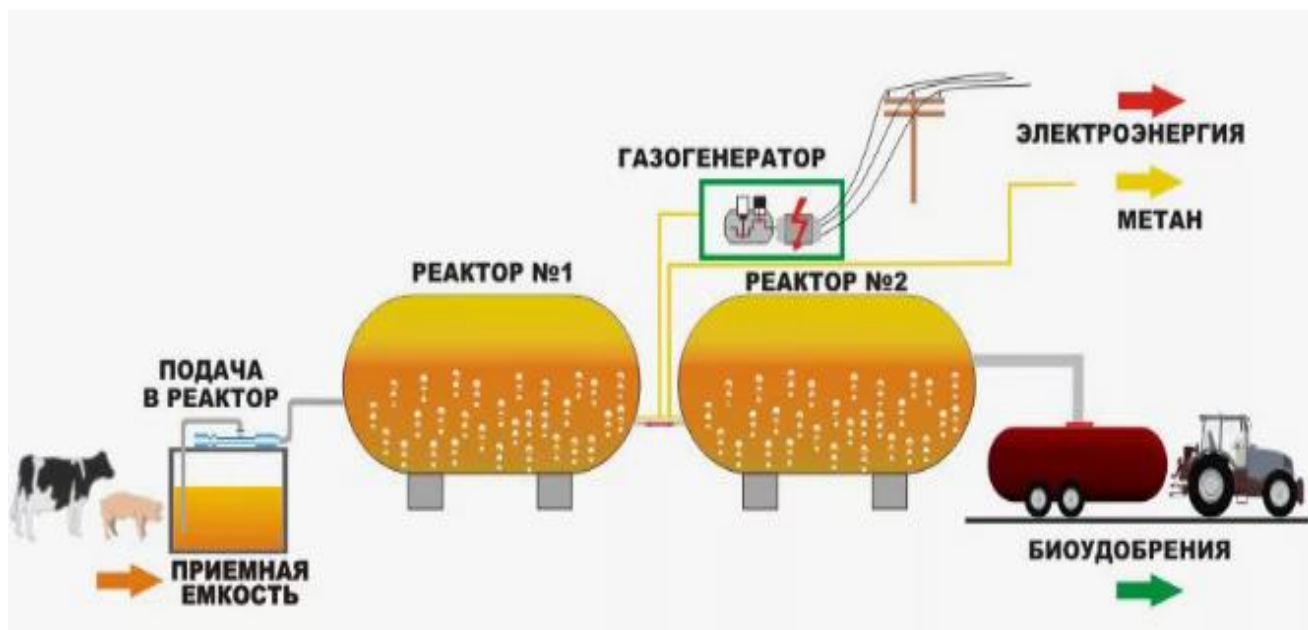


Рисунок 4.2 – Схема технологического решения переработки навоза в метан

4.3.2 Технологии для предотвращения и / или уменьшения выбросов пыли

На свиноводческих предприятиях имеются различные источники организованных выбросов пыли. Информация изложена в разделе 3.2.5.

Основная часть выбросов пыли может быть снижена за счет уменьшения общей величины пылевыделения, достигаемой путем использования эффективной системы пылеулавливания.

4.3.3 Технологии снижения уровня запаха

На свиноводческих предприятиях имеются различные источники образования запахов. Современные технологии снижения выделения запаха изложены в разделе 3.2.6. Одним из основных источников запаха на свиноводческих предприятиях является навоз. Предлагается рассмотреть этот метод ускоренного компостирования твердой фракции навоза как технологию снижения уровня запаха. Процесс биоферментации проводится на установках различного типа.

Биоферментация в установках камерного и барабанного типов

Биоферментация (биологическая ферментация) – это метод ускоренного компостирования, основанный на управлении развитием аэробных бактерий.

Предварительно подготовленная компостная смесь (твердая фракция свиного навоза с влагопоглощающими материалами (торф, солома и др.) или без них и минеральными добавками (или без них)), имеющая оптимальные агрохимические свойства (влажность, кислотность, соотношение углерода и азота), помещается в специальную камеру (биоферментер или биореактор), в которой создаются определенные условия для интенсивного развития аэробных бактерий.

Технологический процесс ускоренного компостирования протекает в искусственных условиях при непрерывной аэрации компостной смеси путем принудительной подачи воздуха в слой массы, находящейся в биоферментере. Компостная смесь на входе в биоферментер должна быть тщательно перемешана и иметь температуру не менее 10 °С. Температура подаваемого воздуха должна находиться в диапазоне 10–50 °С, в зависимости от температуры наружного воздуха. Продолжительность процесса компостирования смеси – 7–8 суток.

По принципу работы биоферментеры и биореакторы подразделяются на установки периодического и непрерывного действия.

Биоферментер камерного типа (периодического действия) представляет собой сооружение из кирпича, железобетона или иных материалов, в пол которого вмонтированы перфорированные трубы, тупиковые с одного конца и объединенные с другого конца общим воздухопроводом (рисунок 4.3).

На задней стене камеры (с наружной стороны) устанавливается вентилятор, подающий через соединительный рукав воздух в воздухопровод и через трубы – в органическую смесь. Передняя часть камеры оборудуется двухсекционными металлическими воротами. Задняя стена ферментера и ворота имеют отверстия для замера температуры и содержания кислорода в компостируемой массе. После загрузки в ферментер компостируемой массы газоанализатором измеряется количество кислорода в массе и устанавливается продолжительность вентилирования.

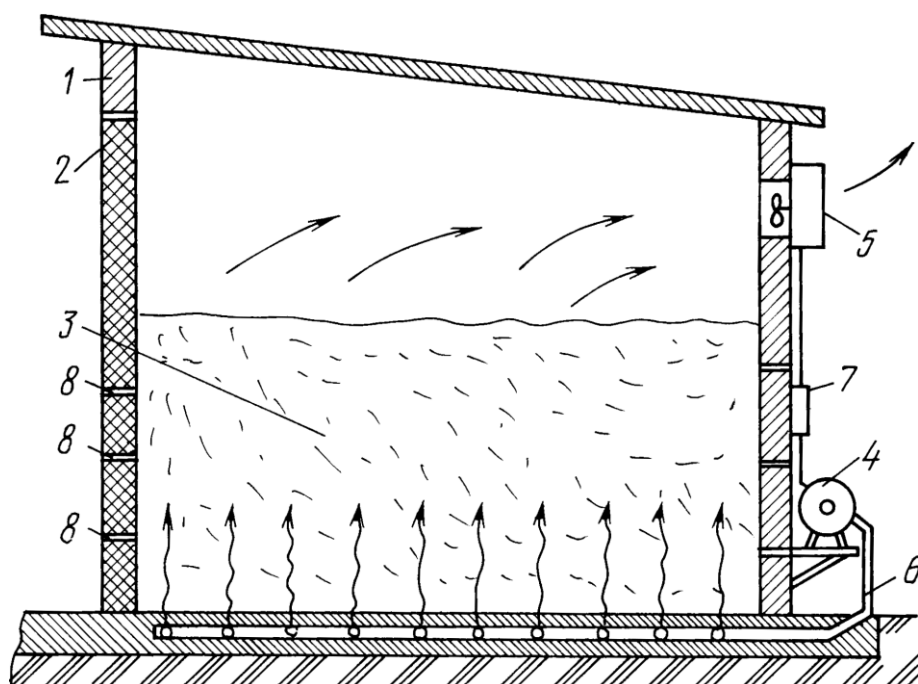


Рисунок 4.3 – Схема устройства биоферментера камерного типа (периодического действия):

- 1 – корпус; 2 – ворота; 3 – ферментируемая смесь; 4 – напорный вентилятор;
5 – вытяжной вентилятор; 6 – система напорных воздухопроводов; 7 – блок управления; 8 –
отверстия для замера температуры и содержания кислорода в смеси

При закладке смеси влажностью 55–65% с начальной температурой около 10 °С температура смеси через 10–12 ч поднимается до 40–50 °С, а затем до 60–75 °С. Падение температуры в смеси до 40–30 °С свидетельствует об окончании процесса ферментации.

Биореактор барабанного типа является установкой непрерывного действия и представляет собой камеру цилиндрической формы, установленную на опорные катки с приводом для осевого вращения с целью перемешивания и равномерного аэрирования перерабатываемой смеси (рисунок 4.4).

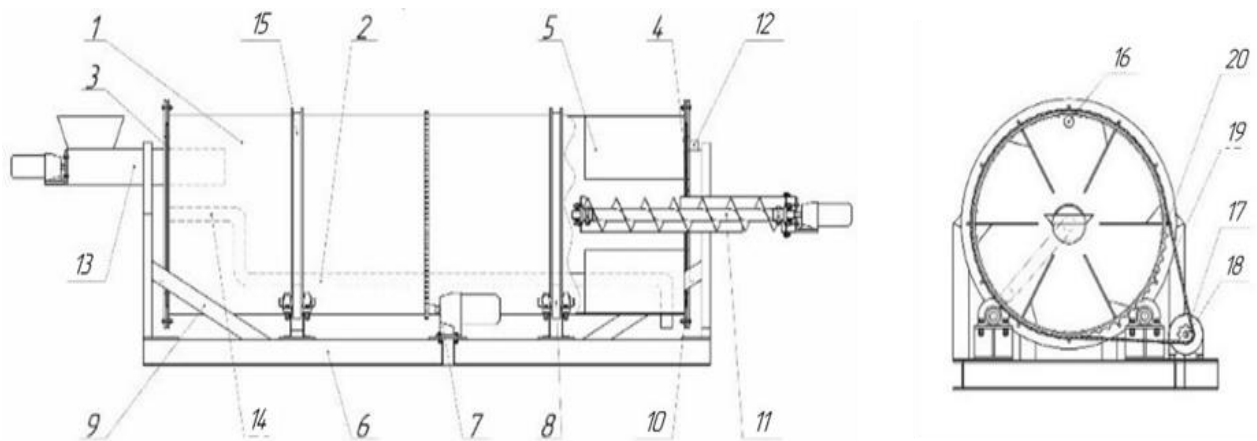


Рисунок 4.4 – Схема устройства биореактора барабанного типа:

- 1 – барабан; 2 – трубопровод; 3 – загрузочное окно; 4 – разгрузочное окно;
- 5 – лопатки; 6 – рама; 7 – привод; 8 – катки; 9 – «косынки»; 10 – торец;
- 11 – выгрузное устройство; 12 - патрубок; 13 – загрузочный транспортер;
- 14 – «колено»; 15 – направляющие; 16 – отверстие; 17 – вал привода;
- 18 – шестерня; 19 – цепная передача; 20 – шестерня барабана.

Производительность таких установок выше за счет того, что поступившая твердая фракция свиного навоза или смесь быстрее нагревается, а вращение барабана позволяет эффективнее насытить субстрат кислородом.

Биореактор должен иметь надежную теплоизоляцию независимо от температуры окружающего воздуха. Коэффициент теплопередачи стенок – не более 0,2 Вт/м² °С. Высота слоя смеси при циклическом способе компостирования не должна превышать 2 м.

Система подачи воздуха должна обеспечивать равномерное насыщение кислородом всего объема смеси, а расход воздуха – концентрацию кислорода в воздушной среде смеси не менее 5%.

Предприятия выпускают промышленные биореакторы (рисунок 4.5).



Рисунок 4.5 – Промышленный биореактор барабанного типа

4.4 Технологии снижения уровня шума, возникающего в процессе интенсивного разведения свиней

На свиноводческих предприятиях имеются различные источники шумового воздействия. Приемы снижения шума изложены в разделе 3.3.

4.5 Производственный экологический контроль

Производственный экологический контроль (ПЭК) является основой обеспечения экологической безопасности и осуществляется предприятием самостоятельно за счет собственных источников финансирования в целях соблюдения требований в области охраны окружающей среды.

Объектами ПЭК предприятий, подлежащих регулярному наблюдению, являются:

- источники выбросов загрязняющих веществ;
- источники сбросов загрязняющих веществ;
- источники образования и объекты размещения отходов производства и потребления.

Общие принципы производственного экологического контроля

В соответствии с законодательством целями проведения производственного экологического контроля (ПЭК) являются:

- обеспечение выполнения в процессе хозяйственной и иной деятельности мероприятий по охране окружающей среды,
- рациональное использование и восстановление природных ресурсов (далее – природоохранных мероприятий);

ИТС 41–2023

- обеспечение соблюдения требований, установленных законодательством в области охраны окружающей среды.

Основными задачами ПЭК, включая Производственный эколого-аналитический контроль (ПЭАК), являются:

- контроль за соблюдением общих требований природоохранного законодательства;

- контроль за соблюдением условий и объемов добычи природных ресурсов, в т.ч. за выполнением мероприятий по рациональному использованию и восстановлению природных ресурсов;

- контроль за своевременной разработкой и соблюдением установленных нормативов, лимитов допустимого воздействия на окружающую среду и соответствующих разрешений; соблюдением нормативов допустимых и временно допустимых концентраций загрязняющих веществ в сточных водах; учетом номенклатуры и количества загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду, а также уровня оказываемого физического и биологического воздействия; обращением с отходами; за эксплуатацией природоохранного оборудования и сооружений; выполнением мероприятий по охране окружающей среды;

- контроль за ведением документации по охране окружающей среды; за своевременным предоставлением сведений о состоянии и загрязнении окружающей среды; за организацией и проведением обучения, инструктажа и проверки знаний в области охраны окружающей среды и природопользования;

- подтверждение соответствия требованиям технических регламентов в области охраны окружающей среды и экологической безопасности на основании собственных доказательств.

Структура ПЭК, соответствующая специфике деятельности предприятия по производству свинины и оказываемому негативному воздействию на окружающую среду [66], представлена на рисунке 4.6.

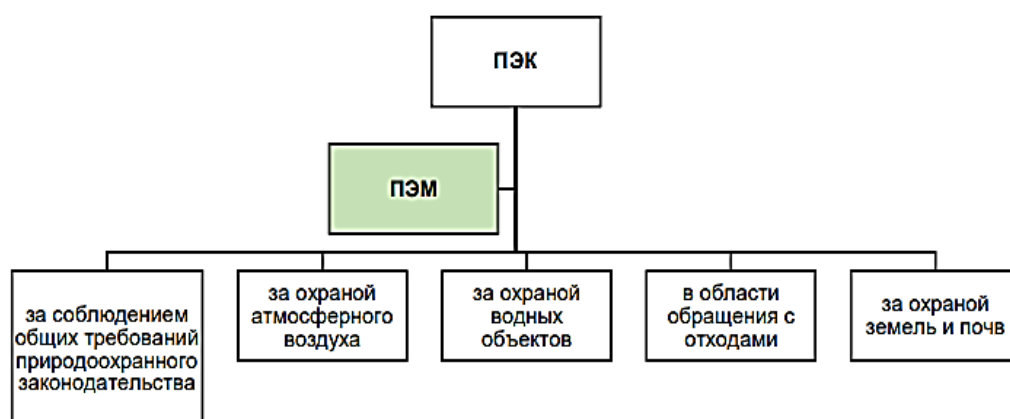


Рисунок 4.6 – Структура ПЭК предприятия

На предприятии должны быть разработаны и утверждены документы, регламентирующие ПЭК:

- положение о ПЭК;
- ПЭК за соблюдением общих требований природоохранного законодательства
- ПЭК за охраной атмосферного воздуха

- ПЭК за охраной водных объектов
- ПЭК в области обращения с отходами
- ПЭК за охраной земель и почв ПЭМ;
- программа ПЭК;
- планы-графики ПЭАК;
- программа Производственного экологического мониторинга (ПЭМ);
- инструкции работников, осуществляющих ПЭК.

4.5.1 Структура и содержание программы ПЭК

Общие требования к содержанию Программы ПЭК определены в приказе Минприроды России от 18 февраля 2022 года № 109 «Об утверждении требований к содержанию программы производственного экологического контроля, порядка и сроков представления отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля» [66]:

1. Программа производственного экологического контроля (далее – Программа) должна разрабатываться и утверждаться юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими хозяйственную и (или) иную деятельность на объектах I, II и III категорий (далее – объекты), по каждому объекту с учетом его категории, применяемых технологий и особенностей производственного процесса, а также оказываемого негативного воздействия на окружающую среду.

В случаях изменения технологических процессов, замены технологического оборудования, сырья, повлекших за собой изменение качественных характеристик загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду, а также изменения установленных объемов выбросов, сбросов загрязняющих веществ более чем на 10%, юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, осуществляющий хозяйственную и (или) иную деятельность на данном объекте, должны скорректировать Программу в целях приведения ее в соответствие с настоящими требованиями в течение 60 рабочих дней со дня указанных изменений.

2. Программа должна содержать следующие разделы:

- общие положения;
- сведения об инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и их источников;
- сведения об инвентаризации сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду и их источников;
- сведения об инвентаризации отходов производства и потребления и объектов их размещения;
- сведения о побочных продуктах производства;
- сведения о подразделениях и (или) должностных лицах, отвечающих за осуществление производственного экологического контроля;
- сведения о собственных и (или) привлекаемых испытательных лабораториях (центрах), аккредитованных в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации;
- сведения о периодичности и методах осуществления производственного экологического контроля, местах отбора проб и методиках (методах) измерений.

3. Раздел «Общие положения» должен содержать:

- полное и сокращенное (при наличии) наименование, организационно-правовую форму и адрес юридического лица в пределах места нахождения юридического лица или фамилию, имя, отчество (при наличии) индивидуального предпринимателя с указанием идентификационного номера налогоплательщика, основной государственной регистрационный номер, адрес регистрации по месту жительства (пребывания) индивидуального предпринимателя;
- наименование, категорию, код и адрес места нахождения объекта согласно свидетельству о постановке на государственный учет объекта, оказывающего негативное воздействие на окружающую среду, выдаваемому юридическому лицу или индивидуальному предпринимателю, осуществляющему хозяйственную и (или) иную деятельность на указанном объекте;
- наименование уполномоченного органа, в который направляется отчет об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля, и сведения об ответственном за подготовку данного отчета лице;
- дату утверждения Программы.

4. Раздел «Сведения об инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и их источников» должен содержать:

- сведения об инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (далее – выбросы) и их источников, ее последней корректировке;
- показатель суммарной массы выбросов отдельно по каждому загрязняющему веществу по каждому источнику и по объекту в целом, в том числе с указанием загрязняющих веществ, характеризующих применяемые технологии и особенности производственного процесса на объекте (далее – маркерные вещества);
- сроки проведения инвентаризации выбросов и их стационарных источников, корректировки ее данных.

5. Раздел «Сведения об инвентаризации сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду и их источников» должен содержать:

- сведения о заключенных договорах водопользования и (или) выданных решениях о предоставлении водного объекта в пользование;
- показатель суммарной массы сброса отдельно по каждому загрязняющему веществу по каждому выпуску и объекту в целом;
- показатель суммарного объема сброса сточных вод по каждому отдельному выпуску и по объекту в целом;
- сведения о ведении учета сточных вод (производственных, хозяйственно-бытовых, дождевых, талых, поливномоечных, дренажных вод, отводимых с территории объекта) и источников их образования, стационарных источников сбросов загрязняющих веществ в водные объекты или в системы водоотведения, включая очистные сооружения, эксплуатируемые на объекте, имеющих сбросы в водный объект, в том числе сведения о схемах систем водопотребления и водоотведения, о средствах измерения расхода сброса (наименование, погрешность, свидетельство о поверке средств измерений), а также о сроках проведения такого учета.

6. Раздел «Сведения об инвентаризации отходов производства и потребления и объектов их размещения» должен содержать:

- сведения об отходах, образующихся в процессе хозяйственной и (или) иной деятельности, в соответствии с федеральным классификационным каталогом отходов;
- сведения об объектах размещения отходов на данном объекте в соответствии с государственным реестром объектов размещения отходов;
- сведения об инвентаризации объектов размещения отходов;
- сроки проведения инвентаризации объектов размещения отходов.

6.1. Раздел «Сведения о побочных продуктах производства» должен содержать:

- перечень видов побочных продуктов производства, включающий наименование побочных продуктов производства;
- показатели, характеризующие объемы образования побочных продуктов производства за год;
- периодичность (не реже одного раза в квартал) или даты образования побочных продуктов производства;
- планируемые сроки использования побочных продуктов производства в собственном производстве;
- планируемые сроки передачи побочных продуктов производства другим лицам (в случае передачи побочных продуктов производства другим лицам);
- сведения о результатах использования побочных продуктов в собственном производстве, включающие сведения о видах сырья и (или) продукции, полученных с использованием побочных продуктов производства, и их планируемом количестве за год, а также реквизиты документов, устанавливающих требования к получаемому сырью или продукции;
- сведения о планируемом использовании побочных продуктов производства в качестве сырья или в качестве продукции для потребления в случае их передачи другим лицам (при наличии информации от потребителя такой продукции).

7. Раздел «Сведения о подразделениях и (или) должностных лицах, отвечающих за осуществление производственного экологического контроля» должен содержать:

- наименования подразделений и (или) фамилии, имени, отчества (при наличии) должностных лиц, их полномочия;
- численность сотрудников подразделений и (или) должностных лиц;
- сведения о правах и обязанностях руководителей, сотрудников подразделений.

8. Раздел «Сведения о собственных и (или) привлекаемых испытательных лабораториях (центрах), аккредитованных в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации» должен содержать:

- наименования и адреса собственных и (или) привлекаемых испытательных лабораторий (центров);
- реквизиты аттестатов аккредитации собственных и (или) привлекаемых испытательных лабораторий (центров) с указанием информации об области их аккредитации.

9. Раздел «Сведения о периодичности и методах осуществления производственного экологического контроля, местах отбора проб и методиках (методах) измерений» должен содержать:

- подраздел «Производственный контроль в области охраны атмосферного воздуха»;

ИТС 41–2023

- подраздел «Производственный контроль в области охраны и использования водных объектов»;
- подраздел «Производственный контроль в области обращения с отходами»;
- подраздел «Производственный контроль в области обращения с побочными продуктами производства».

9.1. Подраздел «Производственный контроль в области охраны атмосферного воздуха» должен содержать:

- план-график контроля стационарных источников выбросов (далее – План-график контроля) с указанием номера и наименования структурного подразделения (площадка, цех или другое) в случае их наличия, номера и наименования источников выбросов, загрязняющих веществ, периодичности проведения контроля, мест и методов отбора проб, используемых методов и методик измерений, методов контроля (расчетные и инструментальные) загрязняющих веществ в источниках выбросов;
- план-график проведения наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха (далее – План-график наблюдений) с указанием измеряемых загрязняющих веществ, периодичности, мест и методов отбора проб, используемых методов и методик измерений для объектов, включенных в перечень, предусмотренный п. 3 ст. 23 Федерального закона от 4 мая 1999 года № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» [67];
- перечень нормативных документов, стандартов организации, регламентирующих требования к методам производственного контроля в области охраны атмосферного воздуха.

9.1.1. В План-график контроля должны включаться загрязняющие вещества, в том числе маркерные, которые присутствуют в выбросах стационарных источников и в отношении которых установлены технологические нормативы, нормативы допустимых выбросов (предельно допустимые выбросы), временно разрешенные выбросы (лимиты на выбросы) с указанием используемых методов контроля (расчетные и инструментальные) показателей загрязняющих веществ в выбросах стационарных источников, а также периодичность проведения контроля (расчетными и инструментальными методами контроля) в отношении каждого стационарного источника выбросов и выбрасываемого им загрязняющего вещества, включая случаи работы технологического оборудования в измененном режиме более трех месяцев или перевода его на новый постоянный режим работы и завершения капитального ремонта или реконструкции установки.

9.1.2. В План-график контроля не включаются источники, выброс от которых по результатам рассеивания не превышает 0,1 ПДК_{мр} загрязняющих веществ на границе земельного участка объекта.

9.1.3. В Плане-графике контроля расчетные методы контроля указываются для определения показателей загрязняющих веществ в выбросах стационарных источников в следующих случаях:

- отсутствие аттестованных в установленном законодательством Российской Федерации о единстве измерений порядке методик измерения загрязняющего вещества;
- отсутствие практической возможности проведения инструментальных измерений выбросов, в том числе высокая температура газовой смеси, высокая

скорость потока отходящих газов, сверхнизкое или сверхвысокое давление внутри газохода, отсутствие доступа к источнику выбросов;

- выбросы данного источника по результатам последней инвентаризации выбросов формируют приземные концентрации загрязняющих веществ или групп суммации в атмосферном воздухе на границе территории объекта менее 0,1 доли предельно допустимых концентраций.

9.1.4. План-график контроля должен содержать периодичность проведения контроля (расчетными и/или инструментальными методами контроля) в отношении каждого стационарного источника выбросов и выбрасываемого им загрязняющего вещества.

9.1.5. План-график наблюдений должен содержать:

- адреса (географические координаты) пунктов наблюдений с указанием номера каждого пункта наблюдения;

- перечень контролируемых на каждом пункте загрязняющих веществ;

- методы определения концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе;

- периодичность отбора проб атмосферного воздуха.

9.2. Подраздел «Производственный контроль в области охраны и использования водных объектов» должен содержать:

- мероприятия по учету объема забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов, предусмотренные Порядком ведения собственниками водных объектов и водопользователями учета объема забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объема сброса сточных, в том числе дренажных, вод, их качества, утвержденным приказом Минприроды России от 9 ноября 2020 года № 903 [68];

- мероприятия по проведению измерений качества сточных, в том числе дренажных, вод;

- план-график проведения проверок работы очистных сооружений, включая мероприятия по технологическому контролю эффективности работы очистных сооружений на всех этапах и стадиях очистки сточных вод и обработки осадков;

- программу ведения наблюдений за водным объектом и его водоохранной зоной, разработанную в соответствии с типовой формой решения о предоставлении водного объекта в пользование, принимаемого Федеральным агентством водных ресурсов, его территориальным органом, органом исполнительной власти субъекта Российской Федерации или органом местного самоуправления, утвержденной приказом Минприроды России от 31 января 2022 года № 51 [69];

- перечень нормативных документов, стандартов организации, регламентирующих требования к методам производственного контроля в области охраны и использования водных объектов.

9.2.1. Мероприятия по проведению измерений качества сточных, в том числе дренажных, вод, должны содержать перечень определяемых загрязняющих веществ и показателей, соответствующий нормативам допустимого сброса, временным разрешенным сбросам, периодичность отбора и анализа проб сточных вод, места отбора проб, указание аттестованных методик (методов) измерений.

ИТС 41–2023

9.2.2. Периодичность отбора и анализа проб сточных вод для объектов I и II категорий при осуществлении сброса сточных вод устанавливается не менее одного раза в месяц, по показателю токсичности – не менее одного раза в квартал.

Периодичность отбора и анализа проб сточных вод для объектов III категории устанавливается не менее одного раза в квартал, по показателю токсичности – не менее одного раза в квартал.

9.2.3. Программа ведения регулярных наблюдений за водным объектом и его водоохранной зоной предусматривает осуществление наблюдений за качеством поверхностных вод в фоновом и контрольном створах относительно сброса (выпусков) сточных вод в водный объект в основные гидрологические фазы (для водотоков) и основные гидрологические ситуации (для водоемов) согласно перечню измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, утвержденному постановлением Правительства Российской Федерации от 16 ноября 2020 г. № 1847 [70], и законодательству Российской Федерации об обеспечении единства измерений.

Периодичность отбора и анализа проб поверхностных вод в фоновом и контрольном створах водного объекта совмещается со сроками наблюдений за сточными водами для объектов I, II и III категорий.

9.2.4. Периодичность проведения проверок работы очистных сооружений устанавливается не реже двух раз в год.

9.2.5. Программа ведения регулярных наблюдений за водным объектом и его водоохранной зоной, содержит перечень определяемых загрязняющих веществ и показателей, соответствующий нормативам допустимого сброса, временным разрешенным сбросам, периодичность отбора и анализа проб поверхностных вод, места отбора проб, указание аттестованных методик (методов) измерений, использованных при проведении наблюдений за водным объектом.

9.3. Подраздел «Производственный контроль в области обращения с отходами» должен содержать:

- программу мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды на территориях объектов размещения отходов и в пределах их воздействия на окружающую среду, утвержденную в соответствии с Порядком проведения собственниками объектов размещения отходов, а также лицами, во владении или в пользовании которых находятся объекты размещения отходов, мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды на территориях объектов размещения отходов и в пределах их воздействия на окружающую среду, утвержденным приказом Минприроды России от 8 декабря 2020 года № 1030 [71], для собственников, владельцев объектов размещения отходов, в случае осуществления ими непосредственной эксплуатации такого объекта, или лиц, в пользовании, эксплуатации которых находится объект размещения отходов;

- сроки обобщения данных по учету в области обращения с отходами.

9.4. Подраздел «Производственный контроль в области обращения с побочными продуктами производства» должен содержать порядок учета побочных продуктов производства.

Раздел 5. Наилучшие доступные технологии

Наилучшая доступная технология – технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности применения [1], [2], [3], [72].

В данном разделе НДТ рассматриваются как новые решения, направленные на защиту одного из компонентов окружающей среды или на решение конкретной проблемы.

Технологии относились к НДТ при соответствии следующим критериям:

- рациональное потребление сырья, материалов и воды (ресурсосбережение);
- применение малоотходных или безотходных процессов;
- характер и уровень негативного воздействия на окружающую среду и возможность снижения удельных значений эмиссий, связанных с процессом;
- использование в технологических процессах веществ, которые в наименьшей степени опасны для человека и окружающей среды, и отказ от особо опасных веществ;
- возможность регенерации и повторного использования (рециклинга) веществ, применяемых в технологических процессах, в том числе в составе образующихся отходов;
- свидетельства предыдущего успешного применения в промышленных масштабах сопоставимых процессов, установок, оборудования, методов управления;
- сроки ввода в эксплуатацию для новых и существующих установок;
- экономическая приемлемость для отрасли экономики.

На основании «Правил определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии» и «Методических рекомендаций по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии» [9] были определены наилучшие доступные технологии в свиноводческих хозяйствах:

- технология содержания хряков-производителей;
- технология содержания холостых, условно-супоросных, супоросных свиноматок;
- технология содержания подсосных свиноматок;
- системы выращивания поросят-отъемышей;
- технология выращивания ремонтного молодняка свиней;
- технология содержания свиней на откорме;
- технология переработки, хранения и внесения навоза.

В разделе 5 справочника НДТ представлен перечень НДТ, подготовленный в результате оценки технологий, применяемых при интенсивном разведении свиней, охарактеризованных в разделах 2, 3, 4 настоящего справочника НДТ.

Оценка технологий проведена по данным 294 анкет промышленных предприятий, осуществляющих интенсивное разведение свиней в Российской Федерации.

Обработка отраслевых анкет показала, что в свиноводческих предприятиях Российской Федерации представлено станочное и технологическое оборудование различных фирм производителей/поставщиков.

Основной производственный процесс получения товарной продукции свиноводства разделен на циклы воспроизводства, доращивания и откорма/выращивания, в соответствии с которым организованы цеха воспроизводства,

доращивания и откорма [35], [31], [72]. Схема технологического процесса производства свинины, отображающая взаимосвязь между процессами, приведена на рисунке 5.1.

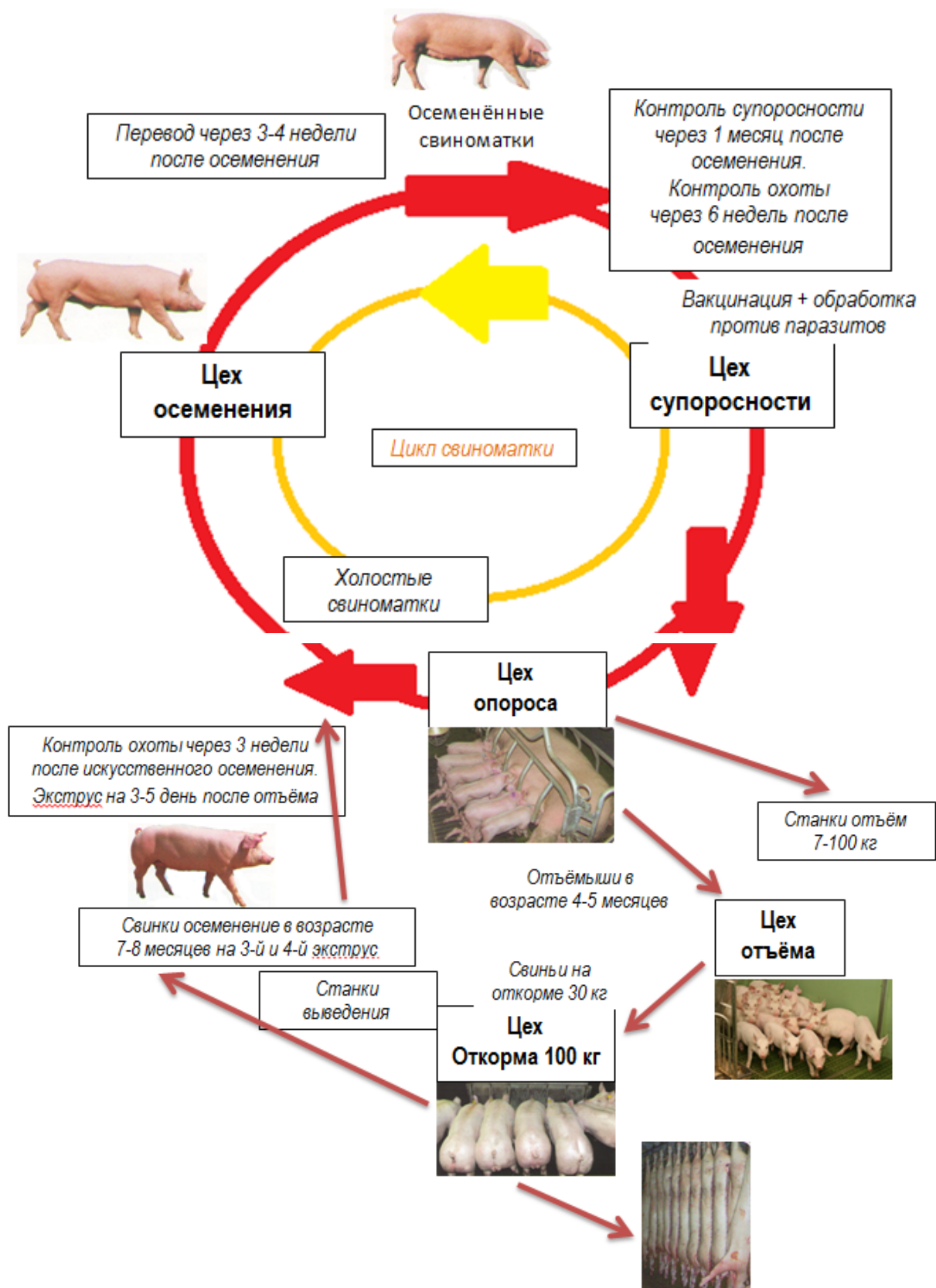


Рисунок 5.1 – Общая схема описания технологического процесса

Первый этап – воспроизводство – включает в себя содержание хряков-производителей, получение от них спермы для осеменения и продажи, подготовку свиноматок и ремонтных свинок к осеменению, непосредственно осеменение, супоросный период, подготовку к опоросу, опорос и подсосный период. Первый этап производства включает цех осеменения, цех супоросности, цех опороса. Описание технологического процесса этапа приведено в разделе 2.

Второй этап – доращивание – это период выращивания поросят после отъема. Поросят массой 6–8 кг переводят на участок доращивания, где они находятся семь-восемь недель или до достижения ими массы 25–30 кг. Содержатся поросята в групповых станках. Описание технологического процесса этапа приведено в разделе 2.

Третий этап – откорм – это выращивание свиней до установленных весовых кондиций. По достижении поросятами массы 25–30 кг их переводят на участок откорма, где они содержатся в течение трех месяцев в групповых станках. На мясокомбинат отправляют поросят массой 100–110 кг, многие производители свинины откармливают свиней до 120–125 кг.

Выращивание – выращивание ремонтного молодняка для замены основного стада хряков и свиноматок. По достижении поросятами массы 30 кг их переводят на участок ремонтного молодняка, где они содержатся в групповых станках. Описание технологического процесса этапа приведено в разделе 2.

Основной структурной единицей поточного производства свинины является технологическая группа [31].

Деление стада на группы соответствующего возраста и физиологического состояния позволяет стандартизировать условия содержания животных. Например, на участке воспроизводства технологическая группа свиноматок формируется при осеменении и сохраняется до отъема поросят. На участке доращивания поросята, полученные от свиноматок одной технологической группы, также образуют свою технологическую группу, которая сохраняется при их дальнейшей постановке на откорм. Особенности технологической группы заключаются в ее целостности и высокой стандартизации поголовья. Технологические группы формируются через определенный период времени – ритм производства, которому кратна длительность всех производственных процессов.

Архитектурно-строительные решения ферм и комплексов имеют два исполнения – одноплощадочное (замкнутый цикл) и многоплощадочное (мультисайт). Для первого характерно размещение всех цехов и участков в отдельных зданиях на одной площадке, для второго – размещение отдельных зон содержания животных на определенном расстоянии друг от друга (до нескольких километров).

В процессе разведения свиней и производства свиноводческой продукции все технологические подпроцессы связаны между собой, физиологическое состояние свиноматки определяет ее нахождение на определенном участке производственного цикла [31].

Информация об отдельных подпроцессах в этапах технологического процесса на свиноводческих предприятиях Российской Федерации (по ответам респондентов) приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Описание этапов технологического процесса

Входной поток	Этап процесса (подпроцесса)	Выходной поток	Основное технологическое оборудование*	Эмиссия
Хряки-производители Электроэнергия, природный газ, горюче-смазочные материалы	Первый этап. Производство. Содержание хряков-производителей	Спермопродукция. Вредные газы, выделяемые при дыхании, дефекации и мочеиспускании, запыленность и микробиологическая загрязненность воздуха. Навоз	Индивидуальные станки, кормушки, поилки	Выбросы в атмосферу газов, выделяемых в процессе жизнедеятельности животных, навоз, пыль. Шум от животных, технологического оборудования, транспорта
Свиноматки в разных физиологических состояниях. Электроэнергия, природный газ, горюче-смазочные материалы	Первый этап. Производство. Содержание холостых свиноматок, условно-супоросных, супоросных свиноматок	Период ожидания продукции. Вредные газы, выделяемые при дыхании, дефекации и мочеиспускании, Запыленность и микробиологическая загрязненность воздуха. Навоз	Индивидуальные станки. Групповые станки. Кормушки, поилки	Выбросы в атмосферу газов, выделяемых в процессе жизнедеятельности животных, навоз, пыль. Шум от животных, технологического оборудования, транспорта
Свиноматки подсосные, поросята Электроэнергия, природный газ, горюче-смазочные материалы	Первый этап. Репродукция. Подсосные свиноматки с поросятами.	Поросята. Вредные газы, выделяемые при дыхании, дефекации и мочеиспускании, запыленность и микробиологическая загрязненность воздуха, тепловая энергия при обогреве поросят. Навоз	Индивидуальные станки. Место обогрева поросят. Кормушки, поилки	Выбросы в атмосферу газов, выделяемых в процессе жизнедеятельности животных, навоз, пыль. Шум от животных, технологического оборудования, транспорта

Продолжение таблицы 5.1

Входной поток	Этап процесса (подпроцесса)	Выходной поток	Основное технологическое оборудование*	Эмиссия
<p>Поросята-отъемыши, поросята на доращивании.</p> <p>Электроэнергия, природный газ, горюче-смазочные материалы</p>	<p>Второй этап. Содержание порослят-отъемышей, порослят на доращивании</p>	<p>Период ожидания продукции.</p> <p>Вредные газы, выделяемые при дыхании, дефекации и мочеиспускании, запыленность и микробиологическая загрязненность воздуха.</p> <p>Навоз</p>	<p>Групповые станки</p> <p>Место обогрева порослят кормушки, поилки</p>	<p>Выбросы в атмосферу газов, выделяемых в процессе жизнедеятельности животных, навоз, пыль.</p> <p>Шум от животных, технологического оборудования, транспорта</p>
<p>Свиньи на откорме, Взрослые свиньи (брак)</p> <p>Электроэнергия, природный газ, горюче-смазочные материалы</p>	<p>Третий этап. Содержание откормочного молодняка, Выбракованного поголовья свиней</p>	<p>Товарный молодняк живой массой 90–110 кг. Свиньи для убоя живой массой 150–170 кг.</p> <p>Вредные газы, выделяемые при дыхании, дефекации и мочеиспускании, запыленность и микробиологическая загрязненность воздуха.</p> <p>Навоз</p>	<p>Групповые станки кормушки, поилки</p>	<p>Выбросы в атмосферу газов, выделяемых в процессе жизнедеятельности животных, навоз, пыль.</p> <p>Шум от животных, технологического оборудования, транспорта</p>
<p>Ремонтный молодняк.</p> <p>Электроэнергия, природный газ, горюче-смазочные материалы</p>	<p>Третий этап. Содержание ремонтного молодняка</p>	<p>Ремонтный молодняк. Племенной молодняк.</p> <p>Вредные газы, выделяемые при дыхании, дефекации и мочеиспускании, запыленность и микробиологическая загрязненность воздуха.</p> <p>Навоз</p>	<p>Групповые станки кормушки, поилки</p>	<p>Выбросы в атмосферу газов, выделяемых в процессе жизнедеятельности животных, навоз, пыль.</p> <p>Шум от животных, технологического оборудования, транспорта</p>

Входной поток	Этап процесса (подпроцесса)	Выходной поток	Основное технологическое оборудование*	Эмиссия
Молодняк на контрольном откорме и выращивании. Электроэнергия, природный газ, горюче-смазочные материалы	Третий этап. Контрольное выращивание молодняка на элевере.	Ремонтный молодняк. Племенной молодняк. Вредные газы, выделяемые при дыхании, дефекации и мочеиспускании, запыленность и микробиологическая загрязненность воздуха. Навоз	Индивидуальные станки кормушки, поилки	Выбросы в атмосферу газов, выделяемых в процессе жизнедеятельности животных, навоз, пыль. Шум от животных, технологического оборудования, транспорта
Ремонтный молодняк. Электроэнергия, природный газ, горючесмазочные материалы	Содержание на карантине	Период ожидания продукции. Вредные газы, выделяемые при дыхании, дефекации и мочеиспускании, запыленность и микробиологическая загрязненность воздуха. Навоз	Групповые станки. Кормушки, поилки	Выбросы в атмосферу газов, выделяемых в процессе жизнедеятельности животных, навоз, пыль. Шум от животных, технологического оборудования, транспорта

Источник: на основе сбора данных предприятий отрасли.

Анализируемые технологии рассматривались в соответствии с критериями достижения целей охраны окружающей среды для определения наилучшей доступной технологии, приведенными в Федеральном законе «Об охране окружающей среды»:

- объемы внедрения технологии в Российской Федерации;
- наименьший уровень негативного воздействия на окружающую среду;
- социальные факторы;
- экономическая эффективность внедрения и эксплуатации НДТ;
- применение ресурсо- и энергосберегающих методов;
- период внедрения НДТ.

Каждый этап технологического производства свинины рассматривается как «Входной поток» – «Этап процесса» – «Выходной поток» – «Основное технологическое оборудование».

В анкете предусматривались показатели, характеризующие надежность и экономичность оборудования, а также его воздействие на окружающую среду.

Применение интегрированного подхода по определению НДТ

Оценку наилучших доступных технологий проводили согласно ГОСТ Р 56828.8-2015 [9]. В первую очередь рассматривался критерий промышленного внедрения процессов, оборудования, технических способов, методов на двух и более объектах в Российской Федерации, затем остальные критерии.

Технологии, относящиеся к НДТ, при разведении свиней, позволяющие сократить потребление сырья, воды, энергии, снизить эмиссии в окружающую среду и образование отходов, приведены в таблице 5.2.

Выводы по наилучшим доступным технологиям

Данные выводы по НДТ охватывают следующие производственные-процессы при разведении свиней и производстве свиноводческой продукции:

- система экологического менеджмента;
- управление материальными ресурсами и надлежащая организация производством;
- управление кормлением;
- управление водными ресурсами, сточными водами, навозом;
- управление системой потребления энергетических ресурсов и энергоэффективностью;
- управление снижением выбросов в атмосферу;
- управление системой контроля ключевых параметров процессов производства;
- управление системой обращения с отходами.

Т а б л и ц а 5.2 – Перечень технологий, относящихся к НДТ, при разведении свиней

Наименование раздела	Метод/Оборудование	Применимость
5.1	Содержание хряков-производителей	
	Цех размещения хряков-производителей оснащен индивидуальными станками, обеспечивающими каждого хряка площадью 7 м ²	Широко применяется
5.1	Содержание холостых, условно-супоросных, супоросных свиноматок. Технология содержания холостых и условно-супоросных и супоросных свиноматок предусматривает обеспечение животным возможности нормального физиологического состояния и прихода в охоту. Стимулирование охоты, своевременное осеменение и контроль супоросности способствуют постоянному получению продукции (поросят)	Широко применяется
	Цех осеменения оснащен индивидуальными станками с кормушкой и поилкой, дополнительно дозаторами кормов. Размер станка 0,6x2,1 м, покрытие полы полностью или частично щелевое	Широко применяется

Наименование раздела	Метод/Оборудование	Применимость
	Цех содержания супоросных свиноматок предусматривает два типа содержания свиноматок: индивидуальное – для свиноматок второго периода супоросности в станках, сходных со станками осеменения; групповое – для свиноматок второго периода супоросности в групповых станках, где предусмотрены индивидуальные кормушки для каждого животного с разделителями для фронта кормления. Площадь на одну голову – 2,3 м ² . Высота ограждения (оцинкованная сталь) – 1,1–1,2 м. Покрытие пола – щелевое (не менее 30%), чугун-бетон. Оборудование – кормушка, поилки, дополнительно дозаторы кормов. Оптимально количество животных в одном станке – 6–12 голов	Широко применяется
5.1	Содержание подсосных свиноматок. Технология содержания подсосных свиноматок с поросятами предусматривает фиксацию свиноматки, что предотвращает задавливание и травмирование поросят. Дополнительно оборудовано место комфортного пребывания поросят	Широко применяется
	В цехе опороса применяют оборудование, позволяющее максимально снизить риск задавливания или травмирования поросят свиноматкой. Размер станка – 1,8x2,4 м, материал станка для свиноматки – оцинкованная сталь, высота пластиковых ограждений – 50 см, покрытие пола щелевое, пластик для поросят, пластик/чугун для свиноматок. Оборудование: кормушка, поилки, прикормочная кормушка, дополнительно напольный обогрев (электричеством или водой)	Широко применяется
5.1	Содержание поросят-отъемышей	
	Технология содержания поросят-отъемышей предусматривает групповое кормление и свободное перемещение по станку. Дополнительно оборудовано место комфортного пребывания поросят	Широко применяется
	Цех доращивания оснащен групповыми станками, выполненными из оцинкованной стали, покрытие пола щелевое, пластик (чугун), минимальная площадь щелевого пола – 30% площади станка. Высота пластиковых ограждений – 0,70 м. Оборудование: кормовой автомат с поилками, дополнительно напольный обогрев (электричеством или водой с теплосберегающим ограждением). Оптимальное поголовье – 22–25 голов на один станок. Площадь на одну голову – 0,35-0,4 м ²	Широко применяется

Окончание таблицы 5.2

Наименование раздела	Метод/Оборудование	Применимость
5.1	Содержание ремонтного молодняка	
	Цех для содержания ремонтных свинок оснащен групповыми станками с ограждениями из пластиковых досок, по торцам усиленными оцинкованным профилем, что облегчает очистку и санитарную обработку ограждений и обеспечивает долговечность работы. Высота ограждения – 1 м. Станочное ограждение выполнено с промежутками между пластиковыми досками на высоте от 0,5 до 1,0 м для лучшего вентилирования зоны нахождения свиней. Пол бетонный, щелевой на 30%, оптимальный вариант – полностью щелевой	Широко применяется
5.1	Содержание откормочного молодняка	Широко применяется
	Цех откорма оснащен групповыми станками с ограждениями из пластиковых досок, по торцам усиленные оцинкованным профилем, что облегчает очистку и санитарную обработку ограждений и обеспечивает долговечность работы. Высота ограждения – 1 м. Станочное ограждение выполнено с промежутками между пластиковыми досками на высоте от 0,5 до 1,0 м для лучшего вентилирования зоны нахождения свиней. Пол бетонный, щелевой на 30%	Широко применяется
5.1	Содержание свиней на карантине. Технология содержания молодняка на карантине предусматривает групповое содержание животных продолжительностью от одной до шести недель	Широко применяется
	Предусматривает проведение лечебных мероприятий и ветеринарных обработок. Технология содержания молодняка на карантине предусматривает групповое кормление и свободное перемещение по станку	Широко применяется

Источник: на основе сбора данных предприятий отрасли.

Технологии, перечисленные и описанные в данном разделе, не являются предписывающими и исчерпывающими. На практике могут быть использованы другие методы и технологии, которые обеспечивают равноценный уровень охраны окружающей среды или превосходят этот уровень.

Если не указано иное, выбросы по технологии НДТ являются общеприменимыми.

5.1 Система экологического менеджмента (СЭМ)

НДТ-1. Улучшение общей экологической эффективности предприятий по разведению свиней обеспечивается реализацией и поддержанием системы экологического менеджмента (Environmental management systems-EMS) [11], [72].

НДТ включает следующие мероприятия:

- обязательства руководства в области экологической политики, в том числе руководителей предприятий;
- определение экологической политики, включая непрерывное улучшение управления в этой сфере;
- планирование и внедрение необходимых процедур, целей и задач в сочетании с финансовым планированием и инвестициями.

При внедрении процедур уделяется особое внимание:

- структуре и ответственности;
- обучению, осведомленности и компетентности работников;
- связям и коммуникациям;
- мотивации работников;
- системе документооборота;
- эффективному управлению процессами;
- программам технического обслуживания;
- готовности к чрезвычайным ситуациям и реагированию на них;
- соблюдению природоохранного законодательства.

При проверке работы и принятию корректирующих мер обращается внимание на:

- мониторинг и измерение показателей процессов;
- корректирующие и предупреждающие действия;
- ведение учета;
- независимый внутренний и внешний аудит (где практикуется), чтобы определить, соответствуют ли системы экологического менеджмента запланированным мероприятиям и прошли ли должным образом внедрение;
- обзор системы экологического менеджмента и ее постоянную пригодность, адекватность и эффективность со стороны руководителей предприятий;
- отслеживание разработки экологически чистых технологий;
- рассмотрение воздействия на окружающую среду от возможного вывода из эксплуатации установки/оборудования на стадии проектирования нового завода и в течение всего срока эксплуатации;
- регулярное применение отраслевого сопоставительного анализа отдельных показателей.

Специально для сектора свиноводства НДТ должны также включать следующие функции в СЭМ:

- реализацию плана по управлению шумами;
- реализацию плана дезодорации.

Технический анализ применимости включает область (уровень детализации) и характер СЭМ (стандартизированные или не стандартизированные), где они будут связаны с окружающей средой, масштабами и особенностью предприятия, а также возможностью возникновения ряда экологических последствий.

5.2 Управление материальными ресурсами и надлежащая организация производства при разведении свиней

НДТ-2. Оптимальное управление материальными ресурсами и надлежащая организация производства для сведения к минимуму воздействия на окружающую среду производственных процессов [73].

В целях предотвращения и снижения воздействия на окружающую среду, улучшения общей производительности НДТ следует использовать все методы и оборудование, приведенные в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Методы/оборудование, используемые при оптимизации управления материальными ресурсами

Метод/оборудование		Применимость
Правильное расположение свиноводческого предприятия и пространственное расположение видов деятельности в целях:		
а	- сокращения транспортировки животных и материалов (в том числе навоза);	Общеприменимы
б	- обеспечения надлежащего расстояния от социальных объектов, нуждающихся в защите;	Не может быть применимо к существующим комплексам/фермам.
в	- учета сложившихся климатических условий (температура, ветер и осадки);	Как правило, применяется
г	- рассмотрения будущих возможностей развития предприятия/фермы;	Как правило, применяется
д	- предотвращения загрязнения воды	Как правило, применяется
2. Обучение и подготовка персонала, в частности для:		
а	- соответствующих правил, животноводства, ветеринарии и благополучия животных, работы с навозом, охраны труда;	Как правило, применяется
б	- перевозки и внесения навоза;	Как правило, применяется
в	- планирования деятельности;	Общеприменимы
г	- планирования и управления в чрезвычайных ситуациях;	Общеприменимы
д	- ремонта и технического обслуживания оборудования	Общеприменимы
3. Подготовка плана в чрезвычайных ситуациях по борьбе с неожиданными выбросами и инцидентами, такими как загрязнение водоемов. Это может включать в себя:		
а	- план фермы, показывающий расположение дренажных систем и воды/источников сточных вод;	Общеприменимы

Метод/оборудование		Применимость
б	- планы действий для реагирования на определенные чрезвычайные ситуации (например, пожары, утечки или разрушения хранилищ для жидкого навоза, неконтролируемые стоки с навозных куч, разливы нефти);	Общеприменимы
в	- оборудование для борьбы со случаями загрязнений (например, для подключения наземных дренажных установок, водостоки, перекрытия канав, перегородки для задержки разливов нефти и нефтепродуктов)	Как правило, применяется
4. Регулярные проверки, ремонт и поддержание зданий и оборудования. Включают в себя:		
а	- чистоту на ферме;	Общеприменимы
б	- борьбу с вредителями;	Общеприменимы
в	- контроль хранилищ жидкого навоза на наличие каких-либо признаков повреждения, деградации, утечки;	Общеприменимы
г	- шламовые насосы, миксеры, сепараторы, ирригаторы;	Как правило, применяется
д	- системы водоснабжения и питания;	Как правило, применяется
ж	- системы вентиляции и датчики температуры;	Как правило, применяется
з	- оборудование для хранения и транспортировки корма (например, клапаны, трубы);	Как правило, применяется
е	- системы очистки воздуха (например, путем регулярных осмотров).	Как правило, применяется
5.	Хранение мертвых животных таким образом, чтобы предотвратить или уменьшить выбросы	Как правило, применяется
<i>Источник: BREF (EU), 2015.</i>		

5.3 Управление кормлением

НДТ-3. Использование сбалансированных рационов, соответствующих потребностям животных, и программ кормления для снижения общего количества выделяемого азота, фосфора и калия, что уменьшает количество выбросов в окружающую среду [74]. НДТ должны использовать разработку рациона и стратегии кормления, которые включают в себя один или комбинацию из методов, приведенных в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Методы и оборудование для предотвращения загрязнений при удовлетворении потребностей в кормлении животных

Метод/оборудование		Применимость
а	Технология системы транспортировки кормов	Общеприменим
б	Контроль расхода кормов	Применимость может быть ограничена площадью и размером сооружений

Источник: BREF (EU), 2015.

Уровни выделяемого азота, выбросы аммиака при удовлетворении потребностей в кормлении животных приведены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – НДТ, связанные с общим количеством выделяемого азота

Параметры, кг N ⁽¹⁾ выдел./место	Категория животных, (жив./год)	НДТ, связанные с общим количеством выделяемого азота
Общее кол-во выделенного азота, выражено как N 1,5–4,0	Поросята-отъемыши	Соответствующий мониторинг описан в Разделе 3. НДТ, связанные с общим количеством выделяемого азота, не могут быть применимы к продукции органического животноводства
7,0–13,0	Свиньи на откорме	
17,0–30,0	Свиноматки и подсосные поросята	Этот вывод базируется на информации, представленной в разделах 3, 4, 5

⁽¹⁾Нижняя граница значений достигнута путем комбинирования методов.

Источник: BREF (EU), 2015.

Уровни выделяемого фосфора, выбросы при удовлетворении потребностей в кормлении животных приведены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – НДТ, связанные с общим количеством выделяемого фосфора

Параметры, кг P ₂ O ₅ выдел./место (жив./год)	Категория животных	НДТ, связанные с общим количеством выделяемого фосфора
Общее кол-во выделенного фосфора выраженное как P ₂ O ₅ 1,2–2,2	Поросята-отъемыши	НДТ, связанные с общим количеством выделяемого фосфора, не могут быть применимы к племенным животным
3,5–5,4	Свиньи на откорме	
9,0–15,0	Свиноматки и подсосные поросята	

Источник: BREF (EU), 2015.

5.4 Управление водными ресурсами, сточными водами, навозом

НДТ-4. Управление системой предотвращения загрязнений сточных вод от веществ, выделяемых при хранении и подготовки навоза, путем использования комбинации методов/оборудования, приведенных в таблице 5.7 [11], [75].

Т а б л и ц а 5.7 – Методы/оборудование для предотвращения загрязнений сточных вод

Метод/оборудование		Применимость
Возможные методы (1)		
а	Сокращение площади засоренных территорий	Как правило, применяется
б	Минимизировать расход воды	Как правило, применяется
в	Отделить незагрязненные дождевые воды от сточных вод, которые требуют обработки	Не может быть применимо к существующим фермам
г	Слив хоз.-бытовых, ливневых и производственных сточных вод в специализированный контейнер	Как правило, применяется
д	очистка хоз.- бытовых и ливневых сточных вод	Как правило, применяется
ж	Распределение сточных вод с помощью систем орошения (опрыскиватель, самоходная дождевальная машина, автоцистерна, трубопровод)	Применимость может быть ограничена в связи с ограниченной доступностью подходящих земельных участков рядом с фермой
Описание методов приведено в разделе 5.		
Этот вывод НДТ базируется на информации, представленной в разделах 3, 4, 5.		
<i>Источник: BREF (EU), 2015.</i>		

Сточные воды и канализационные стоки включают: промывочную воду из животноводческих сооружений, воду, сбрасываемую из воздухоочистительной системы, загрязненные дождевые стоки, смешанные с навозом. Промывочная вода может содержать остатки навоза, мочи, корма, а также моющих средств и дезинфектантов. Количество дождевых стоков зависит от уровня осадков, что влияет на содержание различных веществ в них.

В целях предотвращения загрязнения дождевой воды на предприятиях необходимо проводить отделение грязных и незагрязненных стоков. Дождевая вода, стекающая с поверхности чистых крыш, забетонированных чистых дворовых территорий, может считаться «слегка загрязненной» или незагрязненной. Чем чище дворовая территория, тем меньшее количество воды требуется для ее очистки, что ведет к уменьшению объема сточных вод.

Сточная вода собирается и накапливается в резервуарах или отстойниках. Твердые фракции используются или перерабатываются. Жидкие фракции перерабатываются и применяются в оросительной системе (разделы 2, 3, 4).

НДТ-5. Оптимальное управление системой водопровода, поения животных, водопользования, удаления, хранения, переработки навоза, образованного при жизнедеятельности свиней с помощью комбинации методов, приведенных в таблице 5.8.

Т а б л и ц а 5.8 – Методы/оборудование для предотвращения потери воды, удаления, хранения, обработки и внесения навоза

Метод/оборудование		Применимость
Методы контроля и учета воды:		
а	Контроль и оптимизация использования воды	В основном применимы
б	Локальная очистка воды, используемой для питья животными	Применима при использовании нового инновационного оборудования
в	Мониторинг степени замкнутости системы водопользования и потенциальных недостатков: использование дополнительного оборудования при необходимости	Применимость может быть ограничена качеством воды (осаждение/образование отложений в водопроводной системе)
Методы хранения навоза:		
г	Отделение жидкой фракции навоза	В основном применимы, при влажности исходного сырья менее 95%
д	Отделение твердой фракции навоза	В основном применимы, при влажности исходного сырья менее 95%
ж	Жидкий или твердый навоз во время хранения накрывают	Применима при строительстве новых свинокомплексов с использованием инновационного оборудования
з	Хранилище располагают, принимая во внимание общее направление ветра. Принимают меры по уменьшению скорости ветра (вокруг и над хранилищем высаживают деревья, создавая естественные барьеры)	Как правило, применяется
е	Минимизация перемешивания жидкого навоза	Как правило, применяется
и	Методы обработки навоза для уменьшения выбросов запаха:	
	Аэробное сбраживание (аэрация) жидкого навоза/навозной жижи	
	Компостирование сухого навоза	
	Анаэробное сбраживание	
Методы внесения навоза в почву:		
	Ленточное разбрасывание, инжектор для внесения жидкого навоза	
	Сокращение сроков внесения навоза	
<p>(1) Описание методов дается в разделах 2,3,5. Этот НДТ вывод базируется на информации, представленной в разделе 2. Источник: BREF (EU), 2015.</p>		

НДТ 4, НДТ 5 должны быть направлены на предотвращение истощения природной среды, разрушение ее экологических связей, обеспечение рационального использования и воспроизводства природных ресурсов при применении одного или комбинации из методов, приведенных в таблицах 5.7, 5.8.

5.5 Управление системой потребления энергетических ресурсов и энергоэффективностью

НДТ-6. Оптимальное управление системой потребления энергии и энергоэффективностью для уменьшения расхода топливно-энергетических ресурсов и снижения техногенного воздействия на окружающую среду производственных процессов путем использования комбинации методов/процессов, приведенных в таблице 5.9 [65].

Таблица 5.9 – Методы/оборудование для уменьшения расхода топливноэнергетических ресурсов и снижения техногенного воздействия на окружающую среду производственных процессов

Метод/оборудование		Применимость
а	Реализация программы энергосбережения и энергоэффективности	В основном применимы
б	Использование систем управления энергией и энергоресурсами, которые включают следующие функции: <ul style="list-style-type: none"> - оценка общего потребления и производства энергии из навоза; - определение точек, количественная оценка и оптимизация возможностей использования энергии; - контроль и поддержание оптимальных параметров энергопотребления 	Применима при использовании нового инновационного оборудования*
в	Меры по регенерации тепла и снижению его потребления: <ul style="list-style-type: none"> - значительные колебания между высокими и низкими климатическими температурами; - высокий КПД теплогенераторов; - эффективность системы использования вторичного тепла для обогрева здания; - переход на использование природного газа. Максимальное производство энергии за счет переработки отходов (навоза), которые имеют высокое содержание органических веществ	Применимость может быть ограничена особенностями архитектурно-строительных решений здания Применимо для предприятий, если установлено оборудование для получения газа из отходов и навоза

Окончание таблицы 5.9

Метод/оборудование		Применимость
г	Максимальное удовлетворение потребностей животных в оптимальных условиях микроклимата с помощью совместного использования систем отопления, вентиляции, охлаждения, водоснабжения, навозоудаления	В основном применимы
д	Использование избыточного тепла для нагрева питьевой воды, технологической воды, отопления здания	В основном применимы**
<p>Источник: BREF (EU), 2015.</p> <p>* В процессе обработки производственных анкет провести группировку свиноводческих предприятий по мощности не представляется возможным из-за низкого качества заполнения разделов анкеты.</p> <p>** Подробное описание мероприятий по достижению НДТ приведены в разделе 7.</p>		

5.6 Эффективное использование энергии

НДТ-7. В целях эффективного и рационального использования энергии для предотвращения истощения природных ресурсов НДТ должны использовать комбинацию из методов, приведенных в таблице 5.10 [11].

Таблица 5.10 – Методы/оборудование для предотвращения и снижения потерь в процессе технологического производства

Метод/оборудование		Применимость
а	Высокая эффективность систем отопления/охлаждения и систем вентиляции	Не может быть применимо к существующим установкам
б	Оптимизация отопления /охлаждения и системы вентиляции и их управления, особенно в случае, когда используется система очистки воздуха	Как правило, применяется
в	Утепление стен, пола и/или потолков в животноводческих помещениях	Не может быть применимо к помещениям с естественной вентиляцией. Изоляция не может быть применима для существующих зданий из-за архитектурно-строительных ограничений
г	Использование энергосберегающего освещения	Как правило, применяется. Использование энергосберегающих ламп (светодиодных и ДНаТ)

Метод/оборудование		Применимость
д	Использование теплообменников	
	1. Воздух-воздух. 2. Воздух-вода. 3. Воздух-земля	Теплообменники воздух-земля применяются только в тех случаях, когда есть свободное место
ж	Использование тепловых насосов	Применение тепловых насосов на основе геотермальной регенерации тепла ограничено наличием дополнительных площадей при использовании горизонтальных труб
з	Применение естественной вентиляции	Не применяется для предприятий с централизованной системой вентиляции В свиноводческих предприятиях это не может быть применимо в: - помещениях с использованием подстилки в жарком климате; - помещениях без использования подстилки или без использования крытых утепленных боксов в холодном климате
Описание технологии приводится в разделе 5. Этот вывод НДТ основан на информации, приведенной в разделах 3, 4, 5.		
<i>Источник: BREF (EU), 2015.</i>		

5.7 Управление снижением выбросов в атмосферу

НДТ-8. Предотвращение и снижение газовых выбросов, образующихся в помещениях содержания животных, в системе навозоудаления, путем использования комбинации методов, приведенных в таблице 5.11 [11].

Таблица 5.11 – Методы/оборудование для предотвращения и снижения газовых выбросов, образующихся при жизнедеятельности животных и в процессе технологического производства

Метод/оборудование		Применимость
1. Система контроля микроклиматом помещения:		
а	Реализация программы энергосбережения и энергоэффективности	В основном применимы
б	Использование систем управления энергией и энергоресурсами	Применима при использовании нового инновационного оборудования

Окончание таблицы 5.11

Метод/оборудование		Применимость
в	<p>Меры по значительной регенерации тепла и снижению его потребления:</p> <ul style="list-style-type: none"> - значительные колебания между высокими и низкими климатическими температурами; - высокий КПД теплогенераторов; - эффективность системы использования вторичного тепла для обогрева здания; - переход на использование природного газа. <p>Максимальное производство энергии за счет переработки отходов (навоза), которые имеют высокое содержание органических веществ</p>	<p>Применимость может быть ограничена особенностями архитектурно-строительных решений здания*</p> <p>Применимо для предприятий, если установлено оборудование для получения газа из отходов и навоза**</p>
г	<p>Максимальное удовлетворение потребностей животных в оптимальных условиях микроклимата с помощью совместного использования систем отопления, вентиляции, охлаждения, водоснабжения, навозоудаления</p>	В основном применимы
д	<p>Использование избыточного тепла для нагрева питьевой воды, технологической воды, отопления здания</p>	В основном применимы
<p><i>Источник: BREF (EU), 2015.</i></p> <p><i>*Технология и оборудование по производству энергии из отходов приведена в разделе 7.</i></p> <p><i>**Данный пункт приведен в редакции BREF (EU), 2015. Проработку процесса производства энергии из отходов, содержащих органические вещества, провести не удалось в связи с недостаточным объемом информации по получению отходов, выработке энергии, утилизации.</i></p>		

5.8 Управление снижением выбросов загрязняющих веществ, имеющих запах

НДТ-9. В целях предотвращения и уменьшения выбросов загрязняющих веществ, имеющих запах, от комплексов и ферм НДТ должны соответствовать плану управления выбросами запаха в рамках системы экологического менеджмента (НДТ-1), внедряться и регулярно пересматриваться. Этот план включает в себя следующие элементы:

- протокол, содержащий соответствующие действия и сроки;
- протокол проведения мониторинга выбросов запаха;
- протокол по реагированию на выявленный неприятный запах;
- программы, направленные на определение источника (ов), для контроля выбросов загрязняющих веществ, имеющих запах, характеристики вклада источников для возможности их снижению и/или мер ликвидации;
- мониторинг предыдущих случаев выбросов загрязняющих веществ, имеющих запах, средств защиты и распространения.

При установлении нормативов и контроля выбросов дурнопахнущих веществ в атмосферу необходимо руководствоваться ГОСТ 58578-2019 [76].

ИТС 41–2023

НДТ 9 применяется только в тех случаях, когда ожидаются выбросы загрязняющих веществ, имеющих запах, на социальные объекты и/или они уже произошли. В целях предотвращения и уменьшения образования загрязняющих веществ, имеющих запах, и их распространение от комплексов, ферм НДТ-9 должно использовать комбинацию методов, приведенных в таблице 5.12.

Таблица 5.12 – Методы/оборудование для предотвращения и снижения выбросов загрязняющих веществ, имеющих запах, в процессе технологического производства

Возможные методы		Применимость
1	Обеспечить адекватное расстояние между комплексом, фермой и социальными объектами	Не может быть вообще применимо к существующим фермам
2. Использовать систему размещения, которая реализует один или сочетание следующих принципов:		
а	- держать животных и поверхности сухими и чистыми (во избежание потери кормов);	Применимы
б	- уменьшать эмитирующую поверхность навоза (использование металлических или пластиковых планок, каналы с уменьшенной наружной поверхностью навоза);	В основном применимы*
в	- удаление навоза на внешнее хранилище;	Удаление жидкого навоза путем промывки не приемлемо для свинокомплексов и ферм, расположенных близко к социальным объектам
г	- снижение температуры навоза (охлаждение жидкого навоза) и внутренней среды;	Снижение температуры в помещении, расход воздуха и скорость не могут быть приемлемы в целях защиты животных
д	- уменьшение объема и скорости воздушного потока над поверхностью навоза;	Не могут быть приемлемы в целях защиты животных
е	- содержание подстилки сухой и в аэробных условиях	Может быть применимо при содержании на глубокой подстилке
3. Оптимизировать условия выброса вытяжного воздуха из животноводческого помещения с помощью одного или сочетания следующих методов:		
а	- увеличение высоты трубы отвода отработанного воздуха;	В основном применимы**
б	- увеличение скорости вентиляции вертикальной вытяжки;	В основном применимы***
в	- эффективное размещение внешних барьеров для создания турбулентности выходящего потока воздуха (растительности);	В основном применимы

Окончание таблицы 5.12

Возможные методы		Применимость
г	- добавить крышку на дефлектор выходного отверстия, расположенного в нижней части стены, чтобы отвести выходящий воздух к земле;	В основном применимы
д	- диспергирование вытяжного воздуха в корпуса, которые отвернуты от социальных объектов;	В основном применимы
е	- выровнять ось гребня здания с естественной вентиляцией перпендикулярно направлению господствующих ветров	Выравнивание оси гребня не применяется для существующих предприятий
4. Использовать оборудование для газоочистки и нейтрализации загрязняющих веществ, имеющих запах:		
а	-установка биофильтров – применимо для организованных источников;	В основном применимы
б	-установка системы распыления дезодорирующих реагентов типа Мокрый барьер – применимо для неорганизованных источников	В основном применимы
* Конкретные технические характеристики, а также требования к оборудованию на данный момент не разработаны. **Точных рекомендуемых характеристик высоты труб отвода отработанного воздуха указать невозможно. В разделе 7 предлагаются новые технологические решения. *** Точных рекомендуемых характеристик по скорости вентиляции отработанного воздуха вертикальной вытяжки указать невозможно.		
Источник: BREF (EU), 2015 [11].		

5.9 Выбросы пыли

НДТ-10. Для уменьшения выбросов и концентрации пыли, содержащей органические вещества, микроорганизмы, особенно при повышении температуры и влажности, для предотвращения заболеваемости обслуживающего персонала и животных НДТ должны использовать один или комбинацию методов, приведенных в таблице 5.13 [11], [12].

Т а б л и ц а 5.13 – Методы/оборудование для предотвращения и снижения образования пыли в процессе технологического производства

Возможные методы		Применимость
1. Уменьшить образования пыли животными внутри помещения. Для этой цели сочетание следующих методов может быть использовано:		
а	Использовать более грубый материал подстилки (длинная солома или древесные опилки, а не измельченная солома)	Длинная солома не применяется в системах с жидким навозом
б	Применение свежего наполнителя с техникой использования с низким количеством пыли (вручную)	Как правило, применяется

Возможные методы		Применимость
в	Применять систему неограниченного кормления	Как правило, применяется
г	Использовать влажные и гранулированные корма или добавлять масла и связующие вещества в сухой корме	Как правило, применяется
д	Оборудовать хранилища для сухих кормов, которые заполняются пневматически, сепараторами инородных частиц	Как правило, применяется
ж	Проектирование и эксплуатация системы вентиляции с малой скоростью воздуха в помещении	Применимость может быть ограничена из-за соображений защиты животных
2. Снизить концентрацию пыли внутри помещения путем применения одного из следующих методов:		
а	Мелкокапельное опрыскивание водой (затуманивание)	Применимость может быть ограничено из-за ощущения животными снижения температуры во время затуманивания, в частности в чувствительные периоды жизни животного, и для холодного и влажного климата. Применимость может быть ограничена при применении твердого навоза в конце периода выращивания из-за высокого выброса аммиака.
б	Ионизация	Не может применяться на свиноводческих предприятиях по техническим и/или экономическим причинам.
3. Очистка удаляемого воздуха такими системами очистки воздуха, как:		
а	Водосборник	Применимо только на предприятиях с системой тоннельной вентиляции
б	Водяной скруббер	Эта техника не может быть общеприменимой из-за высокой стоимости реализации. Применимо только там, где существует централизованная система вентиляции

Окончание таблицы 5.13

Возможные методы		Применимость
в	Кислотный скруббер	Только для помещений с жидким навозом. Необходима достаточная площадь вне животноводческого помещения для размещения пакетов с фильтрами. Эта техника не может быть общеприменимой из-за высокой стоимости реализации. Применимо только там, где существует централизованная система вентиляции
г	Биоскруббер	
д	Двухфазная или трехфазная система очистки воздуха	
ж	Биофильтр	
Описание методов дается в разделе 5.		
Этот НДТ вывод базируется на информации, представленной в разделах 3, 5.		
<i>Источник: BREF (EU), 2015.</i>		

5.10 Управление шумовым воздействием

НДТ-11. В целях предотвращения и для снижения уровня шума использовать мероприятия, обеспечивающие соблюдение санитарно-гигиенических нормативов в рамках системы экологического менеджмента (НДТ 1), которая включает следующие элементы:

- протокол, содержащий соответствующие действия и сроки;
- протокол проведения мониторинга шума;
- протокол для принятия мер реагирования на выявленные случаи шума;
- программа снижения шума, разработанная, например, для выявления источника (ов) шума, для контроля выбросов шума, чтобы характеризовать вклад источников шума, и для осуществления мер ликвидации и/или мер по снижению;
- обзор предыдущих случаев выбросов шума и средств защиты и распространения сведений о случаях выбросов шума [11].

НДТ-11 применяется только в тех случаях, когда ожидается шумовое воздействие на социальные объекты и/или оно уже произошло. Этот вывод НДТ базируется на информации, представленной в разделе 3.

5.11 Управление системой контроля ключевых параметров процессов производства

Мониторинг ключевых параметров процессов производства [11], [31].

НДТ-12. Контроль ключевых параметров технологического процесса на предприятиях (давление, температура, влажность, количество загрязнений, прочие ключевые индикаторы согласно техническим регламентам предприятия).

НДТ-13. Контроль и измерение выбросов в атмосферу (NO_x, SO₂, пыль).

НДТ-14. Контроль и измерение сбросов в воду (ХПК, БПК, взвешенные вещества, общий азот, рН, электропроводность).

НДТ-15. Регулярный контроль и оценка распространения дурнопахнущих газов из соответствующих источников.

5.12 Управление системой обращения с отходами

НДТ-16. Снижение образования отходов, переработка и использование путем применения комбинации методов/процессов, приведенных в таблице 5,14 [44].

Таблица 5.14 – Методы/оборудование для снижения образования отходов, хранение, подготовка и переработка

Метод/оборудование		Применимость
а	Раздельный сбор различных видов отходов (включая разделение и классификацию отходов по степени опасности)	В основном применимо
б	Объединение подходящих видов (фракций) для получения продуктов, которые могут лучше использоваться	В основном применимо
в	Предварительная обработка отходов перед хранением, переработкой и использованием	В основном применимо
г	Выработка энергии на месте или вне предприятия из навоза с высоким содержанием горючих органических веществ	Применимость зависит от доступности установок по переработке навоза
д	Предварительная обработка и подготовка навоза перед переработкой	Применимо
<i>Источник: BREF (EU), 2015.</i>		

Описание методов. Методы очистки сточных вод

Незагрязненную атмосферную воду с крыш и дорог можно сбрасывать на местный рельеф, в сточные канавы или главные выводные коллекторы. Наиболее эффективный вариант возможности повторного использования собираемых и отдельно накапливаемых сточных вод (промывочные цели, резервуар для пожаротушения), если они не представляют угрозу для биобезопасности.

При определении размеров складских мощностей для хранения жидкого навоза и навозных стоков объем атмосферной воды, берущийся в расчет, должен соответствовать объему и размеру соответствующих участков за вычетом потерь при испарении.

Экологическая польза. Сбор и очистка сточной воды до того, как она поступит в водоем, предотвращает загрязнение воды. Однако необходимо учитывать, что хранение отдельно собранной незагрязненной дождевой воды в течение длительного времени может быть проблематичным из-за биологической активности в хранимой воде и неприятного запаха. Она также может быть опасна для здоровья животных и персонала.

Технические аспекты применения. Строительство соответствующих отдельных водосборных и дренажных систем для разделения незагрязненной воды может не подходить действующим хозяйствам из-за высокой стоимости.

Повторное использование незагрязненной дождевой воды для уборки подходит для новых и модернизируемых хозяйств. В некоторых регионах нет необходимости собирать такую воду, и собираемые объемы могут превышать потребности. Также может потребоваться, чтобы собираемая вода хранилась в отапливаемых сооружениях зимой.

Экономика. Совокупные ежегодные затраты свиноводческого хозяйства (при амортизационном сроке 20 лет) на сооружение дополнительных навесов над грязными забетонированными участками и отвод чистой воды составляют 1820 евро (евро 45/м³ крыши=0,88).

Перспектива внедрения данной технологии. Использование сточных вод при обработке жидкого навоза является более эффективной технологией, так как требуется меньший объем хранилища и меньше времени и затрат на разбрасывание навоза. Предотвращение поступления дополнительных объемов осадков наиболее рентабельно в регионах с высоким уровнем осадков. Описанные технологии широко применяются.

Очистка слегка загрязненной воды растениями может уменьшить концентрацию загрязняющих веществ, если уничтожить патогены до того, как они попадут в естественные поверхностные или грунтовые воды. Растения поглощают некоторые нутриенты и тяжелые металлы, что предотвращает их попадание в естественную экосистему. Методы и механизмы очистки/самоочищения болотной экосистемы просты и эффективны.

Сбросной канал – мелкий задернованный канал, вырытый для сбора сточной воды, по которому вода медленно стекает по склону. Проходя по каналу, вода фильтруется, поскольку дерн может отфильтровывать взвешенные наносы, а также поглощать нутриенты. Часто вдоль канала строятся защитные дамбы (чековые валики), чтобы увеличить полезный объем и замедлить прохождение воды.

Пруд-отстойник предназначен для того, чтобы взвешенные твердые частицы в сточной воде оседали. Вода в пруду накапливается и биологически очищается. Однако пруд удаляет избыточные отложения, но не может полностью очистить сточную воду, поэтому пруд используется в качестве предварительной очистки сточной воды. Сточная вода поступает в пруд после очистки в сбросном канале. Пруды время от времени нужно обезиливать.

Сконструированная болотная экосистема – это сконструированный полунатуральный участок земли, который обычно включает в себя рассадочные гряды специальных растений, таких как камыш (*Phragmites* spp), и каналы с гравийной (галечной) засыпкой.

Она повторяет естественную систему прудов и болот, где последовательное увеличение глубины благоприятствует разнообразной флоре и фауне. Они обладают способностью очищать размываемые сточные воды (устраняют биохимическую потребность в кислороде и нутриентах, задерживают отложения). Сконструированная болотная система прекрасно очищает сточные воды, но требует пространства.

Поглощающий (дренажный колодец) применяется там, где почва достаточно проницаемая и уровень грунтовых вод достаточно низкий. Очищаемая вода должна

иметь очень низкую концентрацию загрязняющих веществ, поскольку сточная вода в поглощающем колодце просачивается сквозь окружающую почву выше уровня грунтовых вод. Почва является средой, в которой происходит биологическая очистка сточной воды, а очищенная вода далее попадает в грунтовые воды.

Разделение сильно загрязненных фракций от незначительно загрязненных в сточной воде перед последующей очисткой осуществляется в специализированной системе первого смыва (при утечках из хранилищ). Для высококонцентрированной фракции характерны высокая концентрация органических загрязняющих веществ (химические, биохимические вещества, взвешенные твердые частицы) и небольшие объемы. Кроме этой фракции, может встречаться больший объем незначительно загрязненных стоков. Эти две фракции могут быть физически отделены в специализированной «системе первого смыва».

Система первого смыва состоит из ямы с кирпичной кладкой с тонкой перегородкой посередине. Сточная вода поступает в систему через впускное устройство с отходом. Сильно загрязненная фракция оседает в первом отделении. Из первого отделения эта фракция сбрасывается в отдельный накопитель. Незначительно загрязненная фракция оседает во втором отделении. Из второго отделения эта фракция сбрасывается через выходное отверстие для последующей биологической очистки одним из вышеописанных методов. Фракции не могут поступать из одного отделения в другое.

Экологическая польза. Эти системы эффективно улучшают качество воды благодаря одновременной биологической и физической очистке, задерживанию содержащих нутриенты и тяжелые металлы отложений, контролируемому поглощению растениями некоторых нутриентов. Таким образом, уменьшается концентрация загрязняющих веществ, благодаря вымыванию нутриенты не попадают в почву, грунтовые и/или поверхностные воды.

Характеристика экологичности и рабочие данные. Длинный сбросной канал (70 м и длиннее) задерживает и осаждает взвешенные твердые частицы. Оптимальные параметры: уклон – 5°, только пологая кривая и не слишком крутые обрывы (соотношение 1:3). Желателен укоренившийся травостой, чтобы вода не застаивалась.

Объем сбросного канала рассчитывается путем умножения площади, которую нужно осушить, на 12 (равен количеству осадков, т.е. 12 мм). Необходимо возрастающее количество защитных дамб вдоль сбросного канала для повышения уклона (1 дамба каждые 25 м для уклона 2°).

Пруды – относительно глубокие водоемы с мелкой кромкой. Растительность по краю способствует задерживанию наносов, созданию среды обитания животных, растений и безопасности. Наносы (тяжелые металлы) оседают на дне.

Конструируемые болотные экосистемы – специально затопленные участки разной глубины, предназначенные для того, чтобы смоделировать естественные болота. Это различные по глубине и характеру рельефа каналы или пруды с мелководными участками с водной или надводной растительностью (заросли камыша). Глубокий пруд всегда первый, а мелкота кромки болота может достигать 10 см. Существуют 2 основных типа конструируемых камышовых зарослей: с вертикальным течением и горизонтальным течением, однако оба типа могут быть объединены. Камышовые

заросли предназначены для обогащения сточных вод кислородом и освобождения от любых загрязняющих веществ.

Эффективность выведения азота, по сообщениям, составляет 20–60%, но может достигать 90% при присутствии плавающих водных макрофитов. Биохимический процесс распада азотистых соединений (денитрификация) – самый важный способ выведения азота, в то время как абсорбция в твердом состоянии является главным механизмом выведения фосфора.

При расчете размеров поглощающих колодцев следует исходить из максимального притока воды, наибольшей скорости просачивания в почву, систему размещать на более низком уровне. При выборе системы следует учитывать ряд переменных: включая угол склона, прогнозируемый уровень осадков, скорость просачивания в почву и наличие свободного пространства.

Технические аспекты применения. Очистка сточных вод общеприменима. Но то, каким способом предприятие будет очищать сточные воды, зависит от месторасположения. Всегда нужно заботиться о биобезопасности, когда сточная вода хранится отдельно до и после очистки.

Для систем, очищающих сточные воды, с низкой концентрацией загрязняющих веществ необходима свободная земля. Они не должны быть расположены близко к природным территориям, важным с экологической точки зрения, чтобы не нарушить существующее биоразнообразие. Такие пруды возводятся для хранения воды и обычно не выстилаются.

Их следует размещать на водонепроницаемом глубоком участке, предпочтительно с уровнем содержания глины не менее 20%. Обычно такие системы выдерживают значительные ежедневные и сезонные колебания концентрации загрязняющих веществ, что делает их подходящими для разнообразных местоположений и погодных условий.

В холодном климате, например, в северной Европе, описываемые системы работают лишь определенное количество времени в году, например в вегетационный период. По этой причине необходима параллельная система очистки (или резервуар для сбора и хранения воды зимой).

Экономика. Затраты различны в зависимости от характеристик участка, но ориентировочная стоимость для обычного узкого сливного канала в Европе – 6,00 евро на метр. Сконструированные болотные системы, при условии подходящей почвы, требуют выемки грунта, ограждений, ворот, плотин (запруд) и оплаты профессионалам. Ориентировочная стоимость, основанная на расчетных параметрах, указанных в британском руководстве по возведению устойчивых дренажных систем, может составлять 0,9–1,1 евро на м² непроницаемого осушаемого участка, для сконструированных болотных систем большего размера стоимость, вероятно, будет меньшей.

На возведение сконструированной болотной системы для очистки и разжижения воды площадью в 22005 м² в Великобритании было потрачено 70000 евро. Стоимость разделительной системы может зависеть от типа, размеров и т.д. Требуется (включая баки с вентиляционным отверстием, выгребные ямы, участок) около 750 евро. Общая стоимость и стоимость возведения – 1500–2500 евро.

Перспективы внедрения данной технологии. Данные системы позволяют естественным образом очищать незначительно загрязненные сточные воды,

поступающие из разных источников с различными типами загрязнения. Регенерируемая биомасса может широко применяться (субстрат для биогаза или производства биоэтанола). Их легче возводить, чем трубные системы, они требуют незначительного обслуживания и легко регулируются.

Сконструированные или естественные болотные системы широко используются по всему миру для очистки различных сточных вод, в основном это размытые стоки с обычной биохимической потребностью в кислороде из расчета на 5 дней в 100–250 мг/л. Биохимическая потребность в кислороде из расчета на 5 дней в животноводческих стоках может быть значительно выше. В некоторых странах ЕС (в Австрии) таким способом очищаются исключительно дождевые стоки.

Использование сточной воды в оросительных системах. Сточные воды включают в себя всю воду, поступающую из хозяйств, которая содержит воду, оставшуюся после уборки сооружений, и сточную воду со скотного двора. Уровень биохимической потребности в кислороде в сточной воде, как правило, высок (1000–5000 мг/л). Ирригация применяется с целью отвода сточной воды на поля, если имеющаяся земля для этого подходит. Такие же ограничения распространяются и на разбрасывание жидкого навоза.

При этой технологии могут использоваться отстойные резервуары или пруды-отстойники для сбора сточной воды перед закачкой на поля. Частицы можно осадить для предотвращения засорения системы, или твердые частицы можно удалить механически.

Эту фракцию нужно разбросать. Сточная вода закачивается из накопителя в трубопровод и поступает в дождевальную установку или самоходную дождевую машину, которые разбрызгивают воду на поля. Разбрызгивать воду также можно с помощью инжектора с пульсирующей струей (разделы 2, 4), танкера или инжектора со шлангом.

Достижимая экологическая польза. Преимуществом данной системы считается предотвращение попадания сточной воды в канализационную систему или поверхностные воды.

Однако при орошении нужно учитывать потребность орошаемой земли в воде и придерживаться общепринятых правил разбрасывания отходов (раздел 2, 3, 4). При использовании данной системы необходимо иметь достаточное количество земли. Важно во время разбрызгивания учитывать присутствие неприятного запаха, поэтому должны приниматься во внимание погодные и почвенные условия.

Характеристика экологичности и рабочие данные. Ирригационные системы используют подходящие цистерны или выкопанные в земле резервуары для сбора и отстаивания жидкостей. Для разбрызгивания жидкостей на поля они используют электрический насос, трубопровод малого диаметра и дождевальные установки (до 5 мм в час) или небольшую самоходную дождевую машину (до 50 м³/га или 5 мм на шаг машины). Период хранения будет зависеть от угрозы загрязнения сточными водами при разбрызгивании.

Если объем накапливаемой воды превышает полезный объем системы (в случае сильных осадков), система требует аварийного водосброса. Насос должен соответствовать давлению, зависящему от расстояния, на котором находится дождевальная установка. Объем может быть различным.

Технические аспекты применения. Предпочтительно, чтобы к хозяйству примыкало достаточно земли, тогда не нужен длинный трубопровод. Дождевальную

установку нужно регулярно передвигать во избежание загрязнения почвы. Систему нужно регулярно обслуживать для предотвращения засора труб и скапливания неприятного запаха в системе. Такая система всегда слабо нагружаема.

Перспективы внедрения данной технологии. Отдельная от сточных вод обработка жидкого навоза дает больше маневренности, т.е. требуется меньший объем хранилища и меньше времени и затрат на разбрасывание навоза. Эта технология широко применяется в Великобритании.

Принципы кормления свиней, способствующие снижению выделяемого азота и фосфора

К основным принципам кормления свиней, способствующим снижению количества выделяемого животными азота и фосфора, относятся следующие:

1. Уменьшить уровень сырого белка, составляя рацион из расчета потребностей свиньи в энергии, включить в рацион легко усваиваемые аминокислоты. Это позволит животным реализовать свой потенциал роста и продуктивности благодаря максимальной скорости синтеза протеина. Важно отслеживать количество незаменимых аминокислот, избегая избытка и недостатка. Не сбалансированные в соответствии с потребностями животного рационы не обеспечивают организм достаточным количеством необходимых питательных веществ. В таких рационах наблюдается переизбыток питательных веществ, которые не соответствуют физиологическим потребностям организма, что приводит к увеличению уровня выделяемых свиньями веществ в окружающую среду.

2. Составлять рацион в соответствии с физиологическим состоянием и уровнем продуктивности свиней (азот и фосфор). Потребности животного в разные периоды роста, а также физиологического состояния, различны. Следовательно, правильное составление рациона в соответствии с потребностями конкретного животного является общепринятым методом уменьшения количества элементов, выделяемых животным (многоэтапное кормление).

3. Улучшать качество кормов за счет:

- применения оптимальных уровней сырого белка, частично используя синтетические аминокислоты и включения сопутствующих компонентов в рационы с низким содержанием сырого белка и аминокислот (азот);
- применения низких уровней фосфора, включения фитазы для повышения усвояемости или ввода усваиваемых неорганических пищевых фосфатов (фосфор);
- использования других разрешенных пищевых добавок, включая зоотехнические добавки, которые уменьшают выделение азота в окружающую среду (экологические последствия животноводства);
- повышенного использования очень легко усваиваемых компонентов кормов (азот и фосфор).

Достигаемая экологическая польза. Значительное сокращение уровней азота и фосфора, выделяемых животными, может быть достигнуто за счет ограничения излишнего потребления питательных веществ или улучшения эффективности усвоения этих питательных веществ животными. Сокращение уровня выделяемых свиньями элементов приводит к сокращению выбросов животноводческих предприятий, что в дальнейшем улучшает этапы производственного процесса и делает его более экологически чистым.

ИТС 41–2023

Стандартные уровни N и P₂O₅, выделяемые свиньями, приведены в таблице 5.15.

Т а б л и ц а 5.15 – Стандартные уровни выделения свиньями N и P₂O₅ в Германии, Финляндии и Франции

Технологическая группа	N (кг/год)			P ₂ O ₅ (кг/год)		
	Германия	Финляндия	Франция	Германия	Финляндия	Франция
Отъемыши	4,3	ИО	4,03	2,3	ИО	2,02
Молодняк в период роста, Свины на откорме	13,0	ИО	13,7	6,3	ИО	6,30
Хряки, Свиноматки	27-36	20,3-29,3	24,6	14-19	16,7	14
ИО – информация отсутствует. Данные за год рассчитывались для типичного числа производственных циклов в год, равного 6,5 для поросят-отъемышей и 3 для свиней на откорме.						
Источник: BREF (EU), 2015 [11].						

В сравнении со стандартными уровнями наблюдается снижение от 4 до 30% уровня азота/фосфора за счет рационального кормления в зависимости от применяемой технологии и группы животного. В таблице 5.16 приведено влияние рационального кормления на уровень выделяемого свиньями азота, фосфора и калия.

Т а б л и ц а 5.16 – Влияние рационального кормления на уровень выделения свиньями азота, фосфора и калия

Технологическая группа	Рацион/ параметры	N (кг/год)		P (кг/год)		K (кг/год)	
		Стандартное кормлен	Двухэтапное кормлен	Стандартное кормлен	Двухэтапное кормлен	Стандартное кормлен	Двухэтапное кормлен
Свиноматки	2 этапа: СБ (сырой белок) 14% супоросные 16,5% холостые 1200 кг корма/год	24,60	20,40	6,11	4,80	9,08	8,00
Поросята - отъемыши (8–30 кг)	2 этапа: СБ - 20% (1 этап); - 18% (2 этап). Затраты корма на единицу продукции (ЗКЕП): 1,74 кг	4,03	3,64	0,91	0,72	2,02	1,89

Окончание таблицы 5.16

Технологическая группа	Рацион/ параметры	N (кг/год)		P (кг/год)		K (кг/год)	
		Стандартное кормлен	Двухэтапное кормлен	Стандартное кормлен	Двухэтапное кормлен	Стандартное кормлен	Двухэтапное кормлен
Свиньи на откорме (30–112 кг)	2 этапа: СБ - 16,5% молодняк в период роста; 15% – взрослые на заключ. Откорме. ЗКЕП: 2,86 кг (+0,006 на каждый кг, если вес свыше 112 кг)	13,68	11,37	2,76	1,89	5,52	4,82
На каждый последующий кг	Не применимо	0,20	0,18	0,05	0,03	0,08	0,08
<i>Источник: BREF (EU), 2015 [11].</i>							

На выброс аммиака значительное воздействие оказывает применение различных методов рационального кормления. Поэтому при кормлении свиней различными методами необходимо учитывать их аддитивное воздействие.

Так, при выращивании молодняка в период роста и взрослых свиней на заключительном откорме можно добиться сокращения выбросов аммиака до 69% благодаря следующим мерам:

- снижению сырого белка в сочетании с добавлением аминокислот;
- выделению аммиака не с мочой, а с испражнениями при добавлении в рацион сбраживаемых углеводов;
- снижению pH мочи при добавлении в рацион окисляющих солей;
- снижению pH испражнений при добавлении в рацион сбраживаемых углеводов.

Программы обучения специалистов предприятий. Практически в каждой стране существуют программы по информированию специалистов предприятий о методах рационального кормления. Стандарты кормления знакомят специалистов предприятий с требованиями кормления для эффективного производства, принимая во внимание здоровье животных и необходимость защиты окружающей среды.

В регионах, где интенсивное животноводство оказывает неблагоприятное воздействие на окружающую среду, соответствующие структурные подразделения свиноводческих предприятий должны вести учет применяемых азота и фосфатов, отслеживать уровни используемых и выбрасываемых элементов.

Мониторинг потребления и выбросов элементов. Оценка выделения элементов из жидкого навоза на основе характеристики кормов

Поскольку выброс элементов тесно связан с потреблением питательных веществ, его следует рассчитывать на основе характеристик кормов в связи с содержанием в них минеральных веществ [11].

ИТС 41–2023

Для расчета применяют уравнения регрессионной зависимости, приведенные в таблице 5.17. Если система кормления отличается от требований по кормлению, то можно рассчитать реальный уровень выделения элементов.

Таблица 5.17 – Регрессионная зависимость, используемая в Бельгии для расчета реального уровня выделения элементов

Технологическая группа	Выделение N (кг/год)	Выделение P ₂ O ₅ (кг/год)
Поросята - отъемыши весом 7–20 кг	$Y = 0,10X - 1,322$	$Y = 1,65X - 0,819$
Другие свиньи весом 20–110 кг	$Y = 0,13X - 3,046$	$Y = 1,94X - 1,698$
Другие свиньи весом более 110 кг	$Y = 0,133X - 0,2208$	$Y = 1,8503 X + 0,344$
Свиноматки, включая поросят весом менее 7 кг	$Y = 0,133X - 0,2208$	$Y = 1,8503X + 0,344$
Хряки	$Y = 0,133X - 0,2208$	$Y = 1,8503 X + 0,344$
Y=Производство (кг) N и P ₂ O ₅ каждым животным каждый год. X=Потребление (кг) сырого белка и фосфора каждым животным каждый год.		
<i>Источник: BREF (EU), 2015 [11].</i>		

Экономика. Колебание цен на зерно оказывает значительное влияние на сбалансированность рациона по содержанию белка. При снижении цен на зерно увеличивается ввод злаковых культур в рацион и снижается ввод синтетических, что влияет на стоимость рационов и программ кормления. При повышении цен на зерно увеличивается применение синтетических веществ в рационы, что значительно повышает стоимость рационов. Следует отметить, что стоимость и доступность мероприятий по регулированию кормления зависят от местных преимуществ (возможности возделывания зерновых культур), от наличия земли под внесение навоза, от рыночной цены кормов с высоким содержанием белка. Высокие цены на корма с высоким содержанием белка делают привлекательными методы рационального кормления, так же как и растущая доступность синтетических аминокислот.

Метод многоэтапного кормления свиней

Многоэтапное кормление свиней подразумевает последовательное скармливание свиньям весом от 25 кг и до 110 кг (убойный вес) от двух до пяти видов корма. Программы кормления в разных странах различны. Двухэтапная программа кормления (25–60 кг и 60–110 кг) достаточно хорошо проработана, но может быть в дальнейшем доработана с учетом экологических и экономических факторов. Итальянские программы кормления существенно отличаются от программ других европейских стран, так как рассчитаны на значительно больший убойный вес (140–150 кг).

Многоэтапное кормление также подразумевает кормление свиней комбикормами, которые соответствуют потребностям свиней в аминокислотах, минеральных веществах и в энергии. Это достигается за счет регулярного смешивания высокопитательных и малопитательных кормов, в соответствии с содержанием питательных веществ в кормах и в зависимости от живой массы животных. Многоэтапное кормление позволяет подбирать питательный состав, наиболее соответствующий потребностям животного в питательных веществах.

Межсредовое загрязнение (влияние качества и количества корма на выход навоза, содержание элементов)

Более низкое содержание элементов в навозе приводит к более низкому уровню выбросов при внесении в почву, но при этом увеличивается использование минеральных удобрений в тех случаях, когда потребность сельскохозяйственной культуры в питательных веществах не может быть удовлетворена исключительно за счет навоза.

Характеристика метода многоэтапного кормления свиней и его экологичность

Рацион подбирается для каждой половозрастной группы:

- для поросят-отъемышей (менее 30 кг живого веса),
- для молодняка в период роста (от 30 до 60 кг живого веса)
- для взрослых свиней на откорме (от 60 до 112 кг живого веса).

В некоторых случаях разрабатывается рацион для поросят-отъемышей (первый возрастной период, 8–12 кг) и более старших (второй возрастной период, свыше 12 кг). Поэтапное кормление свиноматок предусматривает 2 различных рациона: один – в период лактации, другой – во время супоросности. Такая дифференциация достаточно хорошо проработана в странах Европы. В некоторых случаях специальный рацион предусматривается перед опоросом. В таблице 5.18 приведено возможное сокращение выбросов аммиака при применении многоэтапного кормления для различных технологий кормления и рационов.

Таблица 5.18 – Возможное сокращение выбросов аммиака при подборе содержания сырого белка (СБ) в рационе

Технологии кормления	Возможное сокращение ⁽¹⁾ (%)	Примечания
Многоэтапное кормление (2 этапа)	Вплоть до 10	Подбор в период с первичного кормления до заключительного откорма (от 18 до 15% СБ)
Многоэтапное кормление (3-4 этапа)	Вплоть до 20	Подбор каждые несколько недель; от 18 до 13% СБ с уравниванием незаменимыми аминокислотами (лизин, метионин)
Многоэтапное кормление плюс уравнивание аминокислотами	Вплоть до 40	Ежедневный подбор; от 18 до 13% СБ от 18 до 13% СБ с уравниванием незаменимыми аминокислотами (лизин, метионин)
⁽¹⁾ По сравнению с немногоступным кормлением с 18процентным содержанием сырого белка. <i>Источник: BREF (EU), 2015 [11].</i>		

Примеры снижения уровня выделяемого свиньями азота при применении двухэтапного кормления в сочетании с рационом с низким содержанием белка, применяемого во Франции и Германии, приведены в таблице 5.19.

Трехэтапное кормление молодняка в период роста и взрослых свиней на откорме может уменьшить выделение N на 16% по сравнению с одноэтапным кормлением. Эксперимент, проведенный в Великобритании по пятиэтапному кормлению рационом с низким содержанием СБ/ПЭ (сырой белок/переваримой энергии) для откорма молодняка

ИТС 41–2023

в период роста, взрослых свиней на заключительном откорме, отражает устойчивую тенденцию к сокращению уровня азота и аммония-N в жидком навозе по сравнению с уровнями при применении технологии двухэтапного промышленного кормления [11].

Таблица 5.19 – Снижение уровня выделяемого свиньями азота при двухэтапном кормлении по сравнению с одноэтапным

Технологическая группа	Источник	Рацион/Характеристики	Снижение выделяемого N (%)
Поросята-отъемыши	Франция, CORPEN 1	2 этапа: СБ 20% (1 этап); 18% (2 этап)	9
	Франция, CORPEN 2	2 этапа: СБ 20% (1 этап); 17% (2 этап)	18
Свиньи на откорме	Франция, CORPEN 1	2 этапа: СБ 16.5 % (молодняк в период роста); 15% (взрослые на заключительном откорме)	17
	Франция, CORPEN 2	2 этапа: СБ 15.5 % (молодняк в период роста); 13% (взрослые на заключительном откорме)	30
Свиноматки	Германия, RAM	2 этапа: СБ 17.0 % (Крупная Белая менее 60 кг); 14.0% (Крупная Белая свыше 60 кг)	19
	Франция, CORPEN 1	2 этапа: СБ 16.5 % (лактационный период); 14.0% (беременность)	17
	Франция, CORPEN 2	2 этапа: СБ 16.0 % (лактационный период); 12.0% (беременность)	27
	Германия RAM	2 этапа: СБ 16.5 % (лактационный период); 14.0% (беременность)	19-22
<i>Источник: BREF (EU), 2015 [11].</i>			

Сокращение выбросов NH₃ до 5% и выбросов растворимого P до 10% подтверждает эффективность данного метода в Великобритании.

Исследования, проведенные в промышленных условиях, показали эффективность многоэтапного кормления с ежедневным подбором рациона для откорма свиней на щелевом полу (и на соломенной подстилке) в сравнении с одноэтапным кормлением.

Рацион при многоэтапном кормлении подбирался так, чтобы общее соотношение лизина и переваримой энергии соответствовало потребностям свиней в зависимости от живого веса, в то время как одноэтапное кормление соответствовало потребностям свиней живым весом 70 кг (18,5% СБ). Не обнаружено значительного влияния на выброс пыли и аммиака, количество и состав жидкого навоза при применении данного рациона.

Изменения параметров, наблюдаемые при применении двухэтапного и пятиэтапного кормления, представлены в таблице 5.20.

Таблица 5.20 – Влияние многоэтапного кормления на выделение азота и фосфора при откорме свиней

Показатели	Операционные и динамические параметры	
	2 этапа	5 этапов
Технология кормления (¹)		
Этапы	Этап 1: 25–60 кг Этап 2: 60–110 кг	Этап 1: 30–40 кг Этап 2: 40–60 кг Этап 3: 60–80 кг Этап 4: 80–100 кг Этап 5: 100–110 кг
Выделяемые элементы		
Общее кол-во азота (²) (кг/год)	7,8	7,35
Выделяемое к-во азота (кг N/м³ навоза)	~5,2	4,9
Общее кол-во P ₂ O ₅ (кг/год)	4,8	4,5
Выделяемое к-во P ₂ O ₅ (кг/м³ навоза)	~3,2	~3,0
Кол-во навоза (м³/год)	1,5 с 7,5 %	
Показатели продуктивности и (физиологического) состояния свиней		
Потребление корма (кг/день)	2,15 (2,1–2,3)	
Технология кормления (¹)	2 этапа	5 этапов
Среднесуточный прирост (гр/день)	720 (650–850)	
Эффективность использования кормов (кг прироста/кг корма)	0,34 (0,31–0,37)	
Период откорма (день)	125 (110–140)	
Кол-во животных на 1 место каждый день	2,8 (2,5–3)	
(¹) Программы кормления с обогащением аминокислотами + добавление бензойной кислоты. Добавление фитазы и неорганического Р.		
(²) За вычетом потерь при содержании в помещениях и на пастбищах.		
<i>Источник: BREF (EU), 2015 [11].</i>		

Выделение элементов при применении многоэтапного кормления свиноматок во время супоросности и перед опоросом, а также рациона с низким содержанием сырого протеина, обогащенного аминокислотами, представлено в таблице 5.21.

ИТС 41–2023

Таблица 5.21 – Влияние многоэтапного кормления с добавлением аминокислот и фитазы на выделение свиноматками и поросятами-отъемышами азота и фосфора

Операционные и динамические параметры			
Технологии	Свиноматки		Отъемыши
Технология кормления	Супоросные свиноматки: этапное кормление с добавлением аминокислот, фитазы и неорганического Р	Лактирующие свиноматки: одноэтапное кормление с добавлением аминокислот, фитазы и неорганического Р	Этапное кормление с добавлением аминокислот, бензойной кислоты, НПС (некрахмалистые полисахариды) энзимов, фитазы и неорганического Р
Этапы	Этап 1: с 1 дня по 84 день Этап 2: с 85 дня по 115 день и для холостых свиноматок	Этап 1: ~25 дней (21–28)	Этап 1: 8–20 кг Этап 2: 20–30 кг
Выделяемые элементы			
Общее кол-во азота ⁽²⁾ (кг/год)		18 (17,2–18,4) ⁽³⁾	1,5 (1,4–1,6)
Выделяемое к-во азота (кг N/м ³ навоза)		~4,5 (4,3–4,6) ⁽³⁾	~2,5 (2,3–2,7)
Общее кол-во Р ₂ О ₅ (кг/год)		12,4 (11,2–13,6)	2,2
Выделяемое к-во Р ₂ О ₅ (кг/м ³ навоза)		~3,1 (2,8–3,4)	~3,7
Кол-во навоза (м ³ /год)		4 (3,6–7,7) с 4 %	0,6 (0,5–1,1)
Показатели продуктивности и (физиологического) состояния свиней			
Потребление корма (кг/день)	2,8 (2,5–3,1)	6,5 (3,5–7)	0,8 (0,65–0,9)
Среднесуточный прирост (гр/день)	-	-	500 (450–550)
Эффективность использования кормов (кг прироста/кг корма)	0,25 (0,23–0,28)	0,25 (0,23–0,28)	0,6 (0,5–0,65)
Период откорма (день)	115	25 (21–25)	47 (41-48)
Кол-во опоросов или животных на каждое место каждый год	2,3	2,3	6,7 (5–7)
⁽²⁾ За вычетом потерь при содержании в помещении, на пастбище. ⁽³⁾ Показатель относится к свиноматкам (с 22 поросятами весом 8 кг) деления на периоды (подсосная, супоросная, холостая).			
<i>Источник: BREF (EU), 2015 [11].</i>			

Технология двухэтапного кормления с уменьшенным уровнем содержания фосфора, принятая во Франции, по сравнению с одноэтапным кормлением сокращает потребление и выделение Р на 19 и 28% соответственно на каждую товарную свинью (0–115 кг).

Технические аспекты применения. Многоэтапное кормление широко применяется в свиноводстве многих стран мира, а также Российской Федерации.

Для откорма больших групп свиней кормление, состоящее из пяти или более этапов, может не подходить из-за значительных различий в живой массе животных в пределах группы, которые могут не соответствовать контрольному весу в начале и конце откорма.

Экономика. При переходе от одноэтапного кормления к двухэтапному могут потребоваться дополнительные затраты на расширение складских мощностей. В связи с тем, что количество этапов возрастает, при внедрении данной технологии могут потребоваться значительные дополнительные затраты на приспособления для хранения, смешивания и распределения кормов, дозаторы, конвейеры и т.д. Такие вложения не могут позволить хозяйства, имеющие небольшие размеры. Так, в Дании данная технология считается неподходящей для ферм с поголовьем свиней, не превышающим 1300 голов.

Сообщается, что дополнительные затраты на одно станкоместо в Испании составляют 0,7–1,02 евро в год или 2,4–4,0 евро на тонну продукции при двухэтапном кормлении (1 этап для свиней весом 20–60 кг, 2 этап для свиней на заключительном откорме весом 60–100 кг). Проведенные в Великобритании исследования выявили, что при многоэтапном откорме с ежедневным подбором рациона происходит увеличение затрат на полный цикл производства (евро на кг убойного веса) приблизительно на 2% при сравнении с одноэтапным кормлением (брались в расчет переменные и фиксированные затраты).

Перспективы внедрения данной технологии. Многоэтапное кормление является экономичным средством для снижения выделения элементов при откорме свиней и может быть внедрено в кратчайшие сроки. Это отработанная технология, широко применяемая в Европейском Союзе.

Методы эффективного использования энергии

Меры по улучшению эффективности использования энергии включают применяемые системы организации и управления производственными процессами, а также выбор и применение соответствующего оборудования и устройства животноводческих помещений. Меры по снижению уровня потребления энергии, которые способствуют уменьшению ежегодных эксплуатационных расходов.

Возможности экономии энергии:

- отопление;
- вентиляция;
- освещение;
- прочие расходы (приготовления и раздачи кормов).

Факторы, влияющие на температуру воздуха в помещении:

- выход тепла от животных, в зависимости от их веса и плотности поголовья;
- выделение тепла от оборудования (газовый обогреватель, лампы, тепловые маты для поросят, входное освещение и солнечная радиация);

ИТС 41–2023

- интенсивность вентиляции;
- тепло, поглощаемое воздухом в помещении, в том числе путем создания требуемой воздушно-влажностной среды и орошения водой;
- тепло, используемое для испарения воды из поилок, кормушек, пролитой воды и мочи;
- потери тепла через стены, кровлю и пол;
- наличие деревьев с теневым эффектом (в теплом климате);
- внешняя температура.

Контроль интенсивности вентиляции – это важный способ контроля температуры и газовой среды в животноводческом помещении. Меры по экономии энергии имеют непосредственное отношение к вентиляции животноводческих помещений.

Системы вентиляции должны быть сконструированы так, чтобы удалять дополнительное тепло в теплые летние месяцы при максимально возможной плотности поголовья, а также иметь возможность обеспечить минимальную кратность воздухообмена в холодные зимние месяцы при низкой плотности поголовья. Для соблюдения условий жизни животных минимальная интенсивность вентиляции должна быть достаточной, чтобы обеспечить приток свежего воздуха, достаточную влажность воздуха для удаления нежелательных газов.

Достигнутая экономия энергии является значительной при достаточном уровне вентиляции. В свиарниках ежегодные средние потери, связанные с обновлением воздуха, составляют около 75% от общих потерь тепла. Плохая регулировка или управление уровнем вентиляции могут привести к значительным потерям энергии.

Потребление электроэнергии может быть значительно уменьшено, если помещения оборудованы естественной вентиляцией, а не системами принудительной вентиляции. Однако это не всегда возможно.

Значительное количество энергии расходуется на освещение животноводческих помещений. Система освещения должна быть предназначена для удовлетворения потребностей животного в отношении надлежащих условий его содержания и здоровья, а также обеспечения хороших рабочих условий труда.

Для удовлетворения потребностей животных должна быть обеспечена минимальная интенсивность света, в зависимости от категории животного. Кроме того, должна быть предусмотрена регулярная смена света и тьмы. Оба фактора существенно влияют на поведение животного.

Энергозатратным для свиноводческих предприятий является оборудование высокого давления для очистки животноводческих помещений и удаления навоза. Последнее включает в себя оборудование, используемое для перемешивания навоза в емкости для хранения до его внесения на поля.

Общие оперативные меры по сокращению потребления энергии в свиноводческих помещениях – это использование оптимальных объемов животноводческих помещений и оптимизация плотности поголовья животных.

На предприятиях, где электрическое отопление и освещение управляются вручную, установка простых терморегуляторов с диммерами может обеспечить значительную экономию энергии. Использование автоматически управляемых систем управления (широко доступных) также дает экономию энергии. Инвестиционные затраты и нежелание использовать такое оборудование мешают его внедрению.

Солнечное излучение может легко быть преобразовано в тепло. Обе методики, «косвенная» (панели содержат горячую воду, которая передает тепло через катушку к нагреваемой жидкости) и «прямая» (горячая вода используется непосредственно из панели), пригодны для использования в животноводческих помещениях, особенно в регионах с высоким уровнем годовой солнечной радиации. Использование этой технологии увеличивается на комплексах и фермах, так как она является экономически эффективной во многих государствах – членах ЕС [11]. Однако эта технология не подходит для использования в районах с очень жесткой водой.

Потенциальное использование тепловой энергии, производимой за счет когенерации энергии и тепла из биогаза, и использование другой биогенной энергии или возобновляемых источников энергии для покрытия части энергетических потребностей фермы тоже являются вариантом с положительным воздействием на окружающую среду.

Еще одним источником потребления электрической энергии являются приготовление кормов и их распределение. В секторе свиноводства использование энергии в приготовлении корма могут быть снижены примерно на 50 %, когда корм передается механически, а не пневматически от мельницы до кормохранилища.

Система кормления с использованием жидких кормов несет больше энергозатрат для смешивания и распределения кормов, чем система с использованием сухих кормов. Увеличение расхода общего объема электроэнергии примерно на 18% приходится на комплексы и фермы с использованием жидких кормов.

Потребность в энергии может быть уменьшена в жарком климате, там, где можно охладить здания с помощью деревьев с теневым эффектом, предпочтительно местных пород, посаженных вдоль длинных сторон животноводческих помещений. Такие деревья также способствуют снижению выбросов пыли и ослаблению выбросов запахов, а также снижению воздействия на ландшафт. Потенциал увеличения биобезопасности из-за наличия растительности возле животноводческих помещений (привлечение диких птиц) должен быть принят во внимание.

Подход к управлению энергозатратами. Создание плана действий в области энергетики является важным шагом для сокращения энергозатрат. План управления энергозатратами учитывает всю информацию, имеющуюся у операторов.

Простые установленные правила, сопоставление производственных показателей с целевыми показателями, а также выбор мер и действий – все это основные элементы плана действий в области управления энергозатратами. Своевременная коррекция проблемы приводит к экономии энергии. Малозатратные и беззатратные мероприятия, которые требуют мало или вообще не требуют материальных вложений, должны быть реализованы в первую очередь.

Во многих случаях эти меры дают лучшие результаты и значительную экономию энергии, которая может быть достигнута в короткие сроки и с небольшими усилиями и расходами.

Сравнительные данные по свиноводческим комплексам и фермам приведены в таблицах 5.22 и 5.23 [11].

ИТС 41–2023

Т а б л и ц а 5.22 – Показатели использования энергии на свиноводческих комплексах и фермах

Технологический процесс	Энергопотребление кВт/ч / произведенных свиней	Типичная надлежащая практика	Основное воздействие
Опорос	8	4	Использование боксов с терморегуляторами дает низкие эксплуатационные расходы. Полы с подогревом, как правило, более энергоэффективны, чем инфракрасные лампы
Отъем	9	3	Утепление помещений и управление вентиляцией
Откорм на конечной стадии	10	6	Эффективный подбор вентиляторов, хорошее устройство входных отверстий, розеток и системы очистки являются ключевыми моментами минимизации потребления энергии
Система кормления	3	1	Системы с применением сухого корма используют небольшое количество энергии для транспортировки. Системы с применением влажного корма, как правило, более энергозатраты из-за необходимости смешивания и использования насосов
Работы с жидким навозом	6	2	Подбор насосов с высоким КПД, аэраторов и сепараторов
<i>Источник: BREF (EU), 2015 [11].</i>			

Энергетический мониторинг и понимание моделей потребления энергии необходимы до составления плана действий. Мониторинг в режиме реального времени часто включает систему вентиляции и управления окружающей средой в помещении и может предоставлять необходимые данные в формате, где методы улучшения и участки, заслуживающие внимания, могут быть легко определены.

Т а б л и ц а 5.23 – Показатели использования энергии в помещениях для содержания поросят-отъемышей

Отопление		Освещение		Вентиляция	
кВт/ч /гол	Типичная надлежащая практика	кВт/ч /гол.	Типичная надлежащая практика	кВт/ч /гол.	Типичная надлежащая практика
7,5	3	2	1	0,8	0,6
<i>Источник: BREF (EU), 2015 [11].</i>					

Уровень предоставляемых данных более полный и ценный, чем точечные замеры, особенно там, где ряд измерений, проводимых одновременно в течение определенного периода времени, можно рассматривать вместе.

Меры, которые могут быть частью плана действий по энергопотреблению

Низкозатратные или не требующие материальных вложений мероприятия:

1. Регулярный учет показаний счетчика, в том числе для проверки уровней запасов топлива, а также для контроля результатов на систематической основе. Эта мера позволяет понять изменения, происходящие в энергопотреблении, и сравнивать их с производственными показателями. Насколько это возможно, показания должны быть связаны с процессами, стадиями производства, помещениями и т. д. Собранная информация должна быть связана с уровнями производства и внешними воздействующими параметрами (погода), со снятием показаний в отдельных помещениях или по отдельным производственным процессам.

2. Проведение технического обслуживания и ремонта в помещениях и оборудования (поддержание в порядке регулируемых створок и утепление зданий, чтобы исключить сквозняки).

3. Пыль и коррозия являются основными проблемами для обогревателей, компонентов системы вентиляции и управления. Все компоненты оборудования должны быть очищены в конце сезона (чистка вентиляторов и воздуховодов).

4. Регулярная проверка работоспособности датчиков температуры, влажности, углекислого газа и света;

5. Использование информации из систем управления. Ряд систем мониторинга экологического регулирования и контроля подачи могут быть оснащены устройствами, передающими информацию в реальном времени.

Такая информация может передаваться удаленно через смартфон и использоваться позднее. Потенциал энергосбережения, связанный с регулярным мониторингом и сравнительным анализом, составляет примерно около 10% от общего потребления энергии и имеет срок окупаемости для свиноводческих предприятий 2 года.

Среднесрочные и долгосрочные меры со средней и высокой стоимостью:

- повторно утеплить здания;
- обновить системы отопления и вентиляции. Использовать усовершенствованные приборы контроля, такие как диммеры, терморегуляторы (для обогрева загонов);

- установить эффективные вентиляторы и воздуховоды;

- выбирать двигатели с высоким КПД при модернизации двигателей в системе раздачи корма или системе обработки жидкого навоза; выбирать насосы с переменной скоростью для различных производственных процессов;

- перенастроить вентиляцию, чтобы получить лучший результат при минимальном уровне;

- установить компактное люминесцентное освещение или высокоэффективное дневное освещение;

- для достижения высокой удельной скорости передачи кислорода в расчете на единицу потребляемой энергии установить аэраторы при применении аэрации жидкого навоза.

Наиболее важные среднесрочные и долгосрочные мероприятия по энергосбережению в секторе интенсивного выращивания следующие:

- утепление зданий;

- обеспечение герметичности производственных помещений, в особенности для систем положительного давления (приточных) и систем отрицательного давления (вытяжных);

- использование эффективного освещения;

- оптимизация систем отопления и вентиляции в помещениях.

Теплоизоляция. Теплоизоляция препятствует прохождению тепла в или из животноводческих помещений путем оснащения проводящим материалом стен, пола и крыши поскольку влажность является основной причиной разрушения изоляционных материалов, некоторые из них являются естественно непромокаемыми или снабжаются непромокаемым покрытием на производстве для предотвращения попадания влаги при их использовании. Водонепроницаемые материалы должны быть обеспечены пароизоляцией в соответствии с инструкциями производителя, чтобы они были защищены от попадания влаги после установки. Изоляционный материал должен быть устойчив к диким птицам, грызунам и насекомым.

Необходимость утепления зависит также от:

- вида системы вентиляции; некоторые системы размещения на открытом воздухе вообще не требуют никакой изоляции;

- теплоизоляционных свойств материалов, применяемых в строительстве.

Достигнутые экологические выгоды. Хорошая изоляция ограничивает чрезмерное охлаждение и нагрев через стены, крыши и пол.

Таким образом, это поможет сохранить в помещении тепло зимой и прохладу летом. Когда качество изоляции и герметизации зданий улучшено, будут получены значительные преимущества в экономии энергии для отопления и вентиляции. Большинство материалов повторно не используются, поэтому уничтожаются в конце использования.

Перспективы для реализации. Снижение изменений температуры в помещении сохраняет или повышает производительность животных и качество их жизни. В некоторых регионах РФ экстремальные климатические условия в большей степени обосновывают использование изоляционных материалов. В системах содержания с использованием подстилки уменьшение колебаний температуры между землей и подстилкой предотвращает конденсацию.

Экологические показатели и эксплуатационные данные. Композитные панели, содержащие твердые полиуритановые теплоизоляционные материалы, дают хорошие результаты. Эти панели можно приобрести с пластиковым покрытием стальной обшивки для прочности и чистоты, а также они могут быть использованы как эффективные структурные компоненты.

В животноводческих помещениях тепловые потери через стены составляют 25% от суммарных потерь тепла. Текущие рекомендации для уровня теплоизоляции составляют более, чем $0,4 \text{ Вт/м}^2/\text{°C}$ (полиуретан 60 мм). Коэффициенты теплоотдачи, рекомендованные для содержания свиней, представлены в таблице 5.24 для двух уровней температур (-5 °C и -15 °C). Чем ниже U-значение, тем лучше теплоизоляция здания.

Т а б л и ц а 5.24 – Рекомендуемые коэффициенты теплоотдачи (U) для двух уровней температур

Тип пола	Физиологическое состояние	Коэффициент теплопередачи (Вт/м ² /°C)	
		крыша	стены
Твердый пол с соломой		T= -5 °C T= -15 °C	T= -5 °C T= -15 °C
	Опорос	1 0,6	1,2-1,5 0,8
	Послеотъемный период		
	Выращивание/откорм		
Частично решетчатый пол	Опорос	0,5 0,35	0,8 0,6
	Послеотъемный период	0,8 0,5	1,0 0,7
	Выращивание/откорм		
Полностью решетчатый пол	Опорос		
	Послеотъемный период	0,4 0,35	0,6 0,5
	Выращивание/откорм	0,6 0,4	0,8 0,6

Источник: BREF (EU), 2015 [11].

В свиноводческих помещениях с хорошей и очень хорошей теплоизоляцией достижение экономии энергии составляют до 218 кВт ч/свиноматка/год или примерно 10,4 кВт ч/на произведенную голову, по сравнению с помещениями со средней теплоизоляцией; экономия составляет около 19% от общего потребления энергии.

Не утепленные помещения для поросят-отъемышей требуют примерно на 45% больше энергии по сравнению с хорошо утепленными помещениями (таблица 5.25).

Т а б л и ц а 5.25 – Влияние толщины изоляции на потребление тепла в помещениях для поросят-отъемышей

Толщина изоляции	8 см	6 см	4 см	2 см	0 см
Потребление тепла (кВт ч/место)	64,5	66,8	71,0	80,7	121,0
Потребление тепла(кВт ч /произв. гол.)	9,9	10,3	10,9	12,4	18,6
Разница (1) (%)		3,4	9,1	20,1	46,6

(1) Разница в процентах дана как соотношение с ссылкой на 8 см толщины изоляции.

Источник: BREF (EU), 2015 [11].

Теплопотребление показано для помещений, имеющих от 2 см до 8 см утеплителя в стенах. В частности, теплопотребление слабо изолированного помещения для поросят-отъемышей (2 см утеплителя) на 20% выше, чем для такого же помещения с 8 см, что эквивалентно 10 500 кВт потенциальной годовой экономии.

В помещениях для поросят-отъемышей, где изоляция ухудшилась с течением времени, потребление энергии увеличивалось на 9% по сравнению со средним. Возраст здания отражается на качестве теплоизоляции.

Установлено, что путем добавления 1 см утеплителя (на потолке и стенах) в помещении для поросят-отъемышей на 250 голов расход энергии на отопление может быть снижен на 11–18%. Утепление частично решетчатого пола осуществляется только в сплошной части пола станка.

Технический анализ использования. Все новые здания могут быть теплоизолированы. Утепление не может быть применимо в существующих зданиях из-за конструктивных ограничений. Дальнейшее утепление плохо изолированных помещений оценивается на индивидуальной основе, во время ремонта, принимая во внимание выбор материала и характеристики (теплопроводимость, толщина изоляции), а также местные климатические условия. Колебания температуры в пределах одного региона страны бывают разными, и рекомендации, касающиеся изоляции животноводческих помещений, также будут разными.

Утепление зданий с естественной вентиляцией является менее эффективным и не требуется.

Экономика. Инвестиционные затраты на ремонт теплоизоляции в свинарниках крайне различны, в зависимости от возраста здания, его технического обслуживания и размеров. Экономия достижима путем увеличения изоляции от 2 до 8 см в помещении для поросят-отъемышей. Потенциальная экономия энергии, достижимая мерами, связанными со строительной теплоизоляцией, составила 10% от общего потребления энергии с окупаемостью за период от двух до пяти лет.

Энергосберегающее освещение. Общие меры, применяемые для сохранения энергии при освещении:

- замена обычных вольфрамовых ламп накаливания, которые все еще используются на более эффективные люминесцентные лампы, светильники натриевые и светодиодные фонари;
- использование диммеров для регулирования искусственного освещения;
- использование для управления освещением датчиков движения;
- применение схем освещения: использование переменных периодов освещения, таких как включение освещения один период света на три периода темноты, а не 24 часа освещения в сутки; такой режим снижает количество электроэнергии на 30–75 %;
- использование большего количества естественного света путем устройства отверстий для света на потолке.

Люминесцентные лампы могут применяться в сочетании с устройством для регулировки частоты микровспышки (>280 000). Это позволит животным не реагировать на быстрые колебания, типичные для этого света.

Экономия в потреблении электроэнергии, связанную с использованием искусственного освещения, можно предусмотреть при планировании нового помещения или реконструкции старого путем проектирования проходов поступления естественного света при избегании прямого излучения.

Основные источники освещения, которые доступны для использования в животноводческих помещениях, приведены в таблице 5.26.

Люминесцентные лампы имеют более высокую мощность света на единицу энергии (лм/Вт), чем обычные лампы. Номинальная мощность и количество часов использования будет определять годовое использование энергии. Замена ламп накаливания на компактные люминесцентные лампы позволит сэкономить до 75–80%

используемой энергии. Люминесцентные лампы Т8 (11/4 дюйма) более эффективны, чем Т12 (11/2 дюйма) трубки.

Т а б л и ц а 5.26 – Основные источники освещения для помещений

Тип лампы	Яркость, кд/м ²	Мощность, Вт	Световая эффективность, лм/Вт	Срок работы, час	Энерго-сбережение по сравнению с лампами накаливания, %	Относительная стоимость	Утилизация
Лампы накаливания	220–1420	25–100	10–15	1 000	0	Низкая	Нет
Высоко-эффективные галогенные лампы	Нет данных	13-150	15-24	2 000–4000	30–40	Средняя	Нет
Компактные энергосберегающие лампы	100–1 800	3–23	20–32	40 000–15 000	80	Средняя-высокая	Да
Т8. Энергосберегающая трубка	1350–7 000	14–80	44–70	4 000–15 000	30–40	Средняя	Да
Индукция	35 000–12 000	55–165	Нет данных	60 000	70–80	Высокая	Да
Металлогалогенные	5900–189 000	70–2 000	50–80	10 000–18 000	35–45	Высокая	Да
Натриевые лампы высокого давления	1300–130 000	35–1000	50–150	120 000–25 000	60–75	Средняя-высокая -	Да
Светодиодные высокого давления	12–1000	0,2–5	60–250	50 000	80–90	Высокая	Да

Источник: BREF (EU), 2015 [11].

При использовании трубчатых люминесцентных ламп электронное управление дает 20% экономии энергии по сравнению с обычными устройствами по управлению люминесцентными лампами, и это продлевает срок службы лампы на 50% [11], [35]. Поскольку по правилу требуется два разных уровня освещения (в период работы оператора в зале и период отдыха животных), энергоэффективное освещение можно разделить на два контура:

- для высокого уровня освещения люминесцентные трубчатые светильники с Т8 лампами с электронным контролем дадут максимальную эффективность использования энергии и наиболее равномерное распределение света;

- для низкого уровня освещения в небольших помещениях небольшое количество компактных люминесцентных ламп является хорошим решением; в качестве альтернативы используют люминесцентных трубчатые светильники с регулируемой яркостью, которые позволяют убавлять освещение.

Технический анализ применимости. Энергосберегающие лампы общего применения. В целом использование системы управления освещением (фотоэлементы) обычно не применяется; контроль освещения, как правило, ограничивается возможностью ручного переключения. Датчики лучше использовать для технических помещений или коридоров, чем для помещений с животными.

Экономика. Годовые эксплуатационные расходы, связанные с заменой ламп, зависят от цен на электроэнергию и от количества ламп на замену, которые должны быть приобретены. В целом необходимые инвестиции для оснащения свинофермы с низким уровнем освещения должны быть изучены на индивидуальной основе. Стоимость будет зависеть от размера фермы и организации здания (использование естественного освещения, размер помещения, организация коридора и т. д.).

Общие достигнутые экологические выгоды. Снижение потребления электрической энергии. Лучше происходит утилизация лампочек за счет отсутствия в них ртути. Увеличение использования естественного света должно быть сбалансировано без возможных потерь тепла через окна или проемы, а также его следует рассматривать в контексте географических и климатических условий с особым вниманием на продолжительность освещения в сутки.

Перспективы внедрения в производство. Экономия затрат на электроэнергию. В настоящее время на европейском рынке существует большое количество коммерческих предложений по светодиодному оборудованию свиноводческих помещений.

Оптимизация управления системами отопления/охлаждения и вентиляции в свиноводческих хозяйствах. Возможно достичь значительного снижения потребления энергии благодаря оптимизации в сочетании методов управления системами отопления/вентиляции, адаптируя их к потребностям животного.

Тепловые потери от животноводческих помещений могут быть снижены за счет оптимизированного и сбалансированного управления системами отопления и вентиляции, адаптированными к физиологическим потребностям животных. Это достигается за счет оптимизации минимальных уровней вентиляции (ручное или автоматизированное управление), принимая во внимание минимальные уровни, необходимые для выполнения производственных целей и качества жизни животных (т. е. подача свежего воздуха, достаточная влажность, удаление нежелательных газов). Плохое управление вентиляцией может иметь негативное влияние на показатели роста животных и таким образом на экономику производства свинины.

Общие меры по эффективному использованию энергии для отопления свиноферм. Скорость обмена воздуха в первую очередь отвечает за потребности в энергии для отопления. Важно контролировать поток воздуха (минимальный расход). На отопление приходится 46% общего потребления энергии для комплексов и около 80%

от общего потребления энергии для этапов опороса и после отъема. Оптимизация баланса систем отопления и вентиляции при их адаптации к потребностям животных может снизить потребление энергии до 50%. Некоторые возможности сокращения потребления энергии на отопление:

- уменьшение вентиляции с учетом необходимого минимума требуемого для повышения производительности и уровня жизни животных;
- снижение температуры, насколько это позволяют производственные цели и уровень жизни животных;
- утепление здания, особенно теплоизоляция труб отопления;
- оптимизация установки и настройки отопительного оборудования;
- учет рекуперации тепла;
- учет применения высокоэффективных котлов в новых помещениях;
- использование закрытых помещений для подкормки молодняка;
- регулярная проверка калибровки датчиков температуры;
- естественная вентиляция.

В эксплуатации установок по выработке биогаза энергия (электроэнергия и тепло), произведенная из биогаза, может быть использована (восстановлена) для замены энергии, получаемой от ископаемых видов топлива. Только помещения для поросят-отъемышей способны использовать тепловую энергию круглый год.

Оперативные мероприятия, применяемые в свиноводстве для снижения потребностей в тепле для достижения экономии энергии:

1. **При содержании свиноматок** зона системы отопления устанавливается для подкормки поросят. Пол с подогревом горячей водой является более энергоэффективным (если горячая вода нагревается от возобновляемых источников энергии), чем система электрического отопления пола или использования инфракрасных излучателей.

2. **Для помещений с естественной вентиляцией** территория для лежания находится в утепленных боксах, чтобы избежать необходимости для дополнительного обогрева. Электрический подогрев пола с нагревательными матами позволяет снизить потребление энергии на 30%, по сравнению с полностью отапливаемым полом. Однако данный метод все еще остается дорогостоящим для существующих систем, применяется только в случае крупного ремонта существующих помещений. Установка электрического теплого пола, в сочетании с оптимизированной системой вентиляции является довольно дорогостоящей в условиях модернизации существующих систем. При использовании загонных для поросят различные тепловые потребности свиноматок и новорожденных поросят могут быть согласованы одновременно, обеспечивая температуру около 30 °С для поросят и не более 24 °С для свиноматок.

3. **В послеотъемный период** регулируемые инфракрасные обогреватели являются более энергоэффективными, чем стандартные обогреватели. Расположение датчиков температуры имеет важное значение. Следует применять единый датчик для одновременного управления вентиляцией и отоплением. Важно не устанавливать датчик для отопления выше, чем для вентиляции; в противном случае будет происходить перерасход отопления. Такой же отрицательный эффект может возникнуть, если тепловые датчики не регулярно калибруются.

Управление вентиляцией в свинарниках. Вентиляция в свинарниках может быть оптимизирована за счет следующих мер:

- Контроль смежных тепловых потерь путем применения контроля минимально необходимого уровня вентиляции. Скорость воздухообмена в первую очередь отвечает за энергопотребности для обогрева. Поэтому важно контролировать поток воздуха и, в частности, минимальный расход на физиологические потребности животных, обеспечивающие их здоровье и уровень жизни.

- Установка энергосберегающих вентиляторов и оборудования. Выбираются вентиляторы с минимальным удельным расходом для данной воздушной скорости и давления воздуха. Системы принудительной вентиляции проектируются, строятся и эксплуатируются таким образом, что сопротивление системы вентиляции потоку воздуха должно быть (с короткими воздуховодами; присоединением без резких изменений в сечении воздуховода; ограничение изменения направления трубопровода или применение каких-либо препятствий (перегородки); удаление любых отложений пыли в системах вентиляции и вентиляторах; избегать расположение устройства защиты от дождя выше точки разгрузки).

- Вентиляторы с низким уровнем номинальной частоты вращения (малоскоростные) потребляют меньше энергии, чем те, которые работают при высоких об/мин (высокоскоростные). Вентиляторы с низким уровнем скорости, однако, могут применяться только при наличии системы вентиляции с низким сопротивлением (<60 Па).

- Вентиляторы, разработанные на основе электронной коммутационной технологии значительно снижают энергозатраты, особенно в регулируемом скоростном диапазоне, по сравнению с трансформаторно-регулируемыми или электроно управляемыми вентиляторами. Такие вентиляторы имеют высокую стоимость. Если вентиляторы работают для проветривания помещения, то желательно параллельно-последовательно соединить оборудование для переключения вентиляторов. Это позволит последовательно включать и отключать каждый отдельный вентилятор, контролируя объем воздушного потока.

- Установка системы очистки воздуха значительно увеличивает сопротивление потоку из принудительной вентиляции. В летнее время установка вентиляторов высокой удельной мощностью может быть необходима. При использовании одного вентилятора, удельный расход (Вт/м³ отработанного воздуха) ниже, чем сумма расходов отдельных вентиляторов, необходимых в принудительной вентиляции выводит из помещения отработанный воздух при этом происходит снижение потребления энергии на 20-30%, в некоторых случаях до 60 %.

- Ежегодная чистка вентилятора перед началом сезона, удаление осевшей пыли помогает избежать перерасхода и увеличит срок работы оборудования.

- применение частотного преобразователя, когда вентиляторы могут работать на низких скоростях без снижения энергоэффективности. Преимущества данной системы включают в себя меньшее потребление энергии и меньший износ вентилятора. Система работает с помощью контрольных вентиляторов, установленных в защищенных отсеках и определяющих необходимость вентиляции. Будучи соединенным с датчиком основной частоты, каждый из комплекта вентиляторов работает на пониженных скоростях, чтобы произвести объем воздуха, который определяется контрольным вентилятором.

Практически вентиляторы не работают на 100 % от максимальной скорости. Большую часть года и во время зимнего периода – не более 25 % от своей максимальной скорости. Снижение мощности возможно при использовании системы преобразователя частоты до 69 %, по сравнению с двигателем на 230 Вольт с обычной системой.

Достигнутые экологические выгоды. Потребление энергии и связанные с этим расходы могут быть сокращены. Оптимизированное управление системой вентиляции может привести к 50% экономии затрат на отопление.

Экологические показатели и эксплуатационные данные. На вентиляцию приходится около 40% от общего потребления электроэнергии на комплексах и около 90 % общего потребления энергии в помещениях для откорма свиней. Вентиляция составляет 26% от общего потребления электроэнергии в помещениях для откорма свиней.

Из таблицы 5.27 можно сделать вывод, что увеличение скорости вентиляции от минимально рекомендованной скорости потока воздуха в начале послеотъемного периода, 3 м³/ч на животное (что соответствует физиологической потребности поросят-отъемышей), до стандартной вентиляции в 5 м³/ч в расчете на одно животное, может привести к двойному расходу энергии на отопление. Расход энергии на произведенную голову будет увеличен с 6,7 до 12,3 кВт/ч. Таким образом, контроль скорости вентиляции позволит значительно экономить на отоплении без ухудшения условий и дополнительных инвестиций.

Т а б л и ц а 5.27 – Потребление тепловой энергии согласно минимальным потокам вентиляции и дополнительной изоляции в помещениях для поросят-отъемышей в первые дни после отъема

Вентиляция, 3 м ³ /ч на животное	Потребление тепла, кВт/ч на одного произведенного животного	Потребление тепла с 1см теплоизоляции, кВт/ч на одного произведенного животного
3	6,68	6,00
4,9	0,2	8,22
5	12,29	11,00
6	14,82	12,79
7	17,40	14,35
<i>Источник: BREF (EU), 2015 [11].</i>		

Применение различных уровней вентиляции позволяет изменять среду внутри помещений. Минимальные и оптимальные уровни вентиляции представлены в таблице 5.28.

Таблица 5.28 – Выбросы аммиака и концентрация микробов в связи с уровнем вентиляции

Параметры	Характеристика пола	Оптимальный приток воздуха, (м ³ /час/свинья)	Минимальный приток воздуха, м ³ /час/свинья)
Норм. вентил.	Нет данных	15-50	8-19
NH ₃ (мг/м ³)	Металлический решетчатый пол	7,5	15,1
	Бетонный пол	6,6	16,8
Микроорганизмы (кол-во/л)	Металлический решетчатый пол	73	103
	Бетонный пол	166	206
<i>Источник: BREF (EU), 2015 [11].</i>			

Применение оптимального потока воздуха позволило уменьшить вдвое концентрацию аммиака. Минимальный расход связан с повышенным уровнем пыли (от 20 до 30%).

Технический анализ применимости. Централизованная вентиляция может быть применена только в новых зданиях. Регулирование температуры и вентиляции могут применяться и в существующих, и новых помещениях.

Экономика. Стоимость инвестиций в систему преобразователя частоты очень сходна со стоимостью обычной системы. Закупка и установка одного или нескольких устройств регулирования в значительной степени компенсируют потенциальные экономические потери, связанные с плохим контролем климата в помещении.

Энергосберегающие вентиляторы по-прежнему достаточно дороги, и у них короткий срок работы. Установка систем контроля уровня вентиляции позволит заметно сэкономить затраты на отопление без ухудшения условий в помещении и дополнительных инвестиций.

Хотя стоимость централизованной вентиляции выше (стоимость рассчитывается со сроком погашения на 10 лет), чем обычной вентиляции, это дает возможность установить систему очистки воздуха и теплообменное оборудование (воздух-воздух и воздух-вода). Эти методы оптимизации микроклимата широко применяются.

Использование высокоэффективных систем вентиляции. Высокая эффективность систем вентиляции состоит из использования эффективных вентиляторов и воздуховодов. Эффективность вентилятора, которая может существенно различаться, выражается в показателях воздушного потока на единицу энергии (например, м³/час, Вт).

Особое внимание требует производительность номинального воздушного потока вентилятора вместе с оценкой преобразования энергии. Вентиляционные впускные и выпускные воздуховоды должны быть адекватного размера. Внутренние поверхности должны быть гладкими, чистыми, с небольшими изгибами.

Следующие характеристики должны быть приняты во внимание при рассмотрении эффективности вентиляторов:

- эффективность вентилятора, как правило, увеличивается с диаметром лопастей;

- вентиляторы с ременной передачей, как правило, более эффективны, чем вентиляторы с прямым приводом;
- вентиляторы, оснащенные запатентованным конусообразным расширением к выходу для плавного прохождения воздуха, будут на 10 % эффективнее, чем вентиляторы, оснащенные базовой круговой диафрагмой;
- установка «конусов» на выходе вентиляторов позволит повысить эффективность на 10–15%.

Достигнутые экологические выгоды. Потребление энергии снижается. В свиноводческих фермах энергосберегающие вентиляторы могут уменьшить потребление энергии для вентиляции до 60%.

Экологические показатели и оперативные данные. Большинство производителей измеряют производственные характеристики согласно стандартов, которые могут быть использованы при выборе наиболее эффективного агрегата.

Технический анализ применимости. Высокая эффективность систем вентиляции может не быть применима в существующих помещениях.

Экономика. При установке вентиляторов следует учитывать энергозатраты на вентилятор за период его работы, а также его первоначальную стоимость. Затраты в 10% на установку вентиляторов, которые обеспечат 10 % экономии энергоресурсов, окупятся примерно за 18 месяцев.

Раздел 6 Перспективные технологии

Описание перспективных технологий (ПТ) для российских предприятий по интенсивному разведению свиней

6.1 Система автоматического контроля и управления свиноплексом

Описание технологии. Система позволяет осуществлять эксплуатацию, централизованный контроль и мониторинг большого количества регуляторов всех производственных цехов предприятия (рисунок 6.1). Система включает централизованное управление всеми контроллерами, оптимизируя их возможности, имеет сетевое соединение. Управление осуществляется с помощью специально разработанной компьютерной программы.

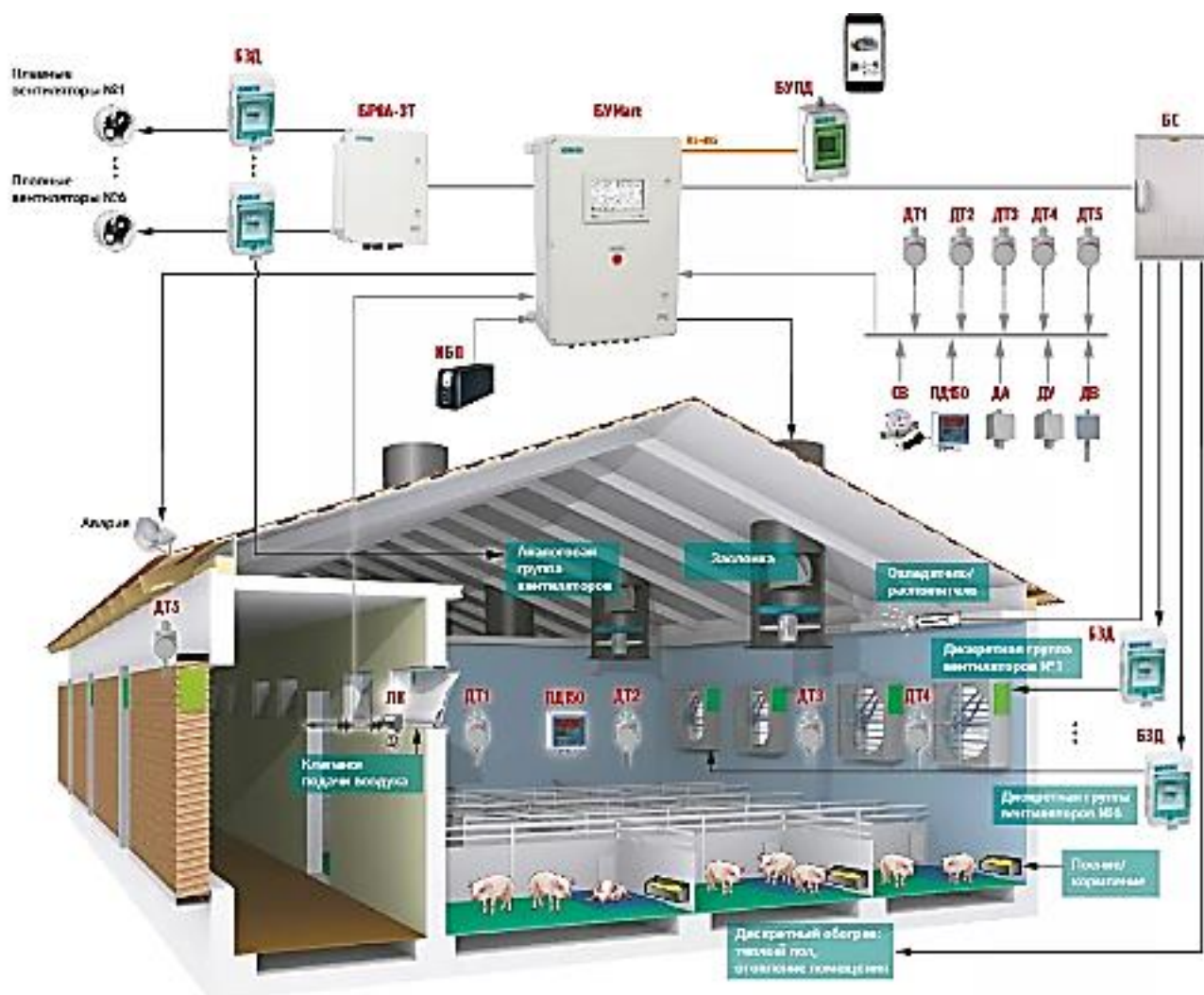


Рисунок 6.1 – Схема работа системы автоматического контроля и управления свиноплексом

(https://agriculture.owen.ru/product/sistemy_upravleniya_mikroklimatom_svinokompleksa_na_baze_bumsmart_net)

Система автоматического контроля и управления свинокомплексом проводит информирование и контроль состояния каждого из регуляторов, расположенных в различных производственных цехах. Динамику изменения параметров микроклимата можно отследить на мониторе, можно вывести на печать. Система позволяет осуществлять удаленный контроль.

Степень проработки. Данная технология находится в РФ на стадии научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и может быть освоена как на новых, так и на действующих модернизируемых предприятиях по интенсивному разведению свиней.

Достижимые экологические преимущества. Система позволяет проводить постоянный мониторинг микроклимата (загазованность, влажность, температуру) помещений, контролировать и исключать негативное воздействие на окружающую среду.

Экономические аспекты внедрения. Нет доступных данных.

6.2 Система анализа половой охоты свиноматок

Описание технологии. Система позволяет просчитать оптимальный момент времени для проведения осеменения свиноматок (рисунок 6,2).

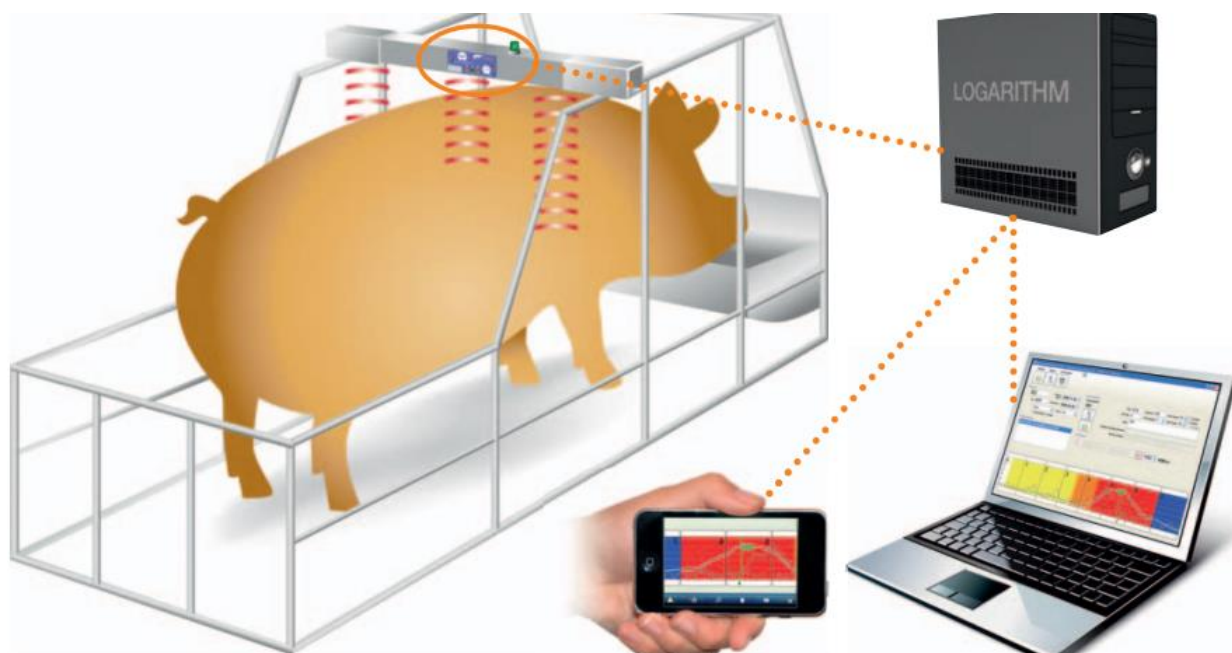


Рисунок 6.2 – Схема работа системы анализа половой охоты свиноматок

Система автоматического анализа включает по три датчика движения, температуры, размещенных над станками индивидуального размещения свиноматок, которые контролируют их активность, передавая данные в базу данных системы анализа на компьютер или компьютерную сеть со специальным программным обеспечением.

На мониторе появляется информация о благоприятном времени осеменения свиноматки, при этом появляются визуальные сигналы или информация над станком или на станке. Такая система позволяет проводить мониторинг, осуществлять контроль состояния каждого животного и отслеживать период осеменения.

Степень проработки. Данная технология находится в РФ на стадии научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и может быть освоена как на новых, так и на действующих модернизируемых предприятиях по интенсивному разведению свиней.

Достижимые экологические преимущества. Система позволяет проводить мониторинг физиологического состояния животных (их активный период, при котором в окружающую среду выделяется наибольшее количество веществ, связанных с физиологическим состоянием «охота», контролировать процесс осеменения и исключить негативное воздействие на окружающую среду.

Экономические аспекты внедрения. Нет доступных данных.

6.3 Система кормления поросят-сосунов

Описание технологии. Для более эффективного и рационального скармливания поросятам корма готовят кормовой суп с помощью высокоэффективного теплообменника (оборудование терморегулируемое, кормовая смесь подогревается постоянно и имеет оптимальную температуру для скармливания поросятам).

Сам процесс кормления осуществляется при помощи роторного насоса с регулируемым числом оборотов. Приготовление осуществляется в замешивающей емкости объемом 180 л, оснащенной быстроходной мешалкой, которая установлена на весах с разрешением 0,1 кг. Система может быть представлена в различных модификациях (рисунки 6.3, 6.4).



Рисунок 6.3 – Система кормления поросят-сосунов

Управление осуществляется при помощи управляющего компьютера, который позволяет с помощью меню ввести программы подготовки смеси и контролирует все этапы приготовления и скармливания. Интерфейс компьютера позволяет пользователю изменить параметры и настройки, внести современные системы кормления. Все данные по потреблению кормов полностью фиксируются.

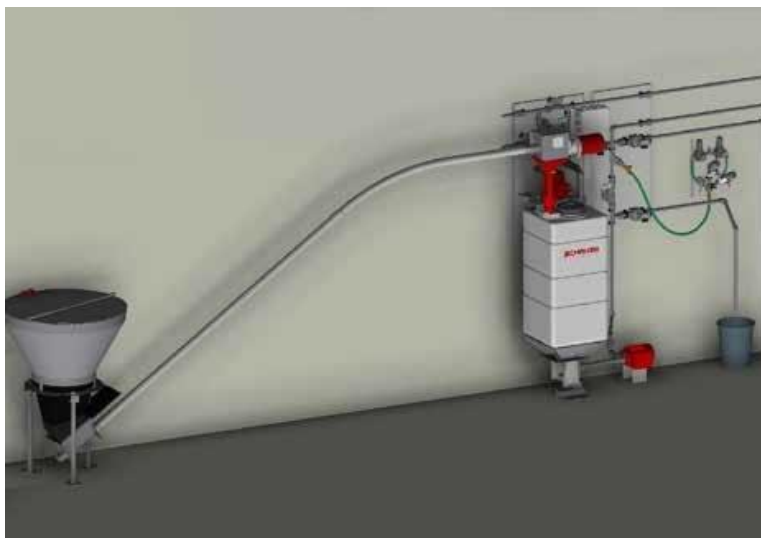


Рисунок 6.4 – Система кормления поросят-сосунов

Степень проработки. Данная технология может применяться на новых, а также действующих модернизируемых свиноводческих предприятиях. Технология применяется на предприятиях РФ.

Достигнутые экологические преимущества. Поросята-сосуны очень чувствительно реагируют на ненадлежащую гигиену, поэтому система предусматривает кормление животных без остатка. Трубопровод продувается обратно в замешивающую емкость посредством проталкивающей воды. Затем трубопроводы, клапаны кормомест и кормоопуски прочищаются и дезинфицируются водно-воздушно-кислотной туманной смесью. Каждая чашечная кормушка оснащена датчиком уровня наполнения. Поэтому свежий корм подается только в действительно пустые кормушки. Грязные кормушки остаются тем самым незаполненными. Таким образом, могут быть заблаговременно распознаны группы животных с очень низким или вообще равным нулю потреблением корма.

Для обеспечения качественной гигиены оборудования следует проводить очистку чашечных кормушек. Чтобы данный процесс проходил как можно проще, чашечные кормушки могут быть выполнены в съемном варианте.

Экономические аспекты внедрения. Новая система позволяет использовать для кормления не только заменители молока, но и престартеры. В качестве престартера могут применяться недорогие собственные смеси. Благодаря особой форме замешивающей емкости можно также подготавливать минимальные порции. Чашечные кормушки монтируются преимущественно между двумя станками для опороса в перегородку, что позволяет осуществлять кормление 13 поросят и более одновременно. Животные в соседних станках стимулируют друг друга к поеданию корма, что позволяет быстрее опустошать кормушки и наполнять их чаще свежим кормом. Инвестиционные затраты таким образом также существенно снижаются.

6.4 Система жидкого кормления для выращивания поросят-отъемышей

Описание технологии. Полностью автоматизированная система кормления поросят весом от 6 до 40 кг. Система предназначена для кормления поголовья от 1000 до 4500 голов. Осуществляется с помощью компьютера с программным обеспечением и технологического оборудования.

Корм замешивается в баке-смесителе и распределяется с помощью интеллектуальной дозирующей системы, состоящей из эксцентрикового шнекового насоса и установки подачи воздуха. Благодаря этому несколько раз в день можно дозировать маленькие порции корма. Опционально порциями также можно подавать теплый корм.

В установке предусмотрена безостаточная очистка трубопроводов и патрубков кормушек сжатым воздухом, благодаря чему достигается оптимальный уровень гигиены (рисунок 6.5).

Загрузкой отдельных компонентов корма в мешалку управляет компьютер. Программное обеспечение позволяет выбрать разное соотношение отдельных рецептур. Система проводит учет остаточного корма и промывочной воды. Клапан медикации для дозирования лекарств открывается одновременно с первым клапаном. Через отдельный трубопровод можно в корм добавлять специальные смеси (витамины, лекарства, растворенные в воде).

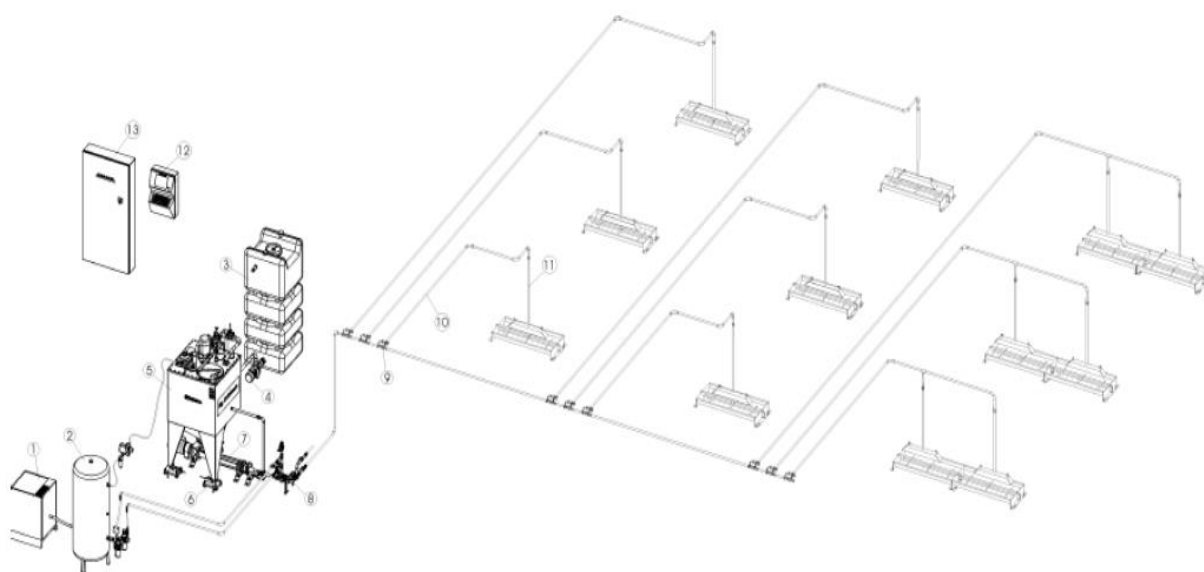


Рисунок 6.5 – Схема работы системы жидкого кормления для выращивания поросят

Степень проработки. Технология применяется на территории РФ.

Достижимые экологические преимущества. Клапан раздачи разработан таким образом, что может дозировать небольшие порции корма с высокой точностью и в соответствии с потребностью животных. Второй подвод напорного воздуха закрывает клапан очень осторожно, без толчков, что позволяет проводить бесшумную дозировку корма. Клапан медикации не позволяет происходить смешиванию корма и лекарственных препаратов и их выход за пределы кормовой системы. Сенсоры системы

Biocontrol устанавливают у кормушек время, которое свиньи затрачивают на полное опорожнение кормушки. По установленному времени определяется дальнейшее количество корма, что позволяет эффективно использовать корм.

Экономические аспекты внедрения. За последние годы стоимость используемых видов кормов возросла, что существенно сказывается на себестоимости продукции. Затраты на точную систему жидкого кормления окупятся за счет высокого качества и поедаемости корма, отсутствия потерь.

6.5 Система автоматического кормления свиней

Описание технологии. Система автоматического кормления свиней является автоматизированной системой, которая позволяет осуществлять непрерывный и точный учет корма, свободно потребленного каждым отдельным животным при групповом содержании. Она состоит из сети кормовых станций, связанных с персональным компьютером. Система была разработана для удобного управления, осуществляемого с помощью ПК, современные интерфейсы позволяют выполнять дистанционное обслуживание, кроме того, возможно соединение с базами данных по планированию свиноводства.

Программное обеспечение имеет широкий выбор программ кормления, позволяет осуществлять контроль за состоянием здоровья, предусматривает возможность маркировки, учет зоотехнических показателей, ведение записей, сбор данных и передачу в главный компьютер. Каждая кормовая станция снабжена контроллером и сопутствующим оборудованием, которое идентифицирует животное, определяет норму и кормушку, в которую подает корм. Кормушка снабжена устройством точного дозирования медикаментов, рассчитанное на 5, 10 л, автоматического смачивания корма непосредственно в кормушке (возможно комбинированное кормление).



Рисунок 6.6 – Система автоматического кормления свиней

Подход к кормушке оборудован регулируемым по ширине расколом, который обеспечивает доступ к кормушке только одного животного. На входе кормушки могут устанавливаться весы, позволяющие системе вести ежедневный учет массы животных. Производится несколько модификаций системы автоматического кормления (рисунки 6.6, 6.7).

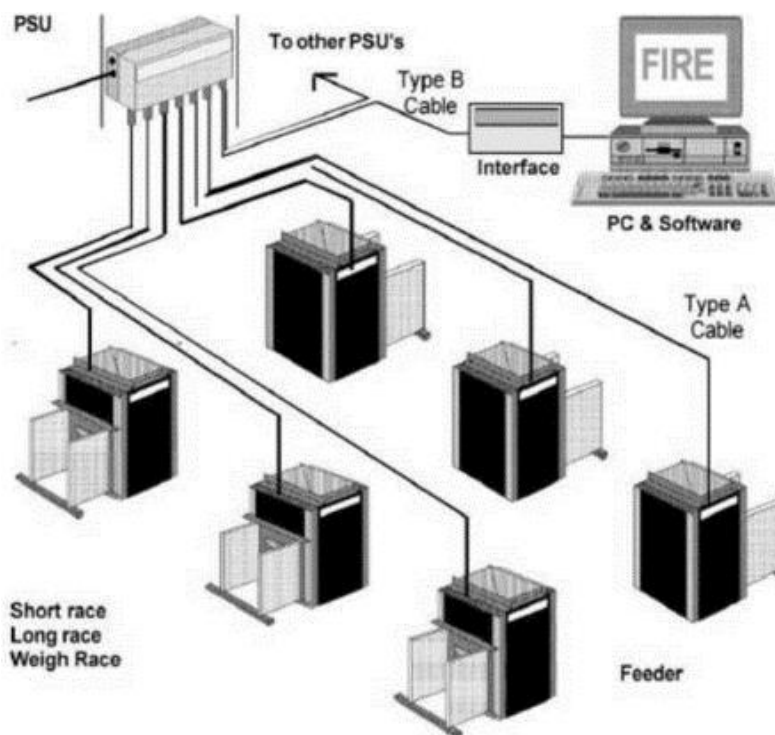


Рисунок 6.7 – Схема системы автоматического кормления свиней

Степень проработки. Системы автоматизированного кормления свиней нашли широкое применение на предприятиях по производству свинины в зарубежных странах. Технология рекомендуется для ряда предприятий Российской Федерации.

Достижимые экологические преимущества. Эффективность использования кормов, индивидуальное целенаправленное кормление, групповое содержание и свободное перемещение свиней, снижение стресса и улучшение кондиций, увеличение продуктивного использования. Одна кормовая станция обслуживает 60–80 свиноматок.

Экономические аспекты внедрения. Индивидуальное дозированное кормление оптимизирует кормозатраты. Данных по экономическим показателям применения системы различных модификаций нет.

6.6. Технологии биологической обработки навоза и удаления аммиака

Описание технологии. Система обработки навоза основана на сочетании механического разделения и биологической обработки с последующим выделением азота при удалении аммиака.

На первом этапе обработки жидкий навоз разделяется на твердую и жидкую фракции. Жидкий навоз откачивается из временного резервуара на ленточный фильтр-пресс, который удаляет 1-2% содержания сухого вещества. Жидкая фракция затем обрабатывается полимерами для увеличения флокуляции и седиментации остального сухого вещества. Осадок от флокуляции и твердых частиц из ленточного пресса далее разделяется с помощью шнекового пресса на фракцию твердых волокон, содержащую большую часть фосфора из жидкого навоза (>90%). Жидкая фракция, проходя через этот этап обработки, содержит около 1% сухого вещества.

Влажность навозных стоков, направляемых на осветление после механического разделения в вертикальные, горизонтальные и радиальные отстойники, должна

составлять не менее 97%. Влажность образующихся осадков при продолжительности отстаивания не менее трех ч составляет не менее 96%. При этом предпочтение следует отдавать радиальным отстойникам с эффективностью осветления стоков 70 %.

Удаление осадков навозных стоков из отстойников осуществляют гидростатическими и механическими способами.

При разделении жидкого свиного навоза в секционных отстойниках-накопителях периодического действия, глубина которых не должна превышать 2 м, их эффективность по сухому веществу следует принимать 65 %. Влажность задерживаемой в отстойниках-накопителях (при закрытом дренаже) твердой фракции следует принимать 90 %, после гравитационного обезвоживания осадка при открытом дренаже – 75 %.

Рабочий объем отстойников-накопителей должен определяться, исходя из природно-климатических условий местности и режима эксплуатации, определяющих время оборота отстойников. Для ориентировочных расчетов удельный объем отстойников-накопителей принимают из расчета 1 м³ на голову одновременно находящегося на предприятии поголовья свиней (включая поросят-сосунов), годовое количество оборотов отстойников-накопителей для условий второй строительного-климатической зоны следует принимать не более двух.

Дренажные каналы отстойников-накопителей перед подачей навозной массы должны быть заполнены производственной водой или осветленной жидкой фракцией навоза, а по завершении оборотного цикла подвергаться промывке.

Следующим этапом является аэробная биологическая очистка, осуществляемая в емкостях для обработки, связанная с этапами по отделению N от жидкой фракции. Газы, выделяющиеся во время аэробной биологической активности, собираются и выводятся в воздушный скруббер с серной кислотой. Тепло, образующееся в ходе биологической обработки, может быть восстановлено.

После биологической обработки проводится серия повторных циклов отделений аммиака. Биологически обработанная жидкая фракция отделяется без использования химии. Это необходимо для того, чтобы воспользоваться преимуществом увеличения рН, которое достигается при биологической обработке. Первое отделение уменьшает буферную емкость жидкого навоза за счет удаления аммиака и карбоната и, таким образом, уменьшает количество необходимых химических добавок.

Перед вторым отделением рН очищенных сточных вод увеличивается путем добавления химических веществ, таких как MgO, Ca(OH)₂ или NaOH. Дальнейшие циклы отделения можно проводить, увеличивая рН постепенно, пока не будет достигнут желаемый уровень аммиака в жидкой фракции. Воздух из башни для отделения отводится к кислотному скрубберу, который является независимым от скруббера, используемого для биологической обработки.

После процедуры отделения очищенные сточные воды, лишенные N и P, могут вноситься или разбрызгиваться на полях или подвергаться дальнейшему фракционированию, если органическое вещество осаждают добавлением небольшого количества сульфата железа. Конечными продуктами всего процесса (включая фракционирование) являются фосфорные удобрения, NH₄SO₄-концентрат в качестве жидких удобрений и ирригационная вода.

В России разработана технология ускоренной биоферментации с использованием биореактора, которая позволяет переработать твердую фракцию свиного навоза в

высококачественное органическое удобрение в аэробных условиях. Технологическая линия включает питатель-дозатор, дозаторы минеральных удобрений и микробиологических препаратов, шнековый смеситель, биореактор, вентилятор, электрокалорифер, сепаратор, винтовой конвейер, систему очистки газового выброса, сборную емкость (таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Основные технические и экономические показатели

Производительность, т/сут	0,05 ... 10
Срок переработки, сут	3 ... 4
Количество обслуживающего персонала, чел	1
Удельное энергопотребление процесса, кВт	10 ... 15
Удельные капитальные затраты, руб/т	1500 ... 3000
Удельные эксплуатационные затраты, руб/т	800 ... 1500

Степень проработки. Разделение навоза на жидкую и твердую фракции может быть реализовано и позволит снизить выбросы аммиака. Находит широкое применение при достаточном количестве площадей.

Достижимые экологические преимущества. Твердая фракция из процесса разделения содержит высокий уровень Р (>90%), и легко транспортируется на дальние расстояния. Конечные сточные воды после аэрации и отделения совершенно без запаха и свободны от патогенных организмов. Сочетание различных процессов в последовательности (аэробная биологическая очистка, аэрационная и химическая обработки) обеспечивает эффективное удаление аммиака при минимальном использовании химических веществ.

Экономические аспекты внедрения. В зависимости от размера и системы стоимость установки может варьировать. Разделение уменьшает затраты на хранение навоза, транспортировку и внесение, которые являются основными факторами в зонах интенсивного животноводства.

6.7. Отделение фосфора на основе гипсового осадка

Описание технологии. Гипсовый осадок (на основе оксида магния) смешивают с жидким навозом (2–6 кг на тонну жидкого навоза в зависимости от содержания сухого вещества в навозных стоках) или твердым навозом. После реакции растворенный Р в жидком навозе осаждается солями Са и Mg и оседает в нижней части навозохранилища. Две фракции могут откачиваться из емкости отдельно: жидкая фракция может вноситься на поля, где фосфорные удобрения не нужны, и фракция осадка, богатая Р, может транспортироваться на поля, где требуется фосфор.

В зависимости от температуры жидкого навоза фракционирование и осаждение Р (фосфора) потребует от трех дней до трех недель.

Осадок складывается в 600–700-килограммовые мешки и может перевозиться тракторным подъемником и смешиваться пропеллерным миксером (1–10 часов в зависимости от объема жидкого навоза в хранилище). Гипс и MgO могут добавляться из отдельных мешков. Обе фракции откачиваются из бака с подкачивающим насосом для транспортировки и внесения обычным оборудованием для внесения.

Степень проработки. Способность навоза осаждаться при смешивании с гипсом и образовывать твердую фракцию может быть реализована и позволяет снизить выбросы фосфора.

Достижимые экологические преимущества. Достигается более концентрированный баланс фосфорных удобрений. Более эффективное использование Р в сельском хозяйстве уменьшает попадание Р в воду. Согласно предварительным результатам, выпадение осадков также уменьшает испарение аммиака. Применимость может быть ограничена в связи с вероятностью вредных выбросов H_2S . Необходима оценка риска.

Экономические аспекты внедрения. Не требуется никаких особых инвестиций. По сравнению с обычной практикой, дополнительные затраты включают сырье и дополнительную работу из-за внесения осадка. Рентабельность зависит от цен на необходимые химические вещества и расстояния транспортировки фосфорных отложений.

6.8 Технологии очистки отработанного воздуха под полом при системе размещения с полностью решетчатым полом

Описание технологии. Дополнительно к вытяжке для удаления воздуха из помещения станок оборудован вентиляционным каналом, расположенным под полом и сообщающимся с поверхностью жидкого навоза (рисунок 6.8).

Только отработанный воздух, извлеченный из-под пола, обрабатывается системой очистки воздуха (мокрым скруббером). Массовый ток выбрасываемого воздуха, проходящего через систему обработки воздуха, – это лишь небольшая доля общего количества воздухообмена, который определяется потребностью животных в чистом воздухе. Для сравнения: часть потока воздуха, направляемого в блок воздухообработки, содержит большую долю загрязняющих веществ (аммиак и запахи).

Степень проработки. Отработанный воздух, проходя через обычную систему вентиляции, становится менее загрязненным и выпускается без очистки воздуха. Открытая поверхность ламелей на полностью щелевых полах снижается на 40%, для того чтобы улучшить эффективность извлечения отработанного воздуха под полом. Еще из-за ширины решетчатого пола и распределения давления невозможно полностью предотвратить прохождение воздуха из подполового отсека в надпольный отсек.

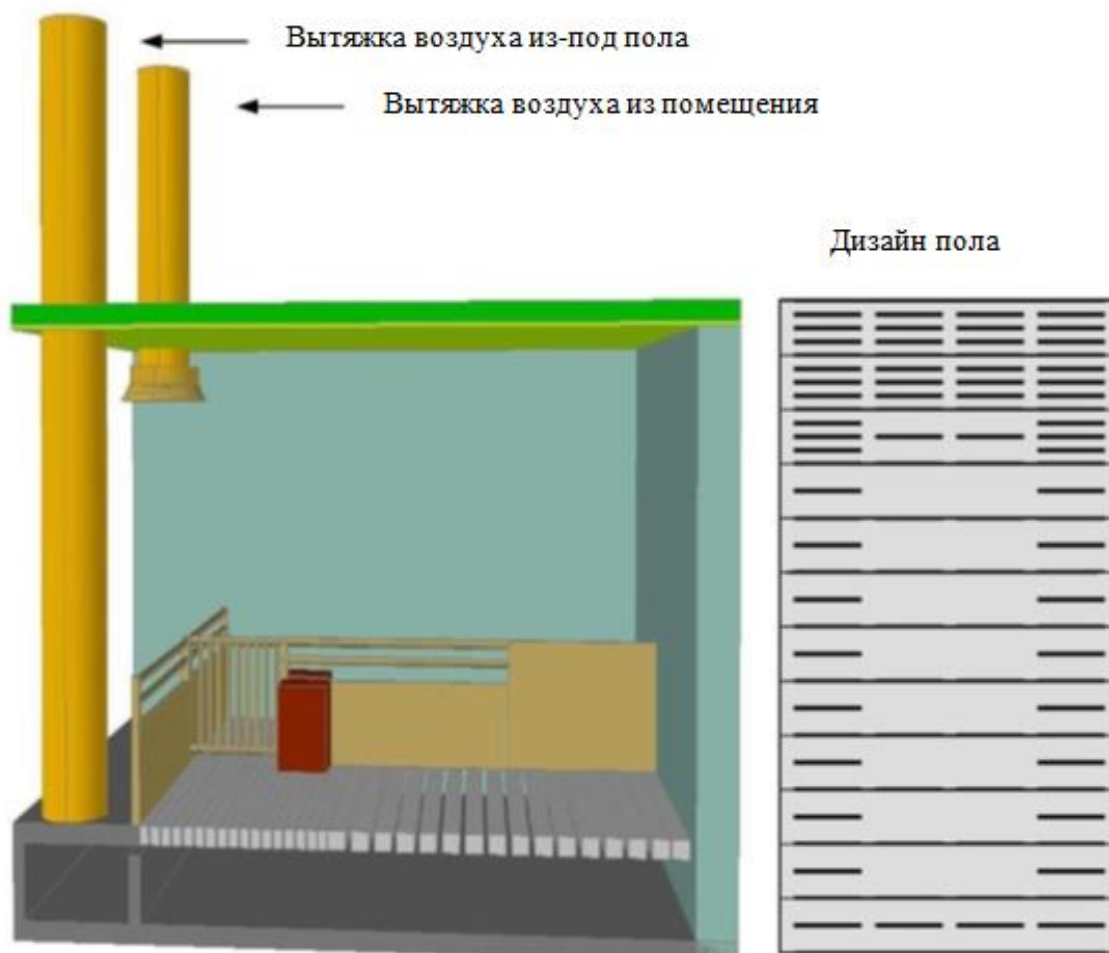


Рисунок 6.8 – Схема очистки отработанного воздуха под полом при системе размещения с полностью решетчатым полом

При другой конфигурации системы отработанный воздух отсасывается через каналы линейного выхода, расположенные под потолком, и через подпольный отвод воздуха, расположенный над поверхностью жидкого навоза.

Достижимые экологические преимущества. Система сокращает выбросы загрязнителей воздуха.

Экологические аспекты внедрения. Экспериментальные исследования в Дании по сравнению данной технологии с обычной системой, только с выделением отработанного воздуха из помещения, показали, что норма вентиляции навозных каналов только в 10 м³/час на свинью улучшает микроклимат в помещении и значительно уменьшает выбросы от отработанного воздуха в помещении. В частности, на 70% выбросы аммиака, 50% выбросы запаха и 90% выбросы сероводорода, как ожидается, будут уменьшены по сравнению с системой выбросов из помещения. В таблице 6.2 показаны концентрации и выбросы запаха, сероводорода и аммиака, представленные для разных норм вентиляции и расположения точки всасывания по сравнению с контрольными измерениями в помещении с обычной системой.

Ожидается, что за счет очистки воздушным скруббером с 95-процентной эффективностью сокращения выбросов аммиака около 20% максимальной мощности вентиляции помещения и более 65% от общего количества выделяемого аммиака может быть уменьшено с помощью системы очистки воздуха.

Исследования, проведенные в Германии, показали, что концентрация аммиака в воздухе животноводческого помещения над решетчатым полом достигает максимального значения около 4 мг/м^3 , когда работают и подпольная, и надпольная вентиляционные системы, и около 2 мг/м^3 в зимнее время, когда работает только система вентиляции под полом. Выбросы аммиака будут уменьшаться примерно на 70% в общей сложности. Кроме того, уменьшаются выбросы пыли и запах. Однородность потока воздуха при умеренных скоростях на протяжении всего животноводческого помещения может быть достигнута благодаря оптимизации расположения и размеров приточного и вытяжного отверстий. Таким образом, минимизируется перенос аммиака с поверхности жидкого навоза в воздух животноводческого помещения.

Методика применима для систем содержания свиней с решетчатым полом. Поскольку только часть вытяжного воздуха должна быть очищена, размеры агрегата по обработке воздуха и эксплуатационные расходы на энергию и воду снижаются. Экономия затрат ожидается около 50% по сравнению со стандартными системами обработки воздуха.

Таблица 6.2 – Концентрации и выбросы запаха, сероводорода и аммиака, измеренные по уровню вентиляции навозного канала в объеме 10 и 20 $\text{м}^3/\text{ч}$ на свинью (32 свиней в станке)

Измерения	Контр. помещ.	Эксперимент 1		Эксперимент 2	
		Канал	Помещение	Канал	Помещение
Скорость вентил., $\text{м}^3/\text{ч}/\text{свин.}$	53	20	43	19	39
Концент. запах. ЕЗ/ М^3	630	820	140	910	170
Выброс запах. ЕЗ/с на 1 000 кг	80	64	22	71	27
H_2S -концентр-я, мг/м^3	197	505	70	475	30
H_2S -выбросы, $\text{мг H}_2\text{S}/\text{ч}$ на свин	4,3	3,8	1,1	4,0	0,4
Измерения	Контр. помещ.	Эксперимент 1		Эксперимент 2	
		Канал	Помещение	Канал	Помещение
Скорость вентил., $\text{м}^3/\text{ч}/\text{свин}$	50	22	33	18	31
NH_3 -концентр., мг/м^3	7,4	14	1,5	18	1,1
NH_3 -выбросы, г $\text{NH}_3\text{-N}/\text{ч}$ на св	7,3	5,2	1,0	6,4	1,1
Скорость вентил., $\text{м}^3/\text{ч}/\text{свин.}$	52	10	49	10	48
Концент. запах. ЕЗ/ М^3	480	890	170	1230	200
Выброс запах. ЕЗ/с на 1 000 кг	99	31	33	47	38

Окончание таблицы 6.2

Измерения	Контр. помещ.	Эксперимент 3		Эксперимент 4	
		Канал	Помещение	Канал	Помещение
H ₂ S-концентр., мг/м ³	246	485	87	777	22
H ₂ S-выбросы, мг H ₂ S/ч на свин	4,8	2,0	1,4	3,0	0,3
Измерения	Контр. помещ.	Эксперимент 3		Эксперимент 4	
		Канал	Помещение	Канал	Помещение
Скорость вентил., м ³ /ч/свин	50	10	43	11	39
NH ₃ -концентр., мг/м ³	9,3	20	26	27	2,2
NH ₃ -выбросы, г NH ₃ -N/ч на св	8,2	3,6	2,0	4,7	1,5
Эксперимент 1: точка всасывания под зоной испражнения, 20 м ³ /ч на свинью.					
Эксперимент 2: точка всасывания под зоной отдыха, 20 м ³ /ч.					
Эксперимент 1: точка всасывания под зоной испражнения, 10 м ³ /ч.					
Эксперимент 2: точка всасывания под зоной отдыха, 10 м ³ /ч					
<i>Источник: BREF (EU), 2015 [11].</i>					

Перспектива внедрения. Оптимизированный воздушный поток уменьшает концентрацию аммиака и других загрязняющих веществ в воздухе помещений, что улучшает уровень жизни животных и охрану труда. Методика разрабатывается для полномасштабной реализации.

6.9 Технология очистки потока отработанного воздуха системой вентиляции, расположенной под частично решетчатым полом со скрепером и отделением мочи

Описание технологии. При этой системе размещения поголовья свиней – системе «Perstrup» – частичное извлечение отработанного воздуха под полом сочетается с разделением мочи и фекалий внутри помещения. В частности, технические характеристики станков включают в себя частично решетчатый пол и наклонный канал навоза с желобом для слива мочи, где навоз часто удаляется с помощью скребка. Частичный отвод воздуха из навозного канала проводится непосредственно через вентиляционный канал под твердой частью пола в загоне, в то время как остальной отработанный воздух удаляется через отдельный выход в помещении (рисунок 6.9).

Степень проработки. Очистка отработанного воздуха из-под пола очень эффективна при снижении концентрации аммиака в помещении после установки системы отделения мочи в помещении.

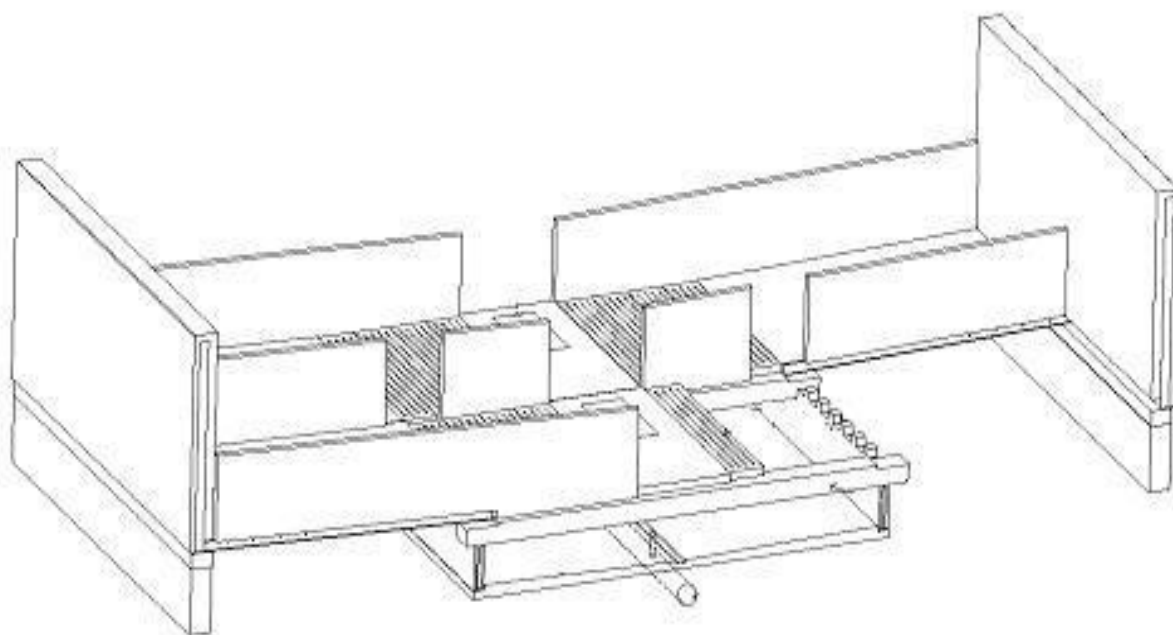


Рисунок 6.9 – Схема очистки потока отработанного воздуха системой вентиляции, расположенной под частично решетчатым полом со скрепером и отделением мочи

Достижимые экологические преимущества. В исследовании, проведенном на откормочной свиноферме в Дании, была оценена система вентиляции только при наличии навозного канала (без разделения) и частичной очистки отработанного воздуха из-под пола относительно концентраций и выбросов аммиака и запаха и эффективности отделения свиного навоза. Результаты показаны в таблице 6.3.

Статистический анализ не показал различий в выбросах аммиака между контрольным помещением и помещением, оснащенным оборудованием внутри. Однако концентрации аммиака в помещении были очень низкими по сравнению с отработанным воздухом под решетками из-за очень эффективной эвакуации из-под пола. В среднем концентрация NH_3 была ниже $0,5 \text{ мг/м}^2$ в помещении и примерно в 10 раз ниже, чем под полом. Поверхность жидкого навоза ниже реек пола была основным источником выбросов аммиака.

Экономические аспекты внедрения. Исследования показали, что даже при скорости вентиляции ниже 20% от максимальной мощности, т. е. $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ на одну свинью, очистка воздуха под полом была очень эффективной. Предыдущие датские исследования показали, что средняя скорость воздуха $0,1\text{--}0,2 \text{ м/с}$ через рейки имеет решающее значение для получения эффективной эвакуации воздуха под полом. При кратности воздухообмена $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ на одну свинью скорость воздуха можно рассчитать до $0,14 \text{ м/с}$ в свиномнике с системой «Perstrup».

При эффективной эвакуации воздуха под полом более 90% выбросов аммиака может быть собрано всего при 20% максимальной мощности вентиляции. С другой стороны, выбросы запаха были на 16% выше в помещении, оснащенном оборудованием внутри, из-за более высоких концентраций запаха в точках выхода воздуха из-под пола.

Таблица 6.3 – Средние концентрации и выбросы аммиака и запаха, измеренные в испытаниях

Система размещения системы вентиляции под полом			
Показатели	Единицы измерения	Канал для жидкого навоза без отделения внутри помещения	Канал для жидкого навоза с отделением внутри помещения
Концентрация аммиака в помещении	мг/м ³	0.3	0.3
Концентрация аммиака под полом	мг/м ³	5.6	5.5
Выбросы аммиака на отдел	г NH ₃ -N/ч	59	60
Концентрация запаха в помещении	ЕЗ/м ³	3483 (388–601)	474 (381–589)
Концентрация запаха под полом	ЕЗ/м ³	737 (609–890)	913 (757–1 102)
Выбросы аммиака	ЕЗ/м ³ на 1 000 кг	313 (266–368)	363 (309–426)
в скобках – 95% доверительный интервал, ЕЗ/м ³ – единица запаха на м ³			
Источник: BREF (EU), 2015 [11].			

Отделение мочи внутри помещения показало высокую эффективность разделения; в частности, собранный твердый навоз в среднем содержал 22% сухого вещества, или 93% от общего количества сухого вещества. Однако содержание сухого вещества в твердой фракции было слишком низким, а количество твердого навоза было слишком большим (53% от общего числа), чтобы сделать систему экономически выгодной. Есть еще необходимость совершенствования с целью повышения содержания сухого вещества и уменьшения количества навоза, собранного в твердой фракции до менее чем 25 % от общего количества.

Перспектива внедрения. В районах, где производители вынуждены транспортировать жидкий навоз на большие расстояния, есть стимул для сокращения больших объемов жидкого навоза. Естественное разделение навоза внутри свинарника снизит объем перевозок. Если воздушный скруббер устанавливается для сокращения выбросов аммиака, расходы будут существенно ниже.

6.10 Технологии размещения свиней в загонах с почти нулевым уровнем выбросов в окружающую среду

Описание технологии. Посредством системы размещения свиней в станках с почти нулевым уровнем выбросов в окружающую среду формирование и выпуск загрязнителей воздуха могут быть снижены до нуля. Это достигается сочетанием различных мер, касающихся управления жидким навозом (охлаждение с периодическим удалением с помощью системы скребков), проекта здания (отдельные загон в большом помещении с большим количеством воздуха) и вентиляции (приточно-вытяжной вентиляции с высоким КПД). Система очистки отработанного воздуха тоже была установлена. Система сочетает в себе также элементы, которые предлагают преимущества, касающиеся благополучия животных. Кормушки для супоросных

свиноматок также предназначены для того, чтобы свести к минимуму стресс и агрессию в группе (рисунок 6,10).

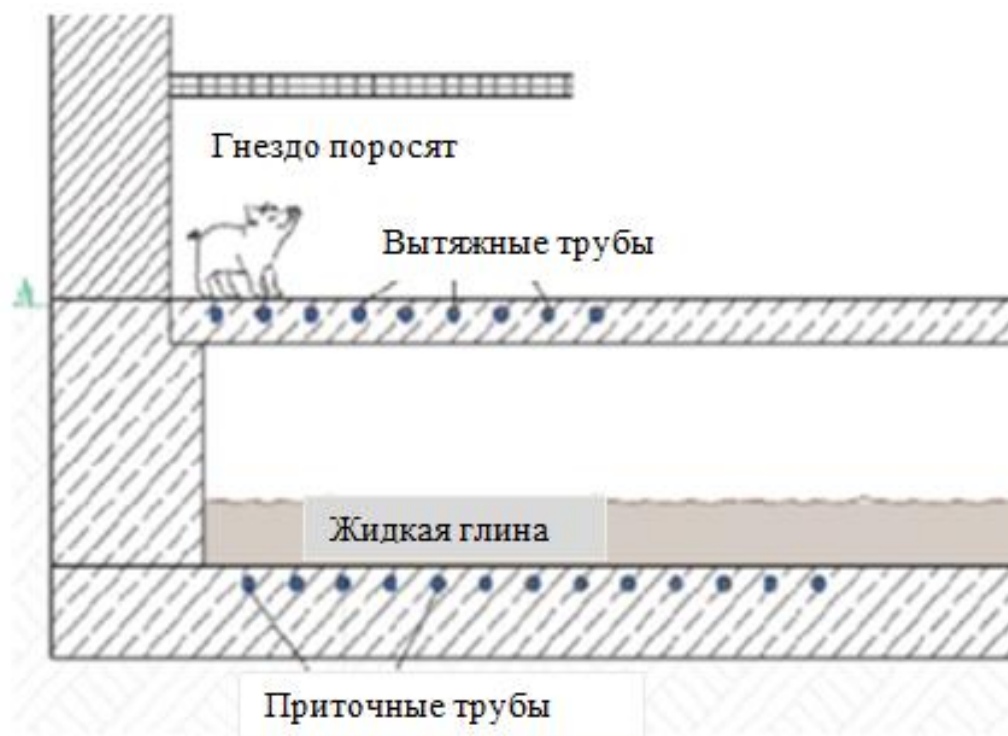


Рисунок 6.10 – Система размещения свиней в загонах с почти нулевым уровнем выбросов в окружающую среду

Степень проработки. Используемые в настоящее время меры:

1. Жидкий навоз ниже решетчатого пола охлаждается водяными трубами, которые заключены в бетонные каналы. Охлаждение жидкого навоза до приблизительно 15 °С очень эффективно снижает образование загрязняющих воздух веществ, в частности аммиака. Тепловые насосы позволяют восстановить полученное тепло для поросят в гнезде. Это, в свою очередь, вызывает значительное энергосбережение.

2. Каналы для навоза мелкие. Примерно три раза в неделю жидкий навоз удаляется системой сребков. Таким образом, количество жидкого навоза внутри животноводческого помещения и, следовательно, выброс загрязняющих веществ в атмосферу сведены к минимуму.

3. Строительство помещения (здание формируется таким образом, что крыша также составляет потолок и различные производственные площади находятся в одном пространстве) предлагает в три раза больше объема воздуха на одно животное, чем обычные системы содержания свиней на свиноферме. Это ведет к резкому снижению скорости вентиляции, а, следовательно, обеспечивает экономию энергии. Кроме того, когда количество тепла увеличивается, эта система размещения позволяет осуществлять непрерывный сброс тепла из области размещения животного, что приводит к снижению температуры в зоне жидкого навоза (рисунок 6.11).



Рисунок 6.11 – Размещение свиней в загонах с почти нулевым уровнем выбросов в окружающую среду

Достижимые экологические преимущества. Сертифицированная вытяжная установка для обработки воздуха удаляет не менее 70% аммиака, запаха и пыли из отработанного воздуха. Из-за снижения интенсивности вентиляции и концентрации вредных газов это позволяет уменьшить размеры блока очистки отработанного воздуха. Это уменьшает расход ресурсов (энергии, воды и вспомогательных материалов), а также инвестиций и эксплуатационных расходов. Выбросы аммиака, запаха и пыли снижаются до очень низкого уровня. Интегрированная система вентиляции и теплообмена обеспечивает значительную экономию энергии. Использование ресурсов для обеспечения функционирования очистки отработанного воздуха (энергии, воды и вспомогательных материалов) уменьшается. Более низкая температура в помещении приводит к улучшению качества воздуха в помещении за счет более низкой концентрации вредных газов.

Экономические аспекты внедрения. По сравнению со стандартными системами, затраты на строительство помещения в расчете на одного поросенка, как ожидается, будут ниже за счет продуманной конструкции крыши, проекта помещения и неглубоких навозных каналов. Более низкие уровни загрязняющих веществ в воздухе помещения и более низкий уровень вентиляции приведут к уменьшению инвестиций и снижению эксплуатационных затрат по сравнению с обычными системами.

Перспективы внедрения. Система предлагает преимущества в уровне жизни животных и условиях труда за счет улучшенного качества воздуха и климата в помещении. Животные получают значительно больше места, чем требуется. Улучшение в уровне жизни животных в сочетании с улучшением климата в помещении, как ожидается, приведет к повышению производительности. Кроме того, персонал будет меньше страдать от респираторных заболеваний, вызванных, например, аммиаком.

Сокращение общего объема выбросов почти до нуля предоставляет возможность располагать больше животноводческих помещений вблизи жилых районов и природных заповедников.

Уровень смертности поросят, как ожидается, снизится, особенно при наличии просторных станков для опороса и наличия теплых ковриков в логове для поросят.

Как ожидается, при наличии вольеров для кормления стресс и агрессия среди супоросных свиноматок сократятся.

6.11 Краски с содержанием фотокаталитического диоксида титана (TiO₂) для нанесения защитного покрытия

Описание технологии. Краска с содержанием фотокаталитического диоксида титана (TiO₂) может использоваться для покрытия стен свинарников с целью уменьшения концентрации аммиака внутри помещений и его выхода во внешнюю среду.

Степень проработки. С помощью фотокаталитического окисления (двуокись титана) (TiO₂) можно разрушать содержание аммиака в воде и в воздухе, что приводит к образованию H₂, H₂O или NO и воды одним из трех основных способов:

- $2 \text{NH}_3 + 1.5 \text{O}_2 = \text{N}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$.
- $2 \text{NH}_3 + 2 \text{O}_2 = \text{N}_2\text{O} + 3 \text{H}_2\text{O}$.
- $2 \text{NH}_3 + 2.5 \text{O}_2 = 2 \text{NO} + 3 \text{H}_2\text{O}$.

Фотокатализ – это ускоренная фотореакция при наличии катализатора, участвующего в химическом преобразовании субстрата, без прохождения самого преобразования. В сертификате безопасности продукции, доступном от производителей, говорится, что краски не оказывают никакого отрицательного воздействия на здоровье оператора и животного.

Достижимые экологические преимущества. В полевых экспериментах тестировали разницу в концентрации аммиака между помещениями, окрашенными обычной краской, и помещениями, окрашенными краской с содержанием TiO₂. Средняя суточная концентрация аммиака была ниже при обработке краской с TiO₂ на 1,65 мг/м³. Эффективность снижения концентрации аммиака при обработке краской с TiO₂ составляла 30,50%. Замеры ПГ (парниковых газов) также были ниже в помещениях, окрашенных краской с содержанием TiO₂.

Экономические аспекты внедрения Стоимость обработки площади в 150 м² краской с содержанием TiO₂ по 70 г/м² составляет 126 евро. Следовательно, стоимость разрушения одного кг аммиака составляют 3,1 евро.

6.12 Процесс и технологии для полной глубокой переработки сельскохозяйственных отходов в биологические удобрения и энергию

Описание технологии. Применение современных физических, физико-химических и микробиологических процессов и технологий для полной глубокой переработки сельскохозяйственных отходов в биологические удобрения и энергию, а также сочетание различных технологий позволяют сельхозпредприятиям, радикально решив экологическую проблему, полностью обеспечить свои потребности в удобрениях и энергии, повысить плодородие почв и свою конкурентоспособность (рисунок 6.12).

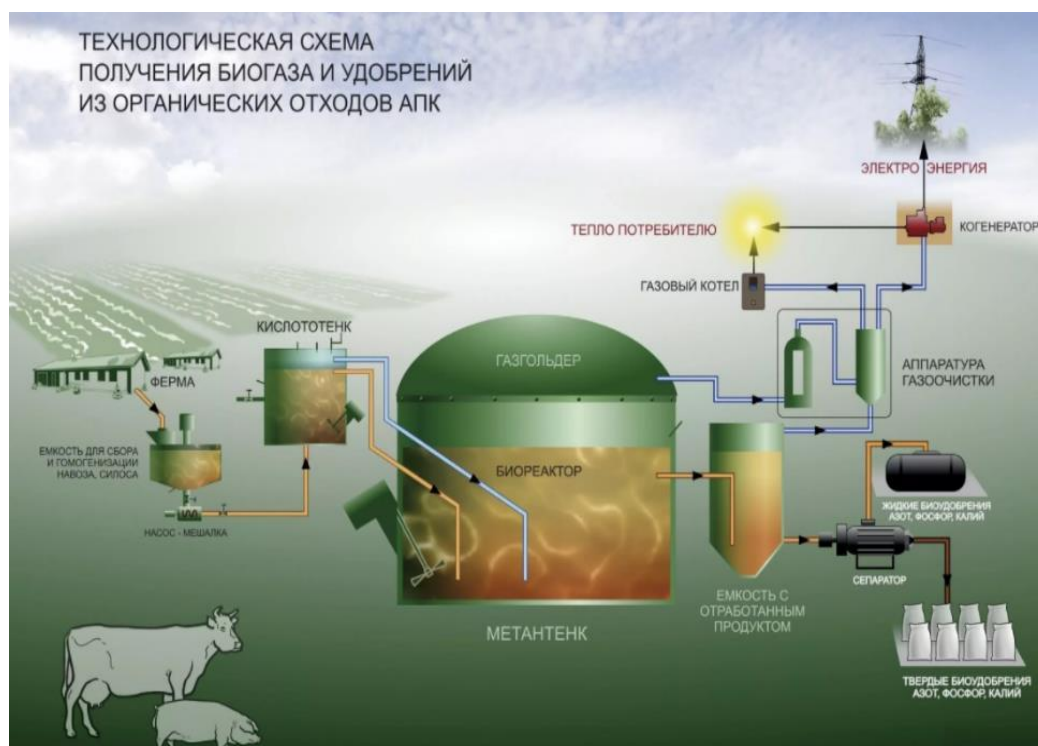


Рисунок 6.12 – Технологическая схема получения биогаза и удобрений из органических отходов АПК

В процессе биологической, термофильной, метангенерирующей обработки органических отходов образуются экологически чистые, жидкие, высокоэффективные органические удобрения. Эти удобрения содержат минерализованный азот в виде солей аммония (наиболее легко усвояемая форма азота), минерализованные фосфор, калий и другие необходимые для растения биогенные макро- и микроэлементы, биологически активные вещества, витамины, аминокислоты, гуминоподобные соединения, структурирующие почву [11].

Получаемый биогаз плотностью $1,2 \text{ кг/м}^3$ (0,93 плотности воздуха) имеет следующий состав (%): метан – 65, углекислый газ – 34, сопутствующие газы – до 1 (в том числе сероводород – до 0,1). Содержание метана может меняться в зависимости от состава субстрата и технологии в пределах 55–75%. Содержание воды в биогазе при 40°C 50 г/м^3 ; при охлаждении биогаза она конденсируется. Энергоемкость получаемого газа – 23 МДж/ м^3 , или 5500 ккал/ м^3 . Энергия, запасенная в первичной и вторичной биомассе, может конвертироваться в технически удобные виды топлива или энергии несколькими путями.

Степень проработки. Наиболее отвечающим экологическим, техническим и экономическим требованиям являются способы анаэробного сбраживания. При этом получают жидкие биоудобрения и биогаз, из которого генерируется электрическая и тепловая энергия. Навоз гомогенизируется и подвергается анаэробному сбраживанию. Биогаз сжигается в газопоршневой установке с получением электрической и тепловой энергии. Сброженный шлам разделяется на твердую и жидкую фракции. Жидкая фракция используется как жидкое биоудобрения. Твердая фракция представляет собой после просушивания твердые удобрения (рисунок 6.13).

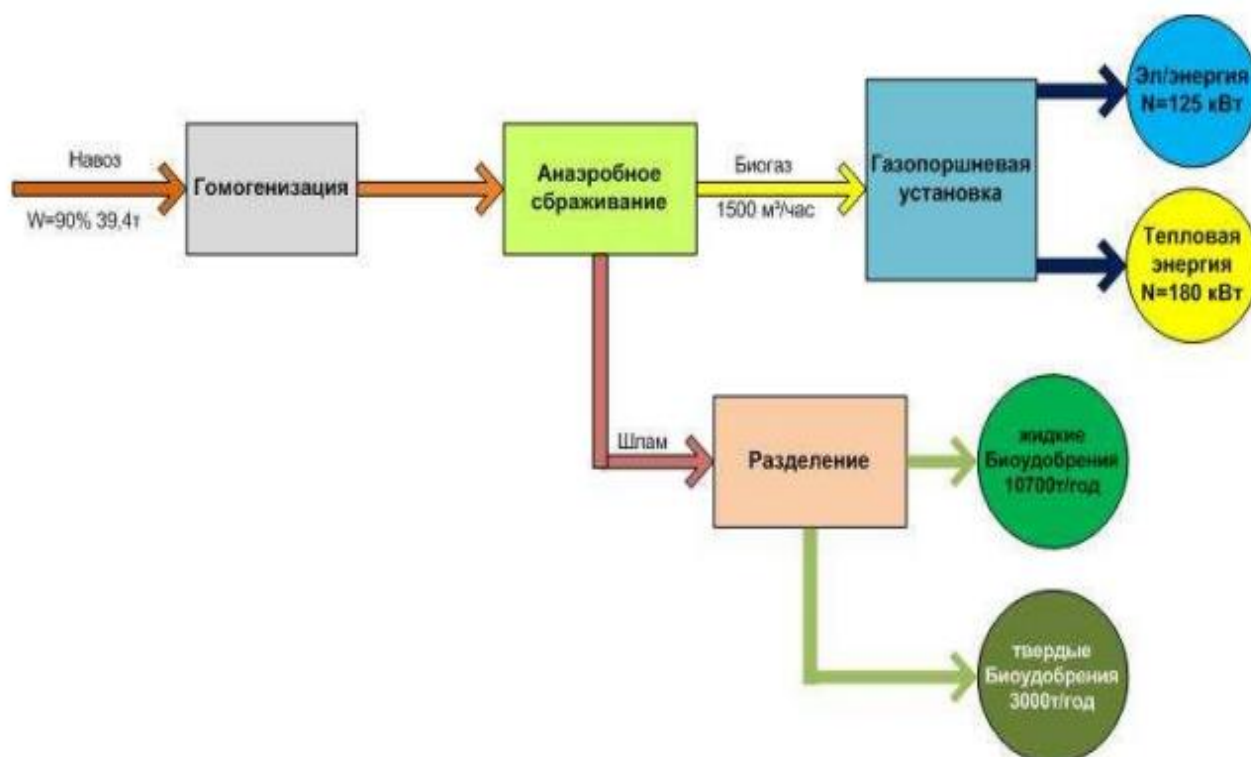


Рисунок 6.13 – Блок-схема производства

Переработка методом термохимической газификации с получением электрической и тепловой энергии из твердых фракций

В навозе, помете, растительных остатках, отходах деревообработки, кроме химических веществ, заключено большое количество солнечной энергии, перешедшей в растения при фотосинтезе. Поэтому это сырье нужно рассматривать как возобновляемые источники энергии. Одним из наиболее эффективных способов получения энергии из такого сырья мы считаем термохимическую газификацию.

Газификация характеризуется повышенным энергетическим потенциалом. Она представляет собой процесс высокотемпературного превращения биомассы в газ, называемый генераторным, или синтетическим, и золу в специальных реакторах (газогенераторах) с ограниченным доступом воздуха (рисунок 6.14).

Экономические аспекты внедрения. По данным ОАО «Башгипроагропром», капитальные затраты составляют 36 700 тыс. руб. Экономия на минеральных удобрениях – 2500 тыс. руб./1000 га. Прибавка урожайности в пересчете на пшеницу – 2000 тыс. руб./1000 га. Из 1 т растительного сырья получают около 2500 м³ газа с теплотой сгорания до 2200 Ккал/м³. В зоне газификации развивается температура до 1500 °С. В сочетании с мгновенной закалкой синтезгаза это обеспечивает отсутствие в нем каких-либо токсичных примесей.

Достижимые экологические преимущества. Из 1 м³ биогаза можно получить 2 кВтч электрической энергии и 3 кВтч тепловой энергии, сжигая его в газопоршневой установке. В основе этой технологии лежит микробиологическая деструкция органической части навоза/поема в анаэробных условиях с последующим биосинтезом метана.



Рисунок 6.14 – Комплекс газификации

По сравнению с анаэробным сбраживанием (получение биогаза) термохимическая газификация генерирует из единицы сырья больше потенциальной энергии. Так, из 1 т нативного свиного навоза или навоза КРС при термохимической газификации можно получить 440 кВтч потенциальной энергии, тогда как при анаэробном сбраживании с получением биогаза 250 кВтч.

Газификация является более эффективным и чистым процессом, чем обычное сжигание. Произведенный в газогенераторе газ используется как обычное котельное топливо взамен природного газа и/или как моторное топливо для газопоршневых установок, где сжигается с получением электрической и тепловой энергии до безопасных для окружающей среды газов: CO_2 , N_2 , водяного пара. Он может быть также использован в качестве сырья для получения дизельного топлива. В газогенераторе можно использовать отходы дерева, кору, низкокалорийные растительные отходы, навоз, помет, содержащие высокий процент влаги (до 40%).

Высокая энергопроизводительность газогенератора позволяет получить из одного кг древесных отходов, несмотря на их более низкую энергетическую ценность, столько же энергии, как и при сжигании одного кг высокосортного каменного угля в классическом котле. Попутно при газификации навоза/помета образуется зола, являющаяся ценным комплексным минеральным удобрением.

6.13 Экологически безопасная и безотходная переработка (утилизация) побочных продуктов (отходов) животноводства

Описание технологий. Экологически безопасная и безотходная переработка (утилизация) побочных продуктов (отходов) животноводства предполагает отдельную переработку (обработку) твердой и жидкой фракций помета и навоза. При этом в отношении твердой фракции необходимо применять **закрытое компостирование** с получением зрелого компоста, а жидкую фракцию обрабатывать в **локальных очистных сооружениях (ЛОС)** до уровня «рыбхоз» с передачей образующихся в процессе обработки твердых отходов (ил, минеральный осадок) на компостирование. Пример такой схемы утилизации приведен на рисунке 6.15.

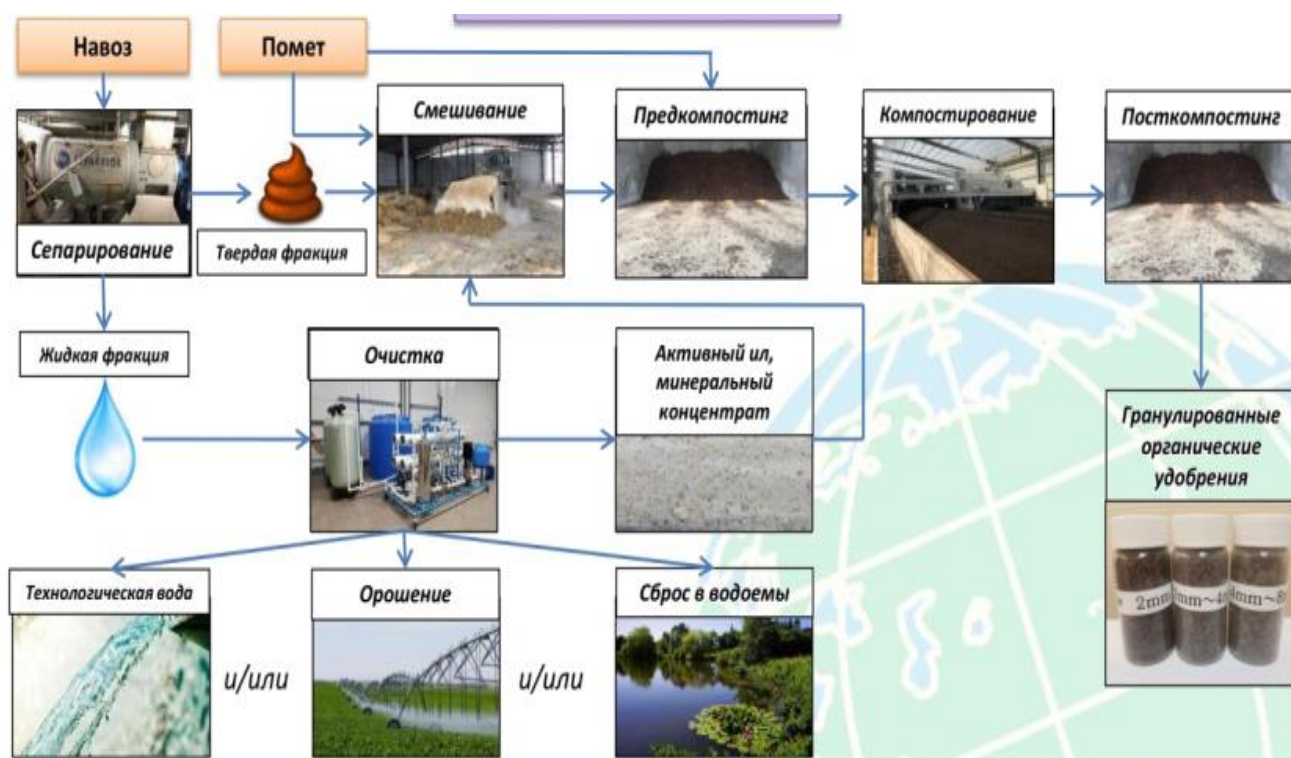


Рисунок 6.15 – Схема безопасной и безотходной переработки (утилизации) побочных продуктов (отходов) животноводства

Закрытое компостирование. Наилучшими доступными технологиями (НДТ) переработки (утилизации) побочных продуктов (отходов) животноводства с получением компоста по аналогии с НДТ 14.3 «Наилучшие доступные технологии утилизации твердых коммунальных отходов (раздельно собранной органической биоразлагаемой фракции или отсева сортировки) с получением компоста» ИТС 15-2021 являются технологии, при которых:

- обеспечивается автоматизированный контроль аэрации компостируемой массы отходов, позволяющий снизить образование метана и аммиака;
- обеспечивается достижение в компостируемой массе температуры на уровне 60–70 °С;
- выделение метана за полный цикл компостирования составляет не более 0,3 кг на тонну массы органического вещества, входящего в состав компостируемых отходов;

ИТС 41–2023

- выделение аммиака за полный цикл компостирования составляет не более 0,1 кг на тонну массы органического вещества, входящего в состав компостируемых отходов;

- исключается сброс сточных вод в водные объекты.

Преимущества технологий:

- контролируемый процесс аэрации компостируемой массы, препятствующий анаэробным процессам;

- минимизация выбросов в атмосферный воздух метана, аммиака и других продуктов разложения органических веществ, продуцируемых в анаэробных условиях;

- отсутствие запаха.

Примером НДТ является технология ускоренного компостирования органического сырья в закрытом помещении с искусственным микроклиматом, принудительной аэрацией и грануляцией (ТУКОС).

Технология предназначена для переработки (компостирования) твердых побочных продуктов (отходов) животноводств, в т. ч. с влагопоглощающими материалами или без них, в здании (цеховое компостирование), оборудованном бетонными траншеями, принудительной приточно-вытяжной вентиляцией и системой контролируемой автоматизированной аэрации компостируемой массы.

Указанная технология ускоренного компостирования органического сырья характеризуется тем, что содержит следующие этапы: предварительное компостирование, основное компостирование, дозревание гранул. На этапе предварительного компостирования осуществляется закладка органического сырья (ОС) влажностью 63–67% в секции для начала компостирования с обеспечением его аэрации подачей воздуха с донных частей секции в течение шести суток до достижения влажности ОС 58–62%, на седьмые сутки ОС переносится на этап основного компостирования в зоны загрузки траншей, где при помощи компостера-гранулятора, расположенного на самоходной раме на электрической тяге, осуществляются перемешивание ОС, гранулирование и постепенное его перемещение в зону выгрузки. Особенность процесса ускоренного компостирования заключается в переработке ОС в бетонной траншее шириной 4–6 м длиной до 150 м и высотой бурта до 1,5 м. Через 30–40 дней основного компостирования материал необходимо ежедневно выгружать из бетонной траншеи. Далее ОС транспортируется в секцию дозревания гранул, где в пределах 12 суток они также подвергаются аэрации. В результате перерабатываемое ОС становится зрелым компостом – стабильным, полностью ферментированным гранулированным органическим удобрением (конечным продуктом).

Процесс компостирования осуществляется за счет активности аэробных бактерий. Для этого используется система аэрации, обеспечивающая дополнительную подачу воздуха.

Во время процесса ускоренного компостирования температура внутри помета поднимается до 60–70 °С. Тепло, вырабатываемое микроорганизмами в помете, способствует его обезвреживанию и обеззараживанию.

Получаемый конечный продукт экологически безопасен и может использоваться для любого вида сельскохозяйственных культур или растений.

Для механизации процесса используется специальное оборудование для аэробной ферментации (компостирования) и гранулирования побочных продуктов

(отходов) животноводства. Схемы оборудования представлены на рисунках 6.16 и 6.17.

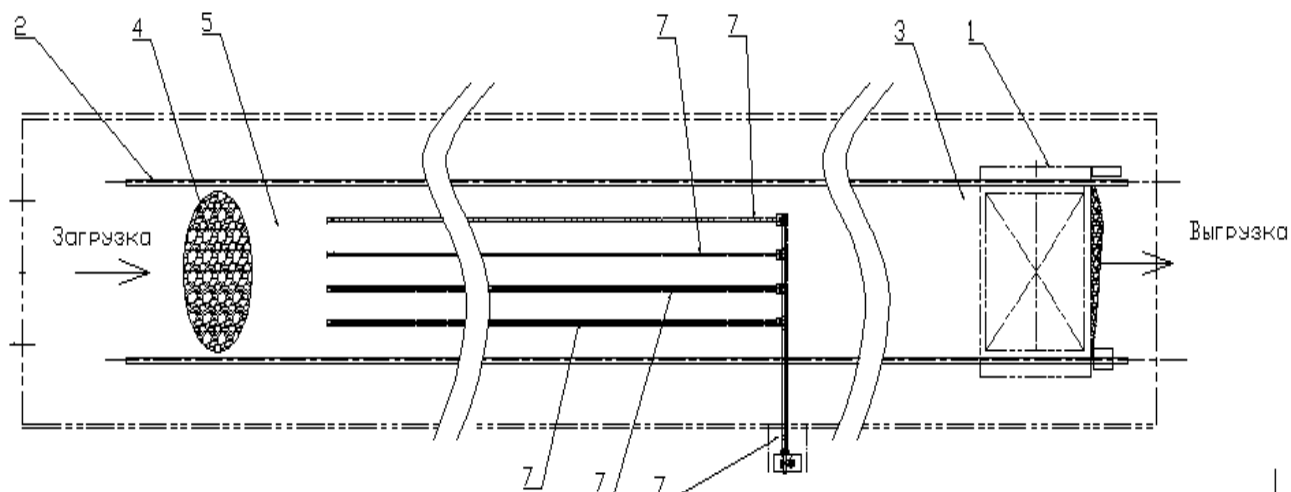


Рисунок 6.16 – Схематическая структура компостера-гранулятора, вид сверху

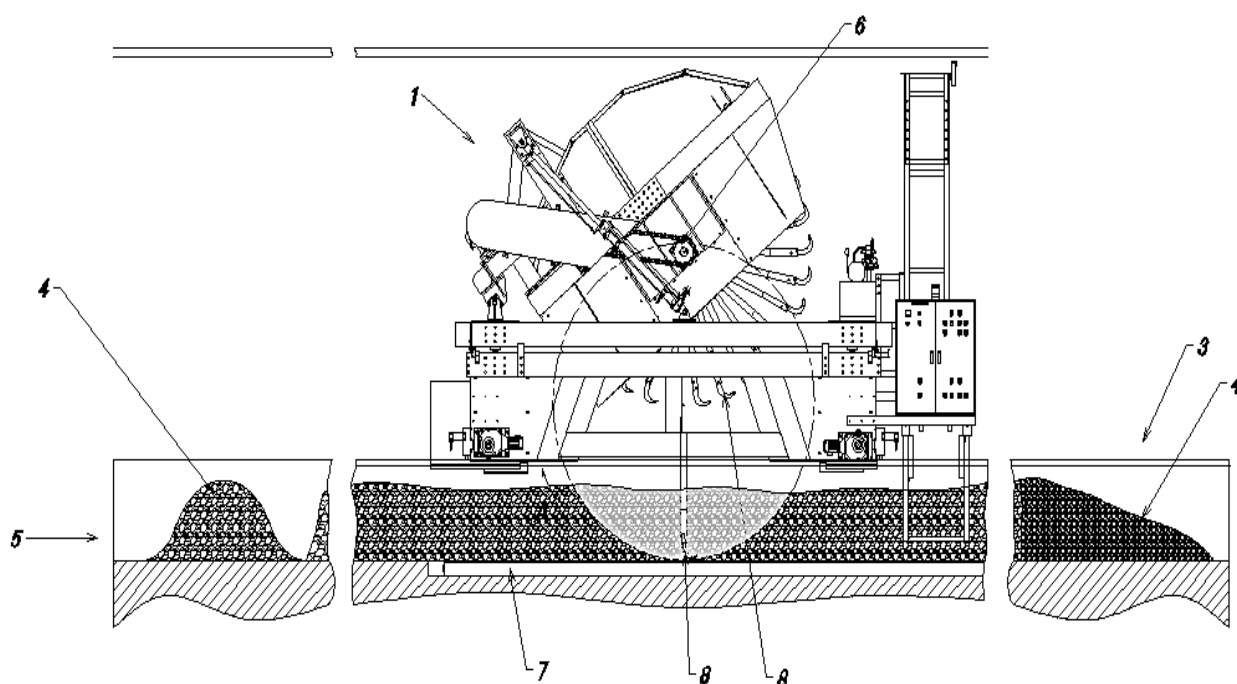


Рисунок 6.17 – Схематическая структура компостера-гранулятора, вид сбоку

В исходном состоянии компостер-гранулятор (1) стоит в конце бетонной траншеи (2) в зоне выгрузки продукта (3). В это время необходимое количество побочных продуктов (отходов) животноводства (4) загружается с помощью погрузчика или другими типами подобной техники в начале (5) бетонной траншеи в зоне загрузки. Затем компостер-гранулятор (30) перемещается в зону загрузки (5) бетонной траншеи (2) при вращении перемешивающего ротора (6), находящегося в опущенном положении.

Побочные продукты (отходы) животноводства (4) перемешиваются (ворошатся) с помощью ротора (6) и перемещается на заданное расстояние (около трех м) в сторону зоны выгрузки (3). Компостер-гранулятор, переместившийся в зону загрузки (5) бетонной траншеи, останавливает вращение перемешивающего ротора (6) и поднимает его. В этом положении он перемещается обратно к зоне выгрузки (3) бетонной траншеи.

В освободившееся в результате перемещения побочных продуктов (отходов) животноводства место в зоне загрузки (5) производится закладка следующей партии побочных продуктов (отходов) животноводства (4). Побочные продукты (отходы) животноводства снова начинают перемешиваться компостером-гранулятором (1). При регулярном повторении вышеописанной операции и постепенном перемещении в направлении зоны выгрузки (3) бетонной траншеи (2) загружаемых в переднюю часть бетонной траншеи (5) побочных продуктов (отходов) животноводства в течение 30–40 дней происходит процесс аэробной ферментации (компостирования) и окатывания гранул (гранулирования).

Для проведения гарантированного компостирования (аэробной ферментации, биodeградации, биоконверсии) побочных продуктов (отходов) животноводства, помимо измельчения, перемешивания (ворошения) с помощью компостера-гранулятора (11), описанного выше, системой аэрации (7) в заданном режиме подается воздух, что обеспечивает также и ускорение процесса аэробной ферментации побочных продуктов (отходов) животноводства. При вращении ротора (6) ножами (8) с донной части бетонной траншеи (2) побочные продукты (отходы) животноводства поднимаются в верхнюю часть перемешивающего ротора (6), а затем за счет вращения перемещаются к зоне выгрузки (3) и естественным образом падают. В процессе измельчения, ворошения, перемещения и преобразования побочных продуктов (отходов) животноводства происходит слипание их мелких частиц и возникновение мелких комков (гранул) средним размером от 1 до 12 мм.

Локальные очистные сооружения (ЛОС). Принципиальная технологическая схема блоков механической, физико-химической, биологической очистки и блока обезвоживания ЛОС приведена на рисунке 6.18.

Основные преимущества предлагаемой технологии очистки сточных вод, в т. ч. жидкой фракции навоза:

- схема очистки учитывает российские нормы водоотведения, а также систему обеззараживания стоков.

- возможность поэтапного ввода ЛОС в эксплуатацию позволяет эффективно работать очистным сооружениям при поочередном запуске основного производства (на 50% мощности);

- низкие эксплуатационные расходы;

- применение уникальной системы обезвоживания позволяет достичь содержания сухого вещества в обезвоженном шламе на уровне 25–30%, что существенно выше, чем у всех прочих устройств (центрифуги, фильтр-прессы, декантеры и т.п.); кроме того, данные устройства не требуют обслуживания и характеризуются в 6–8 раз более низким энергопотреблением;

- наличие резервного гидравлического оборудования в составе поставляемого комплекса ЛОС (насосы, насосы-дозаторы, воздуходувки и т.д.) позволяет не останавливать очистные сооружения для замены агрегатов; сервисная служба, способная оперативно устранить мелкие неисправности и поломки, находится в России.

Степень проработки. Данная технология находится в РФ на стадии научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и может быть освоена как на новых, так и на действующих модернизируемых предприятиях по интенсивному разведению свиней.

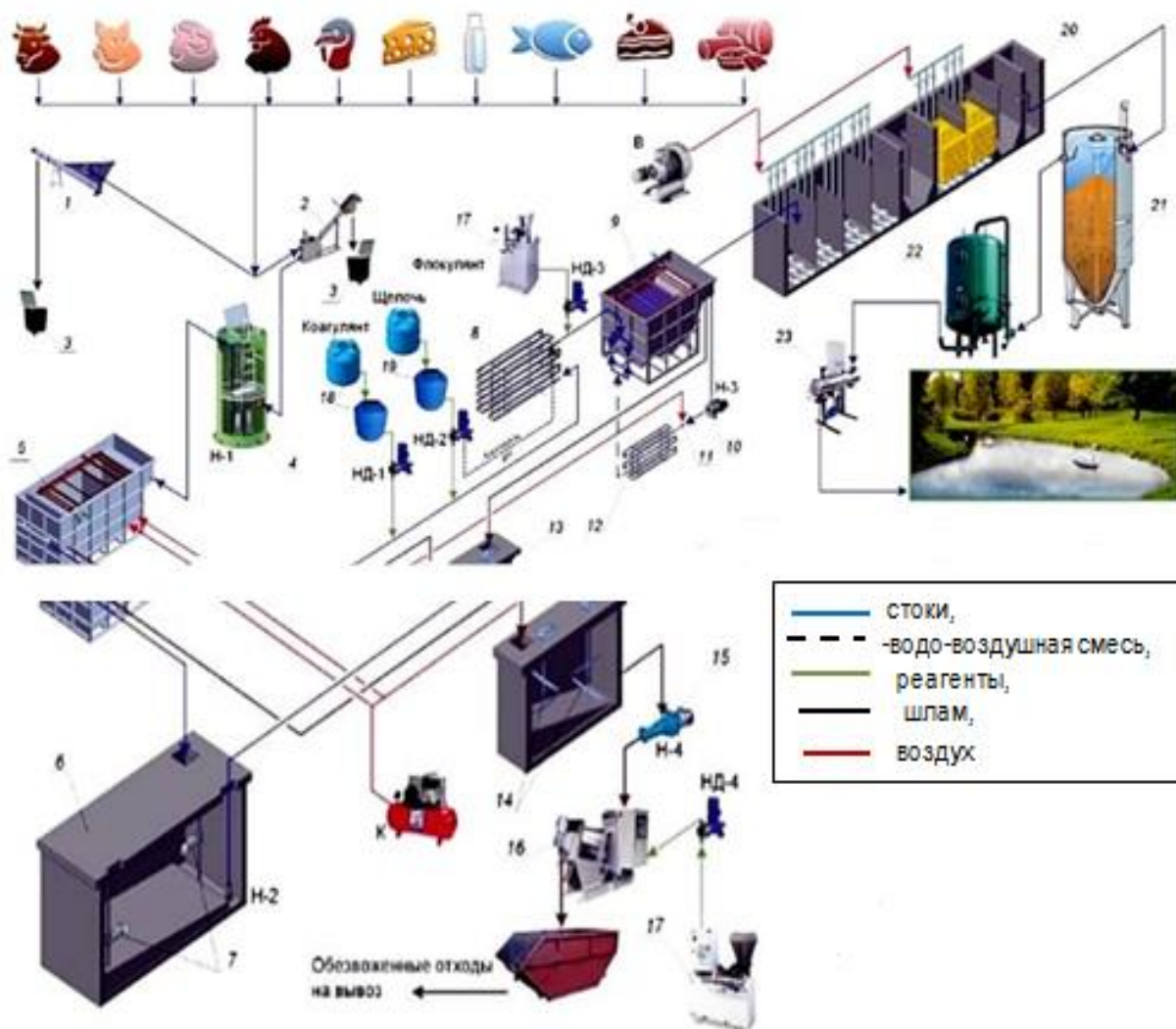


Рисунок 6.18 – Схема локальных очистных сооружений:

1 – песколовка; 2 – шнековая решетка; 3 – контейнер для грубых отходов; 4 – приёмный резервуар с погружными насосами Р-1; 5 – жируловитель аэрируемый; 6 – усреднитель с погружными насосами Р-2; 7 – перемешивающие устройства усреднителя; 8 – смеситель; 9 – флотатор напорно-реагентный; 10 – насос водо-воздушной смеси Р-3; 11 – диспергатор водовоздушный; 12 – сатуратор; 13 – шламособорник; 14 – перемешивающее устройство шламособорника; 15 – шнековый насос подачи шлама Р-4; 16 – обезвоживатель отходов (дегидратор); 17 – автоматическая станция приготовления и дозирования флокулянта; 18 – растворная и расходная емкость коагулянта; 19 – растворная и расходная емкость щелочи; 20 – блок биологической очистки; 21 – фильтр песчаный самопромывной; 22 – фильтр сорбционный; 23 – блок УФ-обеззараживания; НД-1, НД-3, НД-4 – насосы-дозаторы; К – компрессор, В – воздуходувка

Достигаемые экологические преимущества. Новейшая технология физико-химической очистки, использование энергосберегающей биологической очистки, системы обезвоживания отходов позволяет получить очищенные воды.

Экономические аспекты внедрения. Использование прямоугольных секционированных биологических реакторов в едином прямоугольном блоке существенно упрощает и удешевляет строительные работы, а также сокращает занимаемую площадь, по сравнению с круглыми резервуарами.

Заключительные положения и рекомендации

Организация работы над справочником НДТ

Настоящий справочник НДТ разработан технической рабочей группой «Интенсивное разведение свиней» (ТРГ 41), состав которой утвержден приказом Минпромторга России от 17 февраля 2023 года № 533 «О создании технической рабочей группы «Интенсивное разведение свиней»» и актуализирован приказом Минпромторга России от 20 ноября 2023 года № 4417 «О внесении изменений в приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 17 февраля 2023 года № 533» [10].

Наиболее активное участие в работе ТРГ 41 по сбору, обработке, анализу и систематизации информации, а также в написании текста справочника НДТ и его обсуждении приняли специалисты следующих организаций: ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева» (ответственный разработчик), ФГБОУ ВО «Донской ГАУ», Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал ФГБНУ «Федерального научного агроинженерного центра ВИМ», ООО «АГРОЭКО-ЮГ», АО «СИБАГРО», ООО «АИК», , ООО «Тамбовский бекон», научно-исследовательского центра экологической безопасности РАН - обособленного структурного подразделения ФГБУН «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр РАН», ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агроботехнологий Российской академии наук», ООО «АПК АГРОЭКО», ФГБОУ ВО «Алтайский ГАУ», ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ», ООО «АГРОЭКО-Менеджмент», ФГБОУ ВО «Пензенский ГАУ», ООО «Биг Дачмен», ФГБОУ ВО «Вятский ГАТУ», ФГБОУ ВО «Чувашский ГАУ», ФГБОУ ВО «Омский ГАУ», АО «Агрофирма «Дороничи», ООО «ИДАВАНГ Агро», ООО «Гринко», ФГБНУ «Росинформагротех», Национального союза свиноводов, ФГБОУ ВО «Красноярский ГАУ», ООО «АГРОЭКО-ВОСТОК», ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», ФГБНУ «Верхневолжский федеральный аграрный научный центр», ООО «АРСИ», ООО «СКИК Новомалыклинский», ООО «АПХ Мираторг», ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», ООО «АГРОЭКО-ВОРОНЕЖ», ООО «Брянская мясная компания», ФГБУН ФИЦ «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук», ПАО «Группа Черкизово», ООО «ВСГЦ», ФГБУ «ФЦАО», ООО «АПК АГРОЭКО», ФГАУ «НИИ «Центр экологической промышленной политики», ассоциации «Росспецмаш», ООО «ОКС Групп», ООО «МЗ «Поток», ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский институт ИТМО», ООО «Коралл», Национальной мясной ассоциации, научно-исследовательский центр геномной селекции НИУ «БелГУ», ООО «Мираторг-Белгород», Союза производителей извести, ФГБОУ ВО «Башкирский ГАУ», ООО «ГК Агро-Белогорье», ФГБОУ ВО «Кузбасская ГСА», ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных», ЗАО «Мордовский бекон».

В ходе подготовки справочника НДТ были проведены заседания ТРГ 41.

Основной обмен информацией, информирование членов ТРГ 41, обсуждение проектов, замечаний и предложений по содержанию справочника НДТ, голосование членов ТРГ 41 было организовано через информационную платформу Бюро НДТ (www.burondt.ru).

Источники информации

При разработке справочника НДТ собран обширный материал (294 анкет отраслевых предприятий) и проведен анализ технических, технологических и управленческих решений, применяемых при интенсивном разведении свиней в условиях Российской Федерации.

В качестве дополнительных источников исходной информации при формировании справочника НДТ использовались:

- официальные статистические сведения, опубликованные в открытых источниках;
- публикации, техническая литература, справочники;
- нормативные правовые и нормативно-технические документы;
- Справочник Европейского союза по наилучшим доступным технологиям «Интенсивное выращивание птицы и свиней» («Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs», 2017) [11];
- заключение об установлении/внедрении наилучших доступных технологий в Европейском союзе согласно Решению по имплементации Комиссии (ЕС) 2017/302 от 15 февраля 2017 года, устанавливающее выводы о наилучших доступных методах (НИМ) в соответствии с Директивой 2010/75/ЕС Европейского парламента и Совета для интенсивного выращивания домашней птицы или свиней («Commission Implementing Decision (EU) 2017/302 of 15 February 2017 establishing best available techniques (BAT) conclusions») [12].

В результате этого анализа представлены информация о состоянии промышленного свиноводства в Российской Федерации, сведения об основных технологиях промышленного свиноводства, раскрыты основные вопросы кормления и поения свиней, обеспечения контроля микроклимата в свиноводческих помещениях, дана характеристика процессов механизации и автоматизации процессов при интенсивном свиноводстве, описаны технологии переработки свиного навоза.

Рекомендации по применению справочника НДТ

С целью совершенствования справочника НДТ в дальнейшем необходимо обратить внимание на следующие вопросы:

- Включение в госзадание по проведению приоритетных фундаментальных и прикладных научных исследований тематик по экологической оценке интенсивного животноводства.
- Особое внимание уделить:
 - теоретическим и экспериментальным исследованиям всех элементов технологий интенсивного свиноводства с целью получения значений удельных выбросов загрязняющих и парниковых газов для обоснования технологических нормативов и данных для инвентаризации вредных выбросов (в том числе данных по выходу питательных веществ с экскрементами в зависимости от уровня продуктивности, системы содержания, кормления животных и др.);
 - исследованиям и построению моделей потоков азота и фосфора на разных этапах производства продукции свиноводства с целью обоснования методов оптимизации эффективности использования питательных веществ и снижения негативного воздействия на окружающую среду.

ИТС 41–2023

- Разработка региональных концепций и программ по обращению с отходами сельскохозяйственного производства, предусматривающих стимулирование предприятий, осуществляющих природоохранную деятельность путем внедрения наилучших доступных технологий;

- Изыскание финансирования создания «пилотных хозяйств» для демонстрации НДТ интенсивного свиноводства в России и получения независимых, достоверных данных о применяемых технологиях.

В целом справочник НДТ отражает применяемые при интенсивном разведении свиней процессы, оборудование, технические и технологические способы и методы, в том числе позволяющие снизить негативное воздействие на окружающую среду, сократить водопотребление, повысить энергоэффективность и ресурсосбережение. В результате анализа технологических процессов, оборудования, технических способов и методов определены конкретные решения, которые являются наилучшими доступными технологиями при промышленном свиноводстве.

Уверенное развитие современного свиноводства обуславливает новые приоритеты, новые возможности и новые требования, такие как уменьшение вредного воздействия на окружающую среду, более эффективное использование ресурсов, обеспечение комфортных условий содержания свиней.

Создание соответствующего отраслевого справочника НДТ позволит оптимизировать деятельность предприятий по разведению свиней в соответствии с Федеральным законом от 10 января 2002 года № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [57] при использовании наилучших доступных технологий.

НДТ позволяют решить задачи энергоэффективности, импортозамещения и повышения конкурентоспособности отрасли свиноводства. Их внедрение отразится не только на улучшении экологического состояния окружающей среды, но и на экономике предприятий, обеспечивая качественно новый подход к сельскохозяйственной деятельности.

Приложение А (обязательное)

Перечень маркерных веществ и технологических показателей отраслевого НДТ ИТС «Интенсивное разведение свиней»

Таблица А. 1 – Перечень маркерных веществ

Маркерные загрязняющие вещества	
Выбросы (для атмосферного воздуха)	Сбросы (для водных объектов)
Аммиак	Аммоний-ион
Сероводород	Нитрат-анион
Азота оксид	Нитрит-анион
Азота диоксид	Фосфаты (по фосфору)
Азота диоксид	Сульфат-анион (сульфаты)
Серы диоксид	БПК _{полн}
Серы диоксид	ХПК
Серы диоксид	Нефтепродукты (нефть)

Таблица А. 2 – Перечень технологических показателей выбросов загрязняющих маркерных веществ при содержании фактического поголовья свиней, в расчете на 1000 гол

Загрязняющие вещества	Ед. изм.	Показатели выбросов
Аммиак	т/тыс. гол./год	5,41
Сероводород	т/тыс. гол./год	0,18
Азота оксид	т/тыс. гол./год	0,18
Азота диоксид	т/тыс. гол./год	1,14
Серы диоксид	т/тыс. гол./год	0,28

Таблица А. 3 – Перечень технологических показателей сбросов для очищенных сточных вод в водные объекты при интенсивном разведении свиней

Наименование ЗВ	Ед. изм.	Величина
Аммоний-ион	мг/дм ³	0,5 (в пересчете на азот 0,4)
Нитрат-анион		40 (9 в пересчете на азот нитратов)
Нитрит-анион		0,08 (0,02 в пересчете на азот нитритов)
Фосфаты (по фосфору)		0,05 (по Р) – олиготрофные 0,15 (по Р) – мезотрофные 0,2 (по Р) – эвтрофные водоемы
Сульфат-анион (сульфаты)		100
БПК _{полн}		3
Нефтепродукты (нефть)		0,05
ХПК	мг ^{O2} /дм ³	30

Приложение Б (обязательное)

Перечень НДТ ИТС «Интенсивное разведение свиней»

Таблица Б. 1 – Перечень НДТ, позволяющих сократить эмиссии в окружающую среду, потребление сырья, воды, энергии и снизить образование отходов

№ п/п	Номер и наименование НДТ	Раздел/пункт справочника
1	НДТ-1 «Система экологического менеджмента»	Раздел 5 / п. 5.3.1
2	НДТ-2 «Управление материальными ресурсами и надлежащая организация производства при разведении свиней»	Раздел 5 / п. 5.3.2
3	НДТ-3 «Управление кормлением»	Раздел 5 / п. 5.3.3
4	НДТ-4 «Управление системой предотвращения загрязнений сточных вод от веществ, выделяемых при хранении и подготовки навоза»	Раздел 5 / п. 5.3.4
5	НДТ-5 «Управление системой водопровода, поения животных, водопользования, удаления, хранения, переработки навоза, образованного при жизнедеятельности свиней»	Раздел 5 / п. 5.3.4
6	НДТ-6 «Управление системой потребления энергетических ресурсов и энергоэффективностью»	Раздел 5 / п. 5.3.5
7	НДТ-7 «Эффективное использование энергии»	Раздел 5 / п. 5.3.6
8	НДТ-8 «Управление снижением выбросов в атмосферу»	Раздел 5 / п. 5.3.7
9	НДТ-9 «Снижение запаха в рамках системы экологического менеджмента»	Раздел 5 / п. 5.3.8
10	НДТ-10 «Выбросы пыли»	Раздел 5 / п. 5.3.9
11	НДТ-11 «Управление уровнем шума»	Раздел 5 / п. 5.3.10
12	НДТ-12 «Контроль ключевых параметров технологического процесса на предприятиях»	Раздел 5 / п. 5.3.11
13	НДТ-13 «Контроль и измерение выбросов в атмосферу»	Раздел 5 / п. 5.3.11
14	НДТ-14 «Контроль и измерение сбросов в воду»	Раздел 5 / п. 5.3.11
15	НДТ-15 «Контроль и оценка распространения дурнопахнущих газов»	Раздел 5 / п. 5.3.11
16	НДТ-16 «Управление системой обращения с отходами»	Раздел 5 / п. 5.3.12

Приложение В (обязательное)

Ресурсная и энергетическая эффективность

1. Краткая характеристика отрасли с точки зрения ресурсо- и энергопотребления

Производство продукции свиноводства является энергоемким. Для обеспечения жизнедеятельности свиней теплом, кормом, воздухом, светом, водой на предприятиях используют: электроэнергию, природный газ, ГСМ, воду и полнорационные комбикорма.

Использование свиноводческими предприятиями систем создания микроклимата, отопления и охлаждения производственных помещений, подготовки кормов к скармливанию, а также раздачи корма, навозоудаления, разделения на фракции, хранения и внесения в почву приводит к значительным расходам ресурсо- и энергопотребления. Детальный анализ уровней потребления приведен в разделе 3. В связи с этим необходимо включение мер по повышению энергоэффективности при производстве продукции свиноводства.

2. Основные энерго- и ресурсоемкие технологические процессы

Технологические процессы производства продукции свиноводства связаны со значительным использованием тепловой и электрической энергии.

Таблица В. 1 – Доля источников энергии и общее среднее потребление энергии для различных типов свиноводческих ферм

Типы свиноводческих предприятий	Электроэнергия	ГСМ	Газ	Общее среднее потребление энергии	
	%	%	%	кВт ч/ производство свиней /год	кВт ч/ свиноматку /год
С законченным производственным циклом	76	21	3	48	983
Доращивание - откорм	86	14	0	25	н.д.
Репродуктор	70	30	0	19 (на 1 пор./отъем.)	403

Источник: BREF (EU), 2015 [11].

Расход энергоресурсов зависит от ряда факторов, влияющих на уровень производства продукции свиноводства. К ним относятся: вид и назначение вырабатываемой продукции, технический уровень оборудования, применяемые технологии, качество сырья, наличие современных систем управления технологическими процессами и т.д.

ИТС 41–2023

Таблица В. 2 – Средний годовой объем потребления электроэнергии для различных типов свиноводческих предприятий по видам источников энергоресурсов

Технологические процессы	Товарные свиноводческие предприятия с племенным репродуктором				Товарные свиноводческие предприятия			
	Электроэнергия		ГСМ		Электроэнергия		ГСМ	
	кВт ч\ год\ 1 ЕЖ	%	кВт ч\ год\ 1 ЕЖ	%	кВт ч\ год\ 1 ЕЖ	%	кВт ч\ год\ 1 ЕЖ	%
Кормление	61.31	27.3	0	0	20.14	11.6	0	0
Вентиляция и отопление	95.08	42.3	0	0	85.12	49.1	70.84	81.2
Кормление	14.32	6.4	0	0	27.87			0
Уборка, хранение и переработка навоза	10.01	4.4	0	0	6.03			
Обработка навоза	10.06	4.5	0	0	6.03	3.05	0	0
Внесение навоза	31.08	13.8	52.75	100	19.39	11.2	15.08	17.3
Освещение	2.85	1.3	6.47	0	0	3.7	0	0
Полное энергопотребление	224.71	100	52.75	100	173.41	100	82.27	100

Источник: BREF (EU), 2015 [11].

3 Уровни потребления основных видов ресурсов и энергии

Уровни потребления энергоресурсов зависят от технологических процессов, физиологического состояния животных, их продуктивности, конструктивных особенностей помещения для содержания свиней, систем создания микроклимата (отопление, вентиляция, охлаждение), систем кормления и поения, а также систем навозоудаления.

Таблица В. 3 – Распределение потребления энергии для каждого физиологического этапа на товарном свиноводческом предприятии с внутренним племенным репродуктором

Показатели	Поросята-отъемыши	Опоросившиеся свиноматки	Свиньи на откорме	Супоросные свиноматки	Другие стадии
Энергопотребление, %	36	22	27	8	7

Источник: BREF (EU), 2015 [11].

На свиноводческих предприятиях основное потребление энергии осуществляется производственным оборудованием для обеспечения жизнедеятельности и нормального физиологического состояния животных в процессе технологического цикла производства продукции свиноводства.

Таблица В. 4 – Доли потребления энергии для каждого технологического процесса на свиноводческом предприятии

Показатели	ед. измерения	Помещение для проведения опороса	Помещение для поросят-отъемышей	Помещение для откорма свиней	Помещение для супоросных маток
Энергозатраты, всего по помещению для содержания свиней	кВт. ч/гол. в год	74,93	57,48	52,77	78,52
в т.ч.: на кормление	кВт. ч/гол. в год	11,78	13,62	13,86	37,62
на уборку	кВт. ч/гол. в год	4,1	3,04	5,87	7,53
на освещение	кВт. ч/гол. в год	21,3	12,65	13,95	11,81
на отопление	кВт. ч/гол. в год	14,25	7,04	8,65	10,62
на вентиляцию	кВт. ч/гол. в год	23,5	21,13	10,44	10,94

Источник: на основе сбора данных предприятий отрасли.

4 Наилучшие доступные технологии, направленные на повышение энергоэффективности и ресурсной эффективности

Перечень наилучших доступных технологий, направленных на повышение энергоэффективности, оптимизацию и сокращение ресурсопотребления, рассмотрен подробно в разделе 5.

Таблица В. 5 – Перечень наилучших доступных технологий, направленных на повышение энергоэффективности, оптимизацию и сокращение ресурсопотребления

№ п/п	Номер и наименование НДТ	Раздел/пункт справочника
1	НДТ-2 «Управление материальными ресурсами и надлежащая организация производства при разведении свиней»	Раздел 5 / п. 5.3.2
2	НДТ-6 «Управление системой потребления энергетических ресурсов и энергоэффективностью»	Раздел 5 / п. 5.3.5
3	НДТ-7 «Эффективное использование энергии»	Раздел 5 / п. 5.3.6

Источник: BREF (EU), 2015 [11].

5 Целевые показатели ресурсной и энергетической эффективности

Влияние затрат ресурсов на эффективность производства свинины во многом зависит от стоимости самих ресурсов. В связи с этим расчет расхода ресурсо- и энергопотребления проводился в расчете на поголовье.

Т а б л и ц а В. 6 —Целевые показатели ресурсной и энергетической эффективности

№ п/п	Наименование	ед. измерения	Расход	
			минимальный	максимальный
1	Расход энергетических ресурсов на 1 голову (по производству в целом)	кВт ч/гол в год	96,36	369,0
2	Затраты природного газа, всего по комплексу на 1 голову	м ³ /гол в год	18,3	74,92
3	Затраты на ГСМ, всего по производственным площадкам на 1 голову	м ³ /гол в год	1,13	59,42

Источник: на основе сбора данных предприятий отрасли.

Расход энергетических ресурсов на производство свинины для различных типоразмеров свиноводческих ферм, типов помещений, видов выполняемых механизированных технологических процессов приведен в разделе 3.

Применение НДТ при производстве свинины позволит сократить расходы энергозатрат в зависимости от климатических условий, мощности свиноводческого предприятия, амортизационного износа зданий и технологического оборудования. Экономический эффект от применения НДТ необходимо рассматривать в каждом конкретном случае. Использование НДТ и методов по сокращению ресурсопотребления подробно рассмотрены в разделах 5, 6.

6 Перспективные технологии, направленные на повышение энергоэффективности и ресурсной эффективности, в том числе – на сокращение потребления природных ресурсов и повышение уровня вовлечения отходов производства и потребления в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья

Перспективные технологии, направленные на повышение энергоэффективности, оптимизацию и сокращение ресурсопотребления, более подробно рассмотрены в разделе 7.

Таблица В. 7 – Перечень перспективных технологий, направленных на повышение энергоэффективности, оптимизацию и сокращение ресурсопотребления

Номер и наименование НДТ	Раздел/пункт справочника
6.1 Система автоматического контроля и управления свинокомплексом	Раздел 6
6.2 Система анализа половой охоты свиноматок	Раздел 6
6.3 Система кормления поросят-сосунов	Раздел 6
6.4 Система жидкого кормления для выращивания поросят-отъемышей	Раздел 6
6.5 Система автоматического кормления свиней	Раздел 6
6.6 Технологии биологической обработки навоза и удаления аммиака	Раздел 6
6.7 Технологии отделение фосфора на основе гипсового осадка	Раздел 6
6.8 Технологии очистка отработанного воздуха под полом при системе размещения с полностью решетчатым полом	Раздел 6
6.9 Технологии очистки потока отработанного воздуха системой вентиляции, расположенной под частично решетчатым полом со скрепером и отделением мочи	Раздел 6
6.10 Технологии размещения свиней в загонах с почти нулевым уровнем выбросов в окружающую среду	Раздел 6
6.11 Краски с содержанием фотокаталитического диоксида титана (TiO ₂) для нанесения защитного покрытия	Раздел 6
6.12 Процесс и технологии для полной глубокой переработки сельскохозяйственных отходов в биологические удобрения и энергию	Раздел 6

Дополнительные виды деятельности, осуществляемые при интенсивном разведении свиней и соответствующие им справочники НДТ, определенные распоряжением Правительства Российской Федерации от 10 июня 2022 г. № 1537-р [14], приведены в таблице 3.

Приложение Г (обязательное)

Индикативные показатели удельных выбросов парниковых газов при интенсивном разведении свиней ИТС НДТ «Интенсивное разведение свиней»

Введение

Согласно последнего опубликованного Национального доклада о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом (далее – кадастра парниковых газов) в 2021 году суммарные выбросы парниковых газов от аграрного сектора Российской Федерации составили 121 285 тыс. тонн CO_2 -экв., что соответствует 48,3 % уровня 1990 года (250 735 тыс. тонн CO_2 -экв.) [77]. В 2021 году наибольшее количество выбросов парниковых газов в сельском хозяйстве приходилось на выбросы закиси азота (60,0%). Выбросы CH_4 составляли 39,2%. Вклад выбросов CO_2 по сектору незначителен и составлял около 1,0%.

К наиболее значимым источникам в аграрном секторе Российской Федерации относятся прямые выбросы закиси азота от сельскохозяйственных почв (55 587,7 тыс. тонн CO_2 -экв.) и выбросы CH_4 при внутренней ферментации домашних животных (41 007,1 тыс. тонн CO_2 -экв.). В течение периода с 1990 г. прямые выбросы закиси азота от сельскохозяйственных земель сократились на 34,9 %, а выбросы метана от процессов внутренней ферментации животных на 62,1%. Снижение выбросов парниковых газов связано с уменьшением поголовья сельскохозяйственных животных в сельском хозяйстве страны, а также сокращением посевных площадей и норм вносимых минеральных удобрений [78], [79].

Животноводство является основным источником метана и закиси азота, где выбросы происходят в результате пищеварительных процессов и операций, связанных с уборкой, хранением и утилизацией навоза. Суммарные выбросы парниковых газов, включая выбросы CH_4 от внутренней ферментации и выбросы метана (CH_4) и закиси азота (N_2O) от систем переработки навоза в 2021 году составили 54568 тыс. тонн CO_2 -экв. или 45% всех выбросов по сельскому хозяйству. В 1990 году на долю животноводства приходилось 137267 тыс. тонн CO_2 -экв. или 54% от секторальных выбросов.

Краткая характеристика отрасли с точки зрения выбросов парниковых газов

Интенсивное разведение свиней приводит к выбросам метана (CH_4) от внутренней ферментации животных, выбросам метана (CH_4) и закиси азота (N_2O) от систем переработки навоза. Основными факторами, влияющими на выбросы CH_4 , являются поголовье животных, структура и характеристики потребляемого корма, его перевариваемость, характеристики получаемого навоза и технология его переработки. Общая информация об отрасли свиноводства представлена в Разделе 1.

Определение выбросов CH_4 от внутренней ферментации свиней

Удельные выбросы метана (CH_4) при внутренней ферментации значительно зависят от количества и структуры потребляемого корма, а также потенциала образования метана (CH_4) в нем [60], [77].

В соответствии с Методикой Руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК для кадастра парниковых газов, 2006 (далее – Руководящие принципы

МГЭИК, 2006) удельный коэффициент выбросов CH_4 при внутренней ферментации свиней определяется по формуле 1 [80]:

$$EF = \left[\frac{GE \cdot \frac{Y_m}{100} \cdot 365}{55,65} \right] \quad (1)$$

где EF – коэффициент выбросов, кг CH_4 / голова * год;

GE – валовая энергия, МДж/сутки;

Y_m – коэффициент преобразования метана, процентная доля валовой энергии в корме, преобразованная в метан;

55,65 – коэффициент представляет собой энергосодержание метана, МДж/ кг CH_4 .

В свою очередь, валовое потребление энергии с кормом определяется согласно национальной методике, используемой при подготовке кадастра парниковых газов по формуле 2:

$$GE = \sum_i (R \cdot (fod_i / totalfod) \cdot FU_i \cdot 18,45) \quad (2)$$

где R – суммарный расход всех видов кормов в расчете на 1 голову скота данной категории в год, кормовые единицы;

fod_i – расход кормов на все поголовье скота данной категории за год в регионе, кормовых единиц;

$totalfod$ – общее потребление кормов всех видов поголовьем скота данной категории за год, кормовых единиц;

FU_i – содержание кормовых единиц в 1 кг сухого вещества корма определенного вида (i), доля;

18,45 – коэффициент преобразования сухого вещества кормов в МДж, МДж/кг сухого вещества (МГЭИК, 2006).

В соответствии с последней версией кадастра парниковых газов за 1990-2021 годы, расчеты потребления валовой энергии с кормом у свиней произведены на основании исходных данных, представленных в таблице Г. 1.

Т а б л и ц а Г. 1 – Расчет значения валовой энергии и коэффициентов перевариваемости для свиней за 2021 год в среднем по Российской Федерации

Параметры	Всех кормов	Концентраты (без комбикормов)	Комби-корма	Грубые корма	Сочные корма	Другие корма
Расход кормов свиньям, тыс. тонн корм. ед.	17775,9	1848,3	15217,7	10,8	437,4	261,7
Соотношение разных видов кормов в годовом рационе свиней, %	100	10,4	85,6	0,1	2,5	1,5
Расход кормовых единиц на 1 голову свиней	678	77,6	568,4	0,5	18,4	13,2
Содержание кормовых единиц в 1 кг сухого вещества		1,16	1,12	0,58	0,86	1,7
Потребление сухого вещества на 1 голову в год, кг	604,3	66,92	507,47	0,78	21,38	7,74
Валовая энергия в 1 кг сухого вещества, МДж		18,45	18,45	18,45	18,45	18,45
Валовая энергия в расчете на 1 голову в год, МДж	11149,3	1234,7	9362,8	14,4	394,5	142,9
Коэффициент перевариваемости, %		75,2	79,43	40,27	48,36	90,84

ИТС 41–2023

По данным Национального доклада о кадастре (электронные таблицы Общего формата данных за 2017-2021 годы), удельный коэффициент выбросов метана (CH₄) при внутренней ферментации у свиней изменился с 1,24 на 1,20 кг CH₄ на голову в год в зависимости от структуры потребляемого корма (таблица Г. 2).

Т а б л и ц а Г. 2 – Коэффициент выбросов метана (CH₄) при внутренней ферментации у свиней и валовые выбросы метана (CH₄) [77]

Годы	Удельный коэффициент, кг CH ₄ /голову в год	Валовые выбросы метана (CH ₄), тысяч тонн	Валовые выбросы метана CO ₂ -экв, тысяч тонн
2021	1,20	31,95	798,75
2020	1,20	30,73	768,25
2019	1,21	29,38	734,50
2018	1,22	28,82	720,50
2017	1,24	28,21	705,25

Валовые выбросы метана (CH₄) при внутренней ферментации у свиней в 2021 году составили 31,95 тыс. тонн CH₄ или 798,75 тыс. тонн CO₂-экв.

Определение выбросов парниковых газов CH₄ от систем переработки навоза

Коэффициент годовых выбросов CH₄ от систем переработки навоза (EF , кг CH₄/животное * год) рассчитывается по формуле 3 согласно Руководящим принципам МГЭИК 2006 [80]:

$$EF = (VS \cdot 365) \cdot \left[B_0 \cdot 0,67 \cdot \sum_{S,K} \frac{MCF_{S,K}}{100} \cdot MS_{S,K} \right] \quad (3)$$

где VS – суточное выделение летучего твердого вещества, кг с.в. / животное x год;

365 – основа для расчета годового производства VS , сутки/год.

B_0 – максимальная метанопroduцирующая способность для свиного навоза, м³CH₄/кг выделенных VS ;

0,67 – коэффициент преобразования м³CH₄ в килограммы CH₄;

$MCF_{(S,k)}$ – коэффициенты преобразования метана для каждой системы S уборки, хранения и использования навоза по климатическому региону k , %;

$MS_{(S,k)}$ – доля свиного навоза, которая обрабатывается с использованием системы S переработки навоза в климатическом регионе k , не имеет размерности.

Суточное выделение твердого вещества в составе навоза определяется по формуле 4:

$$VS = (GE \times (1 - DE\%/100) + UE \times GE) \times [(1 - ASH)/18,45] \quad (4)$$

где DE – коэффициент перевариваемости корма, %;

$UE \times GE$ – энергия, теряемая с мочой (энергия мочи), выраженная в виде доли GE ;

ASH – содержание золы в навозе, рассчитанное в виде доли потребляемого сухого вещества корма;

18,45 – коэффициент преобразования GE в расчет на кг сухого вещества, МДж/кг.

Для дальнейших расчетов были использованы данные последнего опубликованного кадастра парниковых газов за 1990-2021 годы (таблицы общего формата данных за 2017-2021 гг.) [77]:

- значения VS за пятилетний период 2017-2021 годы;
- значения $B_0=0,45$;
- соотношение основных типов систем переработки свиного навоза (MS) согласно таблице Г. 3;
- коэффициенты преобразования метана (MCF) для систем сухого хранения – 2,0%, для жидкого навоза без естественной корки – 17%.

Т а б л и ц а Г. 3 – Данные по соотношению систем переработки свиного навоза

Годы	Жидкое хранение	Сухое хранение
2021	84,0%	16,0%
2020	81,1%	18,9%
2019	81,0%	19,0%
2018	78,9%	21,1%
2018	76,9%	23,1%

Т а б л и ц а Г. 4 – Удельный коэффициент выбросов CH_4 от систем сбора и хранения навоза, и валовые выбросы метана (CH_4)

Годы	Удельный коэффициент, кг CH_4 /голову в год	Валовые выбросы метана (CH_4), тысяч тонн	Валовые выбросы метана CO_2 -экв, тысяч тонн
2021	5,79	153,73	3843,25
2020	5,63	143,82	3595,5
2019	5,69	138,45	3461,25
2018	5,66	133,58	3339,5
2017	5,71	129,55	3238,75

Валовые выбросы метана (CH_4) от систем сбора и хранения свиного навоза в 2021 году составили 153,73 тыс. тонн CH_4 или 3843,25 тыс. тонн CO_2 -экв (таблица Г. 4).

Определение выбросов N_2O от систем переработки навоза

Основными факторами, влияющими на выбросы N_2O от систем переработки навоза, является количество азота в навозе, продолжительность переработки и доля навоза, которая перерабатывается в соответствии с применяемой технологией. Выбросы N_2O включают в себя прямые выбросы и косвенные выбросы.

Прямые выбросы N_2O происходят в ходе комбинированной нитрификации-денитрификации, содержащегося в навозе азота и зависят от содержания азота и углерода в навозе, а также от продолжительности переработки и применяемой технологии переработки.

Косвенные выбросы происходят в результате потерь летучего азота, главным образом, в форме аммиака и NO_x . Часть выделяемого органического азота, которая минерализуется до аммонийного азота в процессе переработки навоза, зависит от длительности переработки

ИТС 41–2023

свиного навоза. Косвенные выбросы рассчитываются отдельно для улетучивания азота и для вымывания азота¹.

В соответствии с Руководящими принципами МГЭИК 2006 при расчетах прямых выбросов N₂O от систем переработки навоза используется формула 5 [80]:

$$N_2O_{D(mm)} = \left[\sum_S (N \cdot N_{ex} \cdot MS_{(S)}) \cdot EF3_{(S)} \right] \cdot \frac{44}{28} \quad (5)$$

где $N_2O_{D(mm)}$ – прямые выбросы N₂O в результате сбора и хранения свиного навоза в регионе, кг N₂O/год;

N – количество голов свиней в регионе;

N_{ex} – среднегодовое выделение азота на одну голову в регионе, кг N/животное × год;

$EF3_{(S)}$ – коэффициент выбросов для прямых выбросов N₂O от системы переработки свиного навоза S в регионе, кг N₂O-N/кг N в системе s ;

s – система сбора и хранения свиного навоза;

44/28 - коэффициент преобразования выбросов из единиц азота (N₂O-N) в выбросы N₂O.

Для расчета косвенных выбросов N₂O от систем переработки навоза (улетучивание) используется формула 6:

$$N_2O_{G(mm)} = \left[\sum_S (N \cdot N_{ex} \cdot MS_{(S)}) \cdot \left(\frac{Frac_{\Gamma A3 Ms}}{100} \right)_S \right] \cdot EF_4 \cdot \frac{44}{28} \quad (6)$$

где $Frac_{\Gamma A3 Ms}$ – процентная доля азота в переработанном свином навозе, которая улетучивается в виде NH₃ и NO_x в данной системе переработки навоза S , %

EF_4 – коэффициент выбросов N₂O в результате осаждения азота из атмосферы на почву и водные поверхности, кг N₂O -N/кг улетучившихся NH₃-N + NO_x-N

Выделение азота с навозом N_{ex} рассчитывается по формуле 7:

$$N_{ex} = GE/18,45 \times \left(\frac{CP}{100} \right) / 6,25 \times (1 - N_{retention}) \quad (7)$$

где CP – содержание сырого протеина в корме, %.

$N_{retention}$ - фракция удерживаемого азота в теле животного, кг

Для расчета косвенных выбросов N₂O от систем переработки навоза (вымывание) $N_2O_{L(mm)}$ используется формула 8:

$$N_2O_{L(mm)} = \left[\sum_S \left((N \cdot N_{ex} \cdot MS_{(S)}) \cdot \left(\frac{Frac_{\text{ВЫМЫВ} Ms}}{100} \right)_S \right) \right] \cdot EF_5 \cdot \frac{44}{28} \quad (8)$$

где $Frac_{\text{ВЫМЫВ} Ms}$ – процентная доля потерь азота перерабатываемого свиного навоза в результате стока и вымывания при твердом и жидком хранении навоза.

EF_5 – коэффициент выбросов N₂O в результате вымывания и стока азота, кг N₂O-N/кг вымываемого азота.

В расчетах прямых и косвенных выбросов N₂O от систем переработки навоза использовалась формула 9:

$$E_i = A_i \cdot EF_i \quad (9)$$

где E_i - выброс в атмосферу i -ого газа;

A_i - данные о деятельности (количественная характеристика деятельности, приводящей к выбросу за определенный период, обычно за год) – поголовье свиней, гол;

EF_i - коэффициент выброса (удельный выброс i -ого парникового газа на единицу деятельности).

В соответствии с данными, отраженными в распоряжении Минприроды России от 16 апреля 2015 года № 15-р «Об утверждении методических рекомендаций по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской

¹ В настоящее время отсутствуют согласованные данные по количеству вымываемого азота из навоза в ходе его хранения и переработки. В соответствии с Руководящими принципами МГЭИК, 2006 данное значение считается незначительным.

Федерации» [81], коэффициент прямых выбросов N₂O от систем сбора и хранения свиного навоза составляет 0,17 кг N₂O на голову в год, коэффициент косвенных выбросов N₂O от систем сбора и хранения свиного навоза составляет 0,16 кг N₂O на голову в год (таблица 3.1 Методических рекомендаций). На основании этих значений были рассчитаны валовые выбросы N₂O от систем сбора и хранения свиного навоза (таблица Г. 5).

Т а б л и ц а Г. 5 – Валовые выбросы N₂O от систем сбора и хранения свиного навоза

Годы	Валовые выбросы N ₂ O, тысяч тонн	Валовые выбросы N ₂ O CO ₂ -экв, тысяч тонн
2021	8,76	2610,48
2020	8,44	2515,12
2019	8,03	2392,94
2018	7,79	2321,42
2017	7,49	2232,02

Валовые выбросы N₂O от систем сбора и хранения свиного навоза в 2021 году составили 8,76 тыс. тонн N₂O или 2610,48 тыс. тонн CO₂-экв.

Представленные значения выбросов получены на основании усредненных значений в соответствии с распоряжением Минприроды России от 16 апреля 2015 года № 15-р «Об утверждении методических рекомендаций по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации» [81].

Для определения значений выбросов парниковых газов, учитывающих специфику конкретных предприятий, использования различных сочетаний технологий и технических средств, необходимо, чтобы свиноводческие комплексы вели учет в том числе нижеперечисленных показателей, а также в полном объеме предоставляли соответствующие сведения при проведении этапа сбора и обработки данных в рамках актуализации справочника:

1. «Средняя масса животного», «Продолжительность содержания» по каждому этапу производства, «Начальный вес» по каждому этапу содержания, «Конечный вес» по каждому этапу содержания».

2. «Применяемая технология содержания», «Ритм производства», «Размер группы», «Коэффициент сохранности поголовья», «Конверсия корма».

3. Данные по кормам:

- валовая энергия кормов, МДж в сутки на 1 животное;
- потребление сухого вещества корма, кг сухого вещества в сутки на 1 животное;
- перевариваемость корма, %;
- тип корма (марка корма, сочные корма, грубые корма, концентраты, комбикорма, животные корма...);
- среднегодовое потребление корма на 1 голову, кг/год;
- общее потребление кормов всеми животными за год, кормовых единиц;
- содержание кормовых единиц в 1 кг сухого вещества корма (доля) – для каждого вида корма, применяемого на предприятии,
- масса корма на 1 животное в сутки для каждого вида животных (кг/сутки),
- влажность корма, %,
- зольность корма, %,
- содержание сырого протеина в корме, %,
- содержание общего фосфора в корме, %,
- содержание общего калия в корме, %.

ИТС 41–2023

Важно уточнять в размерности – на абсолютно сухое вещество или настоящую влажность.

4. Характеристики навоза:

- масса в сутки с предприятия, кг,
- влажность, %,
- массовая доля общего азота (с исходной влажностью), %,
- массовая доля органического вещества (на сухое вещество), %,
- содержание золы, %,
- содержание фосфора (с исходной влажностью), %.

5. Применяемая технология переработки навоза, размеры и вместимость специализированных площадок, тип специализированных площадок (закрытые/открытые, с естественной коркой/без естественной корки).

Основные направления снижения выбросов парниковых газов

К основным направлениям снижения выбросов парниковых газов относятся [82]:

- внедрение низко-эмиссионного оборудования (НДТ) для систем содержания животных и организации рециклинга органических отходов;
- внедрение специальных рационов кормления;
- повышение продуктивности;
- внедрение закрытых технических систем переработки навоза;
- внедрение технических средств для внесения органических удобрений с низко-эмиссионными рабочими органами.

Подробное описание технологий и технических средств представлено в разделах «Наилучшие доступные технологии» и «Перспективные технологии».

Приложение Д (обязательное)

Заключения по наилучшим доступным технологиям «Интенсивное разведение свиней»

Краткое описание области применения НДТ

Настоящее заключение НДТ распространяется на объекты, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду и отнесенные к объектам I и II категорий в соответствии с критериями, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 года № 2398 [59], по разведению свиней.

Разведение свиней относится в соответствии с общероссийским классификатором видов экономической деятельности к разделу 01.4 – Животноводство.

Коды по общероссийскому классификатору видов экономической деятельности (ОКВЭД 2) и общероссийскому классификатору продукции по видам экономической деятельности (ОКПД 2), соответствующие области применения настоящего справочника НДТ, приведены в таблице Д. 2.

Вопросы охраны труда рассматриваются частично и только в тех случаях, когда они оказывают непосредственное влияние на виды деятельности, включенные в область применения настоящего справочника НДТ.

Дополнительные виды деятельности, осуществляемые при интенсивном разведении свиней и соответствующие им справочники НДТ, определенные распоряжением Правительства Российской Федерации от 10 июня 2022 года № 1537-р [14], приведены в таблице Д. 1.

Таблица Д. 1 – Дополнительные виды деятельности, осуществляемые при интенсивном разведении свиней, и соответствующие им справочники НДТ

Вид деятельности	Наименование соответствующего справочника НДТ
Очистка выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух	Справочник НДТ ИТС 22-2016 «Очистка выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух при производстве продукции (товаров), а также при проведении работ и оказании услуг на крупных предприятиях»
Утилизация и обезвреживание отходов	Справочник НДТ ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)»
Размещение отходов	Справочник НДТ ИТС 17-2021 «Размещение отходов производства и потребления»
Дубление, крашение, выделка шкур и кожи	Справочник НДТ ИТС 40-2021 «Дубление, крашение, выделка шкур и кожи»
Убой животных на мясокомбинатах	Справочник НДТ ИТС 43-2017 «Убой животных на мясокомбинатах, мясохладобойнях, побочные продукты животноводства»
Производство продуктов питания	Справочник НДТ ИТС 44-2017 «Производство продуктов питания»

ИТС 41–2023

Сфера распространения настоящего Заключения НДТ приведена в таблице Д. 2.

Таблица Д. 2 – Сфера распространения справочника НДТ

ОКПД 2	Наименование продукции по ОК 034—2014 (ОКПД 2)	Наименование вида деятельности по ОКВЭД 2	ОКВЭД 2
01.46.10.100	Свины чистопородные племенные	Разведение свиней	01.46
01.46.10.110	Свины взрослые чистопородные племенные	Производство удобрений животного или растительного происхождения	20.15.8
01.46.10.120	Молодняк чистопородных племенных свиней		
01.46.10.200	Свины основного стада, кроме чистопородных		
01.46.10.210	Свины взрослые основного стада, кроме чистопородных		
01.46.10.220	Молодняк свиней основного стада, кроме чистопородных		
01.46.10.400	Сперма хряков		
01.49.28.200	Побочные продукты животноводства		
01.62.10.110	Услуги по стимулированию разведения, роста и продуктивности животных		
01.62.10.140	Услуги по содержанию и уходу за сельскохозяйственными животными		
01.62.10.150	Услуги по чистке сельскохозяйственных помещений		
01.62.10.170	Услуги, связанные с искусственным осеменением		
01.62.10.190	Услуги, связанные с работами в животноводстве прочие, не включенные в другие группировки		
20.15.80.110	Удобрения животного происхождения		
28.30.34.000	Разбрасыватели органических и минеральных удобрений		
28.30.86.110	Оборудование для сельского хозяйства, не включенное в другие группировки		
36.00.20.120	Услуги по обработке воды для промышленных и прочих нужд		

Настоящие заключения ИТС НДТ разработаны технической рабочей группой «Интенсивное разведение свиней» (ТРГ 41), состав которой утвержден приказом Минпромторга России от 17 февраля 2023 года № 533 «О создании технической рабочей группы «Интенсивное разведение свиней»» и актуализирован приказом Минпромторга России от 20 ноября 2023 года № 4417 «О внесении изменений в приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 17 февраля 2023 года № 533» [10].

Перечень наилучших доступных технологий и маркерных веществ

Таблица Д. 3 – Перечень НДТ, позволяющих сократить эмиссии в окружающую среду, потребление сырья, воды, энергии и снизить образование отходов

№ п/п	Номер и наименование НДТ	Раздел/пункт справочника
1	НДТ-1 «Система экологического менеджмента»	Раздел 5 / п. 5.3.1
2	НДТ-2 «Управление материальными ресурсами и надлежащая организация производства при разведении свиней»	Раздел 5 / п. 5.3.2
3	НДТ-3 «Управление кормлением»	Раздел 5 / п. 5.3.3
4	НДТ-4 «Управление системой предотвращения загрязнений сточных вод от веществ, выделяемых при хранении и подготовки навоза»	Раздел 5 / п. 5.3.4
5	НДТ-5 «Управление системой водопровода, поения животных, водопользования, удаления, хранения, переработки навоза, образованного при жизнедеятельности свиней»	Раздел 5 / п. 5.3.4
6	НДТ-6 «Управление системой потребления энергетических ресурсов и энергоэффективностью»	Раздел 5 / п. 5.3.5
7	НДТ-7 «Эффективное использование энергии»	Раздел 5 / п. 5.3.6
8	НДТ-8 «Управление снижением выбросов в атмосферу»	Раздел 5 / п. 5.3.7
9	НДТ-9 «Снижение запаха в рамках системы экологического менеджмента»	Раздел 5 / п. 5.3.8
10	НДТ-10 «Выбросы пыли»	Раздел 5 / п. 5.3.9
11	НДТ-11 «Управление уровнем шума»	Раздел 5 / п. 5.3.10
12	НДТ-12 «Контроль ключевых параметров технологического процесса на предприятиях»	Раздел 5 / п. 5.3.11
13	НДТ-13 «Контроль и измерение выбросов в атмосферу»	Раздел 5 / п. 5.3.11
14	НДТ-14 «Контроль и измерение сбросов в воду»	Раздел 5 / п. 5.3.11
15	НДТ-15 «Контроль и оценка распространения дурнопахнущих газов»	Раздел 5 / п. 5.3.11
16	НДТ-16 «Управление системой обращения с отходами»	Раздел 5 / п. 5.3.12

ИТС 41–2023

Описание каждой НДТ 1–16 приведено в разделах 4, 5 и в Приложении Б настоящего справочника.

Т а б л и ц а Д. 4 – Краткое описание НДТ с указанием номера и наименования

Наименование раздела	Метод/Оборудование	Применимость
5.1	Содержание хряков-производителей	
	Цех размещения хряков-производителей оснащен индивидуальными станками обеспечивающими каждого хряка площадью 7 м ²	Широко применяется
5.1	Содержание холостых, условно-супоросных, супоросных свиноматок Технология содержания холостых и условно-супоросных и супоросных свиноматок предусматривает, обеспечение животным возможности нормального физиологического состояния и прихода в охоту. Стимулирование охоты, своевременное осеменение и контроль супоросности способствуют постоянному получению продукции (поросят)	Широко применяется
	Цех осеменения оснащен индивидуальными станками с кормушкой и поилкой, дополнительно дозаторы кормов. Размер станка 0,6х2,1 м, полы полностью или частично щелевые	Широко применяется
	Цех содержания супоросных свиноматок предусматривает два типа содержания свиноматок: индивидуальное – для свиноматок второго периода супоросности в станках сходных со станками осеменения; групповое – для свиноматок второго периода супоросности в групповых станках, где предусмотрены индивидуальные кормушки для каждого животного с разделителями для фронта кормления. Площадь на одну голову – 2–2,3 м ² . Высота ограждения (оцинкованная сталь) – 1,1–1,2 м. Покрытие пола – щелевое (не менее 30%), чугун-бетон. Оборудование – кормушка, поилки, дополнительно дозаторы кормов. Оптимально количество животных в одном станке – 6–12 голов	Широко применяется
5.1	Содержание подсосных свиноматок Технология содержания подсосных свиноматок с поросятами предусматривает фиксацию свиноматки, что предотвращает задавливание и травмирование поросят. Дополнительно оборудовано место комфортного пребывания поросят	Широко применяется
	В цехе опороса применяют оборудование, позволяющее максимально снизить риск задавливания или травмирования поросят свиноматкой. Размер станка – 1,8х2,4 м, материал станка для свиноматки – оцинкованная сталь, высота пластиковых ограждений – 50 см, покрытие пола щелевое, пластик для поросят, пластик/чугун для свиноматок. Оборудование: кормушка, поилки, прикормочная кормушка, дополнительно напольный обогрев (электричеством или водой)	Широко применяется

Окончание таблицы Д. 4

Наименование раздела	Метод/Оборудование	Применимость
5.1	Содержание поросят-отъемышей	
	Технология содержания поросят-отъемышей предусматривает групповое кормление и свободное перемещение по станку. Дополнительно оборудовано место комфортного пребывания поросят	Широко применяется
	Цех доращивания оснащен групповыми станками, выполненными из оцинкованной стали, покрытие пола щелевое, пластик (чугун), минимальная площадь щелевого пола – 30% площади станка. Высота пластиковых ограждений – 0,70 м. Оборудование: кормовой автомат с поилками, дополнительно напольный обогрев (электричеством или водой с теплосберегающим ограждением). Оптимальное поголовье – 22–25 голов на один станок. Площадь на одну голову – 0,35–0,4 м ²	Широко применяется
5.1	Содержание ремонтного молодняка	
	Цех для содержания ремонтных свинок оснащен групповыми станками с ограждениями из пластиковых досок, по торцам усиленные оцинкованным профилем, что облегчает очистку и санитарную обработку ограждений и обеспечивает долговечность работы. Высота ограждения – 1 м. Станочное ограждение выполнено с промежутками между пластиковыми досками на высоте от 0,5 до 1,0 м для лучшего вентилирования зоны нахождения свиней. Пол бетонный, щелевой на 30%, оптимальный вариант полностью щелевой	Широко применяется
5.1	Содержание откормочного молодняка	Широко применяется
	Цех откорма оснащен групповыми станками с ограждениями из пластиковых досок, по торцам усиленные оцинкованным профилем, что облегчает очистку и санитарную обработку ограждений и обеспечивает долговечность работы. Высота ограждения – 1 м. Станочное ограждение выполнено с промежутками между пластиковыми досками на высоте от 0,5 до 1,0 м для лучшего вентилирования зоны нахождения свиней. Пол бетонный, щелевой на 30%	Широко применяется
5.1	Содержание свиней на карантине. Технология содержания молодняка на карантине предусматривает групповое содержание животных продолжительностью от одной до шести недель	Широко применяется
	Предусматривает проведение лечебных мероприятий и ветеринарных обработок. Технология содержания молодняка на карантине предусматривает групповое кормление и свободное перемещение по станку	Широко применяется

Источник: на основе сбора данных предприятий отрасли.

Технологии, перечисленные и описанные в данном разделе, не являются предписывающими и исчерпывающими. На практике могут быть использованы другие методы и технологии, которые обеспечивают равноценный уровень охраны окружающей среды или превосходят этот уровень.

Наименование маркерных загрязняющих веществ и соответствующие им значения технологических показателей приведены в таблицах Д. 5–Д. 7.

ИТС 41–2023

Таблица Д. 5 – Перечень маркерных веществ

Маркерные загрязняющие вещества	
Выбросы (для атмосферного воздуха)	Сбросы (для водных объектов)
Аммиак	Аммоний-ион
Сероводород	Нитрат-анион
Азота оксид	Нитрит-анион
Азота диоксид	Фосфаты (по фосфору)
	Сульфат-анион (сульфаты)
Серы диоксид	БПК _{полн}
	ХПК
	Нефтепродукты (нефть)

Таблица Д. 6 – Перечень технологических показателей выбросов загрязняющих маркерных веществ при содержании фактического поголовья свиней, в расчете на 1000 гол

Загрязняющие вещества	Ед. изм.	Показатели выбросов
Аммиак	т/тыс. гол./год	5,41
Сероводород	т/тыс. гол./год	0,18
Азота оксид	т/тыс. гол./год	0,18
Азота диоксид	т/тыс. гол./год	1,14
Серы диоксид	т/тыс. гол./год	0,28

Таблица Д. 7 – Перечень технологических показателей сбросов для очищенных сточных вод в водные объекты при интенсивном разведении свиней

Наименование ЗВ	Ед. изм.	Величина
Аммоний-ион	мг/дм ³	0,5 (в пересчете на азот 0,4)
Нитрат-анион		40 (9 в пересчете на азот нитратов)
Нитрит-анион		0,08 (0,02 в пересчете на азот нитритов)
Фосфаты (по фосфору)		0,05 (по Р) – олиготрофные 0,15 (по Р) – мезотрофные 0,2 (по Р) – эвтрофные водоемы
Сульфат-анион (сульфаты)		100
БПК _{полн}		3
Нефтепродукты (нефть)		0,05
ХПК	мг ^{О2} /дм ³	30

Ресурсная и энергетическая эффективность

Основные показатели ресурсной и энергетической эффективности приведены в таблицах Д. 8–Д. 10.

Таблица Д. 8 – Распределение потребления энергии для каждого физиологического этапа на товарном свиноводческом предприятии с внутренним племенным репродуктором

Показатели	Поросята-отъемыши	Опоросившиеся свиноматки	Свиньи на откорме	Супоросные свиноматки	Другие стадии
Энергопотребление, %	36	22	27	8	7

Источник: BREF (EU), 2015 [11].

Таблица Д. 9 – Доли потребления энергии для каждого технологического процесса на свиноводческом предприятии

Показатели	ед. измерения	Помещение для проведения опороса	Помещение для поросят-отъемышей	Помещение для откорма свиней	Помещение для супоросных маток
Энергозатраты, всего по помещению для содержания свиней	кВт. ч/гол. в год	74,93	57,48	52,77	78,52
в т.ч.: на кормление	кВт. ч/гол. в год	11,78	13,62	13,86	37,62
на уборку	кВт. ч/гол. в год	4,1	3,04	5,87	7,53
на освещение	кВт. ч/гол. в год	21,3	12,65	13,95	11,81
на отопление	кВт. ч/гол. в год	14,25	7,04	8,65	10,62
на вентиляцию	кВт. ч/гол. в год	23,5	21,13	10,44	10,94

Источник: на основе сбора данных предприятий отрасли.

Таблица Д. 10 —Целевые показатели ресурсной и энергетической эффективности

№ п/п	Наименование	ед. измерения	Расход	
			минимальный	максимальный
1	Расход энергетических ресурсов на 1 голову (по производству в целом)	кВт ч/гол в год	96,36	369,0
2	Затраты природного газа, всего по комплексу на 1 голову	м ³ /гол в год	18,3	74,92
3	Затраты на ГСМ, всего по производственным площадкам на 1 голову	м ³ /гол в год	1,13	59,42

Источник: на основе сбора данных предприятий отрасли.

Индикативные показатели удельных выбросов парниковых газов

Валовые выбросы метана (CH₄) при внутренней ферментации у свиней в 2021 году составили 31,95 тыс. тонн CH₄ или 798,75 тыс. тонн CO₂-экв (таблица Д. 11).

Таблица Д. 11 – Коэффициент выбросов метана (CH₄) при внутренней ферментации у свиней и валовые выбросы метана (CH₄)

Годы	Удельный коэффициент, кг CH ₄ /голову в год	Валовые выбросы метана (CH ₄), тысяч тонн	Валовые выбросы метана CO ₂ -экв, тысяч тонн
2021	1,20	31,95	798,75
2020	1,20	30,73	768,25
2019	1,21	29,38	734,50
2018	1,22	28,82	720,50
2017	1,24	28,21	705,25

Валовые выбросы метана (CH₄) от систем сбора и хранения свиного навоза в 2021 году составили 153,73 тыс. тонн CH₄ или 3843,25 тыс. тонн CO₂-экв (таблица Д. 12).

Таблица Д. 12 – Удельный коэффициент выбросов CH₄ от систем сбора и хранения навоза, и валовые выбросы метана (CH₄)

Годы	Удельный коэффициент, кг CH ₄ /голову в год	Валовые выбросы метана (CH ₄), тысяч тонн	Валовые выбросы метана CO ₂ -экв, тысяч тонн
2021	5,79	153,73	3843,25
2020	5,63	143,82	3595,5
2019	5,69	138,45	3461,25
2018	5,66	133,58	3339,5
2017	5,71	129,55	3238,75

Валовые выбросы N₂O от систем сбора и хранения свиного навоза в 2021 году составили 8,76 тыс. тонн N₂O или 2610,48 тыс. тонн CO₂-экв (таблица Д. 13).

Таблица Д. 13 – Валовые выбросы N₂O от систем сбора и хранения свиного навоза

Годы	Валовые выбросы N ₂ O, тысяч тонн	Валовые выбросы N ₂ O CO ₂ -экв, тысяч тонн
2021	8,76	2610,48
2020	8,44	2515,12
2019	8,03	2392,94
2018	7,79	2321,42
2017	7,49	2232,02

К основным направлениям снижения выбросов парниковых газов относятся:

- внедрение низко-эмиссионного оборудования (НДТ) для систем содержания животных и организации рециклинга органических отходов;
- внедрение специальных рационов кормления;
- повышение продуктивности;
- внедрение закрытых технических систем переработки навоза;
- внедрение технических средств для внесения органических удобрений с низко-эмиссионными рабочими органами.

Подробное описание технологий и технических средств представлено в разделах «Наилучшие доступные технологии» и «Перспективные технологии».

Производственно-экологический контроль

Система экологического менеджмента (СЭМ)

НДТ-1. Улучшение общей экологической эффективности предприятий по разведению свиней обеспечивается реализацией и поддержанием системы экологического менеджмента (Environmental management systems-EMS) [11], [12].

НДТ включает следующие мероприятия:

- а) обязательства руководства в области экологической политики, в том числе руководителей предприятий;
- б) определение экологической политики, включая непрерывное улучшение управления в этой сфере;
- в) планирование и внедрение необходимых процедур, целей и задач в сочетании с финансовым планированием и инвестициями;
- г) при внедрении процедур уделяется особое внимание:
 - 1) структуре и ответственности;
 - 2) обучению, осведомленности и компетентности работников;
 - 3) связям и коммуникациям;
 - 4) мотивации работников;
 - 5) системе документооборота;
 - 6) эффективному управлению процессами;
 - 7) программам технического обслуживания;
 - 8) готовности к чрезвычайным ситуациям и реагированию на них;
 - 9) соблюдению природоохранного законодательства;
- д) при проверке работы и принятию корректирующих мер обращается внимание на:
 - 1) мониторинг и измерение показателей процессов;
 - 2) корректирующие и предупреждающие действия;
 - 3) ведение учета;
 - 4) независимый внутренний и внешний аудит (где практикуется), чтобы определить, соответствуют ли системы экологического менеджмента запланированным мероприятиям и прошли ли должным образом внедрение;
 - 5) обзор системы экологического менеджмента и ее постоянную пригодность, адекватность и эффективность со стороны руководителей предприятий;
 - 6) отслеживание разработки экологически чистых технологий;
 - 7) рассмотрение воздействия на окружающую среду от возможного вывода из эксплуатации установки/оборудования на стадии проектирования нового завода и в течение всего срока эксплуатации;
 - 8) регулярное применение отраслевого сопоставительного анализа отдельных показателей.

ИТС 41–2023

Специально для сектора свиноводства, НДТ должны также включать следующие функции в СЭМ:

- реализация плана по управлению шумами.
- реализация плана дезодорации.

Технический анализ применимости включает область (уровень детализации) и характер СЭМ (стандартизированные или не стандартизированные), где они будут связаны с окружающей средой, масштабами и особенностью предприятия, а также возможностью возникновения ряда экологических последствий.

Библиография

1. ГОСТ Р 113.00.03-2019. Наилучшие доступные технологии. Структура информационно-технического справочника: утверждён и введён в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 ноября 2019 г. № 1102-ст: введен впервые: дата введения 2020-02-01. /разработан Федеральным государственным автономным учреждением Научно-исследовательский институт Центр экологической промышленной политики // Библиотека нормативной документации: сайт. - URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/722/72249.pdf> (дата обращения: 09.12.2023).
2. ГОСТ Р 113.00.04-2020. Наилучшие доступные технологии. Формат описания: утверждён и введён в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 4 марта 2020 г. № 110-ст: введен взамен ГОСТ Р 56828.13-2016: дата введения 2020-06-01. /разработан Федеральным государственным автономным учреждением Научно-исследовательский институт Центр экологической промышленной политики. // Библиотека нормативной документации: сайт. - URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293722/4293722725.pdf> (дата обращения: 09.12.2023).
3. ГОСТ Р 56828.15-2016. Наилучшие доступные технологии. Термины и определения: утверждён и введён в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 октября 2016 г. № 1519-ст: действует взамен ПНСТ 22-2014: введен 2017-01-07: переиздан 2019-07. /разработан Федеральным государственным автономным учреждением Научно-исследовательский институт Центр экологической промышленной политики совместно с индивидуальным предпринимателем Боравский Борис Вячеславович // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов: сайт. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200140738> (дата обращения: 09.12.2023).
4. ГОСТ 27774-88 Свиноводство. Термины и определения: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 30.06.88 № 2587 / разработан и внесен Государственным агропромышленным комитетом СССР // введен впервые. – Москва: Издательство стандартов, 1988 // Библиотека нормативной документации: сайт. - URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294826/4294826957.pdf> (дата обращения: 09.12.2023).
5. ГОСТ Р 34103-2017 Удобрения органические. Термины и определения– принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 1 июня 2017 г. No 51) - URL: <http://gost.gtsever.ru/Data/649/64995.pdf> (дата обращения 08.12.2023)
6. О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям : Постановление Правительства Российской Федерации № 1458 от 23.12.2014. – URL: <http://base.garant.ru/70829288/> (дата обращения 08.12. 2023)
7. Об утверждении Методических рекомендаций по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии : Приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 31 марта 2015 г. № 665. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/561106991> (дата обращения: 09.12.2023)
8. Об утверждении Перечня областей применения наилучших доступных технологий: распоряжение Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2014 г. № 2674-р. (с изменениями на 1 ноября 2021 года) // URL: <http://docs.cntd.ru/document/420242884> (дата обращения: 09.12.2023)

9. ГОСТ Р 56828.8-2015 Наилучшие доступные технологии. Методические рекомендации по описанию наилучших доступных технологий в информационно-технологическом справочнике по наилучшим доступным технологиям: введ. 2016-01-09. – М.: Стандартиформ, 2016 // URL: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/61271/> (дата обращения: 09.12.2023)
10. О создании технической рабочей группы «Интенсивное разведение свиней»: Приказ Минпромторга России от 17 февраля 2023 г. № 533 // URL: https://rosinformagrotech.ru/images/ndt/1_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D0%B7_%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0_%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8_%D1%82%D1%80%D0%B3_41_2023_%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0_%D1%84%D0%B0%D0%B9%D0%BB_%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F_1_4eed4.pdf (дата обращения: 09.12.2023)
11. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control) / G. G. Santonja, K. Georgitzikis, B. M. Scalet, P. Montobbio, S. Roudier, L. D. Sancho. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017 – 857 p. // URL: http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/IRPP/JRC107189_IRPP_Bref_2017_published.pdf (дата обращения: 09.12.2023)
12. Commission Implementing Decision (EU) 2017/302 of 15 February 2017 establishing best available techniques (BAT) conclusions [Electronic resource] // URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2017.043.01.0231.01.ENG&toc=OJ:L:2017:043:FULL (дата обращения: 09.12.2023)
13. Об утверждении порядка сбора и обработки данных, необходимых для разработки и актуализации информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям (зарегистрирован 21 февраля 2020 г. № 57577): Приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 18 декабря 2019 г. № 4841 // URL : <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/> (дата обращения: 09.12.2023)
14. Об утверждении поэтапного графика актуализации информационно-технологических справочников наилучших доступных технологий : распоряжением Правительства Российской Федерации от 10 июня 2022 г. № 1537-р // URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202206130008> (дата обращения: 09.12.2023)
15. Менкнасунов, М. П. Анализ мирового потребления свинины / М. П. Менкнасунов, Я. Ю. Степанова // Управление рисками в АПК. – 2019. – № 5. – С. 89–99. – DOI 10.53988/24136573-2019-05-09
16. Ежегодная статистика свиней: интерактивная диаграмма / [Электронный ресурс] // pig333.ru : [сайт]. — URL: <https://www.pig333.ru/pig-production-data/graficos/#5> (дата обращения: 09.12.2023).
17. Где в России самое крупное поголовье свиней? / [Электронный ресурс] // direct.farm : [сайт]. — URL: <https://direct.farm/post/gde-v-rossii-samoye-krupnoye-pogolovye-sviney-2944> (дата обращения: 09.12.2023).
18. Много ли свиней в вашей стране? / [Электронный ресурс] // pig333.ru : [сайт]. — URL: https://www.pig333.ru/articles/много-ли-свиней-в-вашей-стране_4172/ (дата обращения: 09.12.2023).
19. Как Черноземье использует потенциал свиноводческой отрасли / [Электронный ресурс] // РБК+ : [сайт]. — URL: <https://chr.plus.rbc.ru/news/5f3e115d7a8aa95b8d717680> (дата обращения: 09.12.2023)

20. Атлас популяции основных видов сельскохозяйственных животных в Российской Федерации / В.М. Гуленкин, Ф.И. Коренной, Д.С. Баташова, А.К. Караулов. - //Владимир: ФГБУ «ВНИИЗЖ», 2022. – 26 с. - URL: https://fsvps.gov.ru/sites/default/files/files/iac/atlas_pogolove_2021.pdf
21. Броун, Е. Информационно-аналитическое агентство «ИМИТ». Производство свинины в России продолжает увеличиваться, а экспорт не растет / Е. Броун // URL: <https://piginfo.ru/news/rossiyskiy-rynok-svininy-tendentsii-i-prognoz/> (дата обращения: 09.12.2023)
22. Кравченко, В. Нарращивание объемов свинины не прекращается / В. Кравченко. // Животноводство России – 2023. - №6. – С.21-23. // URL: <https://static.zzz.ru/public/article/pdf/zzr-2023-06-007.pdf> (дата обращения: 09.12.2023)
23. Ковалёв, Ю. А. Новая «нормальность» российского свиноводства. Перспективы развития сектора в 2022—2025 годах «Агроинвестор», август 2022 // URL: <https://www.agroinvestor.ru/analytics/article/38614-novaya-normalnost-rossiyskogo-svinovodstva-perspektivy-razvitiya-sektora-v-2022-2025-godakh/> (дата обращения: 09.12.2023)
24. Анализ рынка свинины в России в 2016-2020 гг, прогноз на 2021-2025 гг. / [Электронный ресурс] // businessstat.ru : [сайт]. — URL: https://businessstat.ru/images/demo/pork_russia_demo_businessstat.pdf (дата обращения: 09.12.2023).
25. Рекомендации по определению наилучших доступных технологий для интенсивного животноводства [Текст] / А.Ю. Брюханов, Н.П. Козлова, Э.В. Васильев, Е.В. Шалавина. - СПб.: Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства, 2016. – 86 с.
26. Разработка информационно-технического справочника по наилучшим доступным технологиям «Интенсивное разведение свиней». Подходы к разработке / А. И. Клименко, И. Ю. Свиначев, О. Л. Третьякова [и др.] // Наилучшие доступные технологии. Применение в различных отраслях промышленности: сборник статей 6. – М.: Перо, 2017. – С. 97–105.
27. Oenema O. et al. Integrated assessment of promising measures to decrease nitrogen losses from agriculture in EU-27 //Agriculture, ecosystems & environment. – 2009. – Т. 133. – №. 3-4. – С. 280-288.
28. О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия: Постановление Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 г. № 717 (с изменениями на 13 июня 2023 года) (редакция, действующая с 4 июля 2023 года) // URL: <https://docs.cntd.ru/document/902361843> (дата обращения: 09.12.2023)
29. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Охрана окружающей среды» от 15 апреля 2014 г. № 326 (с изменениями и дополнениями от 14 октября 2023 г.) // СПС «Гарант» // URL: <https://base.garant.ru/70643488/> (дата обращения: 09.12.2023)
30. Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 сентября 2022 г. № 2567-р // URL: <http://government.ru/docs/46497/> (дата обращения: 09.12.2023)
31. Михайлов, Н. В. Свиноводство. Технология производства свинины: учебник для студентов вузов / Н. В. Михайлов, А. И. Бараников, И. Ю. Свиначев. – Ростов – на -Дону : Юг, 2009. – 420 с. – Текст : непосредственный
32. Об утверждении Правил установления санитарно-защитных зон и использования земельных участков, расположенных в границах санитарно-защитных зон:

- Постановление Правительства Российской Федерации от 3 марта 2018 г. № 222 // URL: <https://base.garant.ru/71892700/> (дата обращения: 09.12.2023)
33. О введении в действие новой редакции санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»: Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 25 сентября 2007 г. № 74 // URL: <https://docs.cntd.ru/document/728436105> (дата обращения: 09.12.2023)
 34. Методические рекомендации по технологическому проектированию свиноводческих ферм и комплексов: РД-АПК 1.10.02.04-12; разработ. П. Н. Виноградовым [и др.]. – М.: Росинформагротех, 2012. – 138 с.
 35. Инновационные технологии, процессы и оборудование для интенсивного разведения свиней : монография / В. Ф. Федоренко, Н. П. Мишуров, Т. Н. Кузьмина [и др.]. – М.: Росинформагротех, 2017. – 128 с.
 36. Кузьмина, Т. Н. Технологии и оборудование для свиноводства: справочник / Т. Н. Кузьмина, Н. П. Мишуров. – М.: Росинформагротех, 2013. – 176 с.
 37. Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»: Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 2 (с изменениями на 30 декабря 2022 г.) // URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения: 09.12.2023)
 38. Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий»: Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 3 // URL: <https://docs.cntd.ru/document/573536177> (дата обращения: 09.12.2023)
 39. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2016 г. № 552 г. // URL : <https://base.garant.ru/71586774/> (дата обращения: 09.12.2023)
 40. Технологические процессы и оборудование, применяемые при интенсивном разведении свиней: науч. аналит. обзор / В. Ф. Федоренко [и др.]. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 172 с.
 41. Свинарев, И. Ю. Сравнительная характеристика современных систем вентиляции свиноводческих помещений / И. Ю. Свинарев // Зоотехния. – 2009. – № 1. – С. 24–26.
 42. Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета РД-АПК 1.10.15.02-17*: методические указания / В. Ф. Федоренко, Н. П. Мишуров, В. Г. Селиванов [и др.]. – М.: Росинформагротех, 2017. – 166 с.
 43. Брюханов, А. Ю. Методы проектирования и критерии оценки технологий утилизации навоза, помета, обеспечивающие экологическую безопасность: Дис. ... доктора технических наук / А. Ю. Брюханов. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2017. – 440 с.
 44. О побочных продуктах животноводства и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 14 июля 2022 г. № 248-ФЗ // URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/48123> (дата обращения: 09.12.2023)

45. О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами: Федеральный закон от 19 июля 1997 г. № 109-ФЗ (с изменениями и дополнениями) // СПС «Гарант» // URL: <https://base.garant.ru/11900732/> (дата обращения: 09.12.2023)
46. Об отходах производства и потребления (с изменениями и дополнениями): Федеральный закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ // URL: <https://base.garant.ru/12112084/>
47. Об утверждении требований к обращению побочных продуктов животноводства: Постановление Правительства Российской Федерации от 31 октября 2022 г. № 1940 // URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405503759/> (дата обращения: 09.12.2023)
48. Об утверждении порядка, сроков и формы направления уведомления об отнесении веществ, образуемых при содержании сельскохозяйственных животных, к побочным продуктам животноводства: Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 7 октября 2022 г. № 671 // URL: <https://docs.cntd.ru/document/352076598> (дата обращения: 09.12.2023)
49. Транспортер скребковый ТС-1 // URL: <http://www.glazovmash.ru/product/catalogue99298184> (дата обращения: 09.12.2023)
50. Леонов, М. В. Эффективные технологии подготовки и экологически безопасной почвенной утилизации жидкого навоза / М. В. Леонов, И. В. Щеголева // Экологические проблемы использования органических удобрений в земледелии: материалы Всероссийской науч.-практ. конф. с международным участием (Владимир, 8–10 июля 2015 г.) / ФГБНУ ВНИИОУ. – Владимир: ПресСто, 2015. – С. 344–349.
51. Переработка отходов животноводческих и птицеводческих комплексов и ферм в эффективные биологические удобрения и энергию: рекомендации. – Уфа, 2010. – 19 с. // URL: <http://rostechbio.ru/wp-content/uploads/2016/10/1297237451.pdf> (дата обращения: 09.12.2023)
52. Новиков, М. Н. Система использования бесподстильного полужидкого навоза на удобрение в полевых севооборотах / М. Н. Новиков // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2008. - Т. 18. – № 4. – С. 53–62.
53. Васильев, Э. В. Повышение эффективности процесса использования жидкого органического удобрения путем автоматизированного выбора рациональных вариантов технологий транспортировки и внесения в условиях северо-западного региона: Дис. ... канд. тех. Наук / Э. В. Васильев. – СПб, 2015. – 176 с.
54. Контроль за соблюдением регламентов транспортирования, хранения, складской переработки и внесения твердых и жидких минеральных и органических удобрений и химических мелиорантов [Текст] : инструкция. - М. : ЦИНАО, 1995. -113 с.
55. Личман, Г. И. Обоснование технологических параметров рабочих органов для внутрпочвенного внесения жидкого органического удобрения / Г. И. Личман, Н. М. Марченко, А. Н. Марченко // Техника в сельском хозяйстве. – 2011. – № 1. – С. 34-35.
56. Об утверждении формы заявки о постановке объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, на государственный учет, содержащей сведения для внесения в государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, в том числе в форме электронных документов, подписанных усиленной квалифицированной электронной подписью: Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 12 августа 2022 г. № 532 (зарегистрирован 14 сентября 2022 г. № 70071) // URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202209140019> (дата обращения: 09.12.2023)
57. Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ (редакция от 4 августа 2023 г. (с изм. и доп., вступ. в силу с 1 сентября 2023 г.)) // URL:

- https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_76299/e9a1a62c2e07799e8554e53cdd8c212fa2afffeb/ (дата обращения: 09.12.2023)
58. О предельно допустимых выбросах, временно разрешенных выбросах, предельно допустимых нормативах вредных физических воздействий на атмосферный воздух и разрешениях на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух: Постановление Правительства Российской Федерации от 9 декабря 2020 г. № 2055 // URL: <http://government.ru/docs/all/131484/> (дата обращения: 09.12.2023)
59. Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий: Постановление Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. № 2398 // URL: [%20от%2031.12.2020%20№2398.pdf/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_76299/e9a1a62c2e07799e8554e53cdd8c212fa2afffeb/%20от%2031.12.2020%20№2398.pdf/) (дата обращения: 09.12.2023)
60. Об утверждении перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 июля 2015 г. № 1316-р // URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=371561> (дата обращения: 09.12.2023)
61. Are ammonia emissions from field-applied slurry substantially over-estimated in European emission inventories? [Electronic resource] / J. Sintermann, A. Neftel, C. Ammann, C. Hani, A. Hensen, B. Loubet, C. R. Flechard // Biogeosciences Discussions. – 2011. – № 8. – P. 10069–10118 // URL: <http://www.biogeosciences-discuss.net/8/10069/2011/bgd-8-10069-2011.pdf> (дата обращения: 09.12.2023)
62. Соловьева, А. Г. Роль оксида азота в процессах свободнорадикального окисления / А. Г. Соловьева, В. Л. Кузнецова, С. П. Перетягин, Н. В. Диденко, А. И. Дударь // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2016. – № 1 (53). – С. 228–233.
63. Пилип Л.В., Метод очистки воздуха от запахообразующих веществ свинокомплексов // АгроЭкоИнженерия. 2019. №4 (101). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-ochistki-vozduha-ot-zapahoobrazuyuschih-veschestv-svinokompleksov> (дата обращения: 09.12.2023).
64. ГОСТ Р ИСО 14001-2016 Системы экологического менеджмента // URL: <https://mskstandart.ru/upload/file/gost-r-iso-14001-2016.pdf>
65. ГОСТ Р ИСО 50001-2023 Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению // URL: <https://base.garant.ru/406681401/> (дата обращения: 09.12.2023)
66. Об утверждении требований к содержанию программы производственного экологического контроля, порядка и сроков представления отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля: Приказ Минприроды России от 18 февраля 2022 г. № 109 (в ред. Приказа Минприроды России от 24 марта 2023 г. № 150) // URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=454985> (дата обращения: 09.12.2023)
67. Об охране атмосферного воздуха: Федеральный закон Российской Федерации от 4 мая 1999 г. № 96-ФЗ (с изменениями на 13 июля 2015 года) // URL: <http://docs.cntd.ru/document/901732276> (дата обращения: 09.12.2023)
68. Об утверждении порядка ведения собственниками водных объектов и водопользователями учета объема забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объема сброса сточных, в том числе дренажных, вод, их качества: Приказ Министерства природных ресурсов и экологии российской федерации от 9 ноября 2020 г. № 903 // URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=454985> (дата обращения: 09.12.2023)
69. Об утверждении типовой формы решения о предоставлении водного объекта в пользование, принимаемого федеральным агентством водных ресурсов, его

- территориальным органом, органом исполнительной власти субъекта российской федерации или органом местного самоуправления: Приказ Минприроды России от 31 января 2022 г. № 51 // URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=415114> (дата обращения: 09.12.2023)
70. Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений: Постановление Правительства Российской Федерации от 16 ноября 2020 г. № 1847 // URL : <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202011230047> (дата обращения: 09.12.2023)
71. Об утверждении порядка проведения собственниками объектов размещения отходов, а также лицами, во владении или в пользовании которых находятся объекты размещения отходов, мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды на территориях объектов размещения отходов и в пределах их воздействия на окружающую среду: Приказ министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 8 декабря 2020 г. № 1030 // URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=379869> (дата обращения: 09.12.2023)
72. Международный опыт разработки принципов наилучших доступных технологий в сельском хозяйстве: науч. аналит. обзор / В. Ф. Федоренко, Н. П. Мишуров, Т. Н. Кузьмина, Л. Ю. Коноваленко. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 160 с.
73. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: Федеральный закон РФ от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ // URL: <http://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=217998> (дата обращения: 09.12.2023)
74. Ми, Ц. Разнообразие и сообщество метаногенов в толстом кишечнике свиной-разделочников / Ц. Ми, Х. Пэн, И. Ву, Я. Ван, С. Ляо // BMC Microbiol 19, 83 (2019) // <https://doi.org/10.1186/s12866-019-1459-x>
75. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: Федеральный закон Российской Федерации от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ (в ред. Федеральных законов от 30.12.2001 N 196-ФЗ, ... , от 04.11.2022 N 429-ФЗ, от 24.07.2023 N 382-ФЗ)// URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=453805> (дата обращения: 09.12.2023)
76. ГОСТ-Р 58578-2019 Правила установления нормативов и контроля выбросов запаха в атмосферу: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 08 октября 2019 г.№889-ст: введен впервые: дата введения 2020-01-01. / разработан Акционерным обществом Научно-исследовательский институт охраны атмосферного воздуха // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов: сайт. – URL:<https://docs.cntd.ru/document/1200168570> (дата обращения: 09.12.2023)
77. Национальный доклад о Кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов не регулируемых Монреальским протоколом за 1990 – 2021 гг. // URL: <http://www.igce.ru/2023/04/18-апреля-2023-г-российская-федерация-предс/> (дата обращения: 09.12.2023)
78. Фокс, Ф. Обзор выбросов парниковых газов из свиарников: производство двуокиси углерода, метана и закиси азота животными и навозом / Ф. Фокс, Б. Никс // Agric Ecosystem Environ. – 2015. – № 199. – С. 10–25.
79. Эрреро, М. Потенциал снижения выбросов парниковых газов в животноводческом секторе / М. Эрреро, Б. Хендерсон, П. Гавлик, П. К. Торнтон, Р. Т. Конант, П. Смит и др. // Нат Клим Чанг. – 2016. – № 6. – 452–461.

ИТС 41–2023

80. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов. МГЭИК 2006. // URL: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/russian/index.html>_(дата обращения: 09.12.2023)
81. Об утверждении методических рекомендаций по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации: Распоряжение Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 16 апреля 2015 г. № 15-п // URL: <https://docs.cntd.ru/document/420278225> (дата обращения: 09.12.2023)
82. Сокращение выбросов аммиака: меры и действия: рекомендации Целевой группы по химически активному азоту ЕЭК ООН / под ред. S. Bittman, M. Dedina, C. M. Howard, O. Oenema, M. A. Sutton; Центр экологии и гидрологии, Великобритания. – Эдинбург: СЕН, 2014. – 101 с.
83. О внесении изменений в подпункт «в» пункта 50 Правил определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям и пункт 2 постановления Правительства Российской Федерации от 28 декабря 2016 г. № 1508: Постановление Правительства Российской Федерации от 3 марта 2021 г. № 307 // URL: <http://government.ru/docs/all/133113/> (дата обращения: 09.12.2023)
84. Комплекс мер направленных на отказ от использования устаревших и неэффективных технологий, переход на принципы наилучших доступных технологий внедрения современных технологий (утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 19 марта 2014 г. № 398-п) // URL: <http://docs.cntd.ru/document/499084212> (дата обращения: 09.12.2023)
85. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20 // URL: <https://docs.cntd.ru/document/564161398> (дата обращения: 09.12.2023)