

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Российский научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований по инженерно-
техническому обеспечению агропромышленного комплекса»
(ФГБНУ «Росинформагротех»)



ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СВИНОВОДСТВА И ПТИЦЕВОДСТВА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МОДЕЛИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА С УЧЕТОМ КОНЦЕПЦИИ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аналитический обзор



Москва 2022

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Российский научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований по инженерно-техническому
обеспечению агропромышленного комплекса»
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ
СВИНОВОДСТВА И ПТИЦЕВОДСТВА
ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МОДЕЛИ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА
С УЧЕТОМ КОНЦЕПЦИИ
НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Аналитический обзор

Москва
2022

УДК 631.3:636.4/5

ББК 46.5; 46.8.

К 89

Рецензенты:

И.П. Салеева, д-р с.-х. наук, проф. РАН, чл.-корр. РАН, гл. науч. сотр. отдела технологии производства продуктов птицеводства, зав. лабораторией производства мяса птицы (ФНЦ «ВНИТИП» РАН);

О.Л. Третьякова, д-р с.-х. наук, доц., проф. кафедры разведения сельскохозяйственных животных, частной зоотехнии и зоогигиены имени академика П.Е. Ладана (ФГБОУ ВО Донской ГАУ)

К 89 **Кузьмина Т.Н., Мишуров Н.П., Свиначев И.Ю., Малородов В.В., Брюханов А.Ю. Технологическое развитие свиноводства и птицеводства при реализации модели экологического нормирования агропромышленного комплекса с учетом концепции наилучших доступных технологий: аналит. обзор.** – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. – 136 с.

ISBN 978-5-7367-1704-0

Рассмотрены технологические и экологические аспекты наилучших доступных технологий, внедряемых в России и за рубежом в свиноводстве и птицеводстве, дан анализ утвержденных ИТС 41-2017 «Интенсивное разведение свиней» и ИТС 42-2017 «Интенсивное разведение сельскохозяйственной птицы», сформулированы предложения по актуализации существующих справочников и совершенствованию работы по определению наилучших доступных технологий.

Kuzmina, T.N., Mishurov, N.P., Svinarev, I.Yu., Malorodov, V.V., Bryukhanov, A.Yu. *Technological Development of Pig and Poultry Breeding in the Implementation of the Agribusiness Environmental Regulation Model Taking into Account the Concept of the Best Available Technologies: Analytical Review* (Moscow: Rosinformagrotekh) 136 (2022).

The technological and environmental aspects of the best available technologies introduced in Russia and abroad in pig and poultry breeding are considered. An analysis of the approved ITS 41-2017 «Intensive breeding of pigs» and ITS 42-2017 «Intensive breeding of poultry» is given. Proposals are made to update existing reference books and improving work to identify the best available technologies.

УДК 631.3:636.4/5

ББК 46.5; 46.8.

ISBN 978-5-7367-1704-0

© ФГБНУ «Росинформагротех», 2022

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время производство навоза в мире увеличилось на 66% – с 73 до 124 МТ, объем внесенного в почву – с 18 до 28 МТ, а оставленного на пастбище – с 48 до 86 МТ [1]. С этим связывают усиление вредного воздействия на окружающую среду, что потенциально приводит к экологическим проблемам: закислению почвы, уменьшению озонового слоя, эвтрофикации, увеличению парникового эффекта, повышению уровня шума и неприятных запахов, загрязнению окружающей среды тяжелыми металлами и пестицидами, распространению патогенов.

В России деятельность предприятий в свиноводстве и птицеводстве как подотраслях животноводства с наибольшими объемами производства продукции (за 1992-2020 гг. производство свинины в стране выросло в 1,54 раза, мяса птицы – в 3,3 раза) также оказывает негативное влияние на окружающую среду, связанное с утилизацией больших объемов навоза и помета (до 100 тыс. т в год на одном предприятии) [2, 3].

Основным направлением экологической политики как в мире, так и в современной России является защита окружающей среды от загрязнения. Практическая реализация данного направления в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства представляет собой сложную задачу, тесно связанную с технологическим развитием животноводства.

Принимаемые меры по защите окружающей среды в государствах-членах Европейского союза привели к снижению общего баланса азота за последние десятилетия, однако 38% поступления азота по-прежнему приходится на навоз. В ЕС 65-75% сельскохозяйственных почв превышают критическое значение азота в поверхностных водах (2,5 мг N/л), выше которого возникает эвтрофикация. Около 21% сельскохозяйственных почв в Европе имеют уровни содержания кадмия выше нормативных значений [4].

В России с 2014 г. большое внимание уделяется экологически ориентированным технологиям, переходу на нормирование допустимого воздействия на окружающую среду на основе показателей наилучших доступных технологий (НДТ), которые в соответствии со стандартом [5] определяются как технологии производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемые на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности их применения. Правовая основа экологической модернизации экономики и снижения уровня загрязнения окружающей среды на основе внедрения НДТ опирается на Федеральный закон от 21 июля 2014 г. № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и ряд правительственных постановлений, распоряжений и национальных стандартов серии «Наилучшие доступные технологии» [6-9].

Исследования и практика применения НДТ за рубежом показывают, что улучшение экологической обстановки в Российской Федерации возможно достичь путем адаптации положительного опыта европейских государств к условиям производства в России. Изменения законодательства в отношении НДТ ориентированы на нормы европейского права, в частности Директивы Европейского Парламента и Совета Европейского Союза 2008/1/ЕС от 15.01.2008 «О комплексном предупреждении и контроле загрязнений» и 2010/75/ЕС от 24.11.2010 «О промышленных эмиссиях (комплексное предупреждение и контроль)».

В 2017 г. был подготовлен и утвержден 51 информационно-технический справочник по НДТ (ИТС НДТ), в том числе 5 в сфере АПК. Нормативно-технические требования по экологизации свиноводства и птицеводства были изложены в ИТС 41-2017 «Интенсивное разведение свиней» и ИТС 42-2017 «Интенсивное разведение сельскохозяйственной птицы». С учетом накопленного опыта и изменений нормативно-правовых документов назрела необходимость актуализации данных ИТС.

В связи с этим представляет практический интерес анализ технологического развития свиноводства и птицеводства в России и за рубежом при реализации модели экологического нормирования

агропромышленного комплекса с учетом концепции наилучших доступных технологий, результаты которого могут быть использованы при актуализации ИТС-41 «Интенсивное разведение свиней» и ИТС-42 «Интенсивное разведение сельскохозяйственной птицы» в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 30 апреля 2019 г. № 866-р. Актуализация справочников НДТ в сфере АПК согласно графику, утвержденному распоряжением Правительства Российской Федерации от 30 апреля 2019 г. № 866-р, намечена на 2023 г.

Аналитическая информация, представленная в данном издании, будет содействовать повышению оперативности и качеству разработки проектов актуализированных ИТС НДТ.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЯ ПОДОТРАСЛЕЙ ЖИВОТНОВОДСТВА

1.1. Современное состояние свиноводства

В последние годы свиноводство в России динамично развивается, является конкурентоспособным как на внутреннем, так и на внешнем рынках. По объемам производства свинины Россия находится на шестом месте в мире. За первый квартал 2022 г. производство свинины в сельскохозяйственных предприятиях увеличилось на 67,5 тыс. т – на 5,8% больше, чем за аналогичный период 2021 г. [10].

В 2020 г. производство свиней на убой (в живой массе) в хозяйствах всех категорий достигло 5,5 млн т, что на 8,8%, или 441,1 тыс. т, выше уровня 2019 г. Доля производства свинины в общем объеме производства скота и птицы на убой (в живой массе) в этом же году составила 35% (табл. 1.1), в 2021 г., по прогнозу Национального союза свиноводов, она составит 37%.

Рост производства свиней на убой в регионах обеспечивается интегрированными формированиями, в которых реализуются крупные инвестиционные проекты. Увеличение доли интенсивного промышленного производства свинины, происходящее в структуре ее производства, с 2005 г. связано со строительством и вводом в эксплуатацию новых и прошедших капитальную реконструкцию и модернизацию предприятий. За 2015-2020 гг. введено 145 новых объектов, 40 – реконструировано и модернизировано, дополнительное производство мяса свиней за указанный период составило 465,5 тыс. т (табл. 1.2).

Таблица 1.1

Производство свинины на убой в живой массе в разрезе категорий хозяйства, тыс. т [11]

Производство мяса	2015 г. (доля в структуре произ- водства)	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г. (доля в структуре производ- ства)	2021 г.* (доля в структу- ре произ- водства)	Отклонение, %	
								2020 г. к 2015 г.	2020 г. к 2019 г.
В хозяйствах всех категорий – всего	13397	13896	14513,4	14880,2	15613,5	15623,9	15675,3	116,6	103
В том числе свинины	3951,4 (29,5%)	4329,1	4549,9	4797,1	5031,6	5472,8 (35%)	5496,2 (37%)	138,5	108,8
В сельскохозяйствен- ных организациях – всего	9587,7	10162,4	10865,8	11288	11627,1	12126,2	-	126,5	104,3
В том числе свинины	3097,5	3500	3759,4	4071,4	4363,7	4838,6	-	156,2	110,9
В хозяйствах населе- ния – всего	3336	3246,2	3134,7	3050,1	2971,6	2906,5	-	87,1	97,8
В том числе свинины	796,3	766,9	732,5	668,6	615,5	582,8	-	73,2	94,7
В крестьянских (фер- мерских) хозяйствах, включая индивидуаль- ных предпринимате- лей, – всего	473,3	487,4	512,9	542,1	564,8	591,1	-	124,9	104,7
В том числе свинины	57,6	62,2	57,9	57,1	52,4	51,3	-	89,2	98

*Данные Национального союза свиноводов.

Таблица 1.2

**Производство свиней на убой (в живой массе)
на вновь построенных и модернизированных свиноводческих
объектах [11]**

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Число объектов: введенных новых	28	32	27	19	22	17
реконструирован- ных и модернизи- рованных	2	6	10	9	10	3
Производство свиней на убой, тыс. т	77,2	138	63,1	47,5	78,1	60,3
Объем производства свиней на убой за счет, тыс. т: реконструкции и модернизации объектов	2,8	0,8	8,9	3,4	3,1	7,4
ввода новых, реконструкции и модернизации име- ющихся	79,9	138	54,2	44,1	81,2	67,7
Доля дополнитель- ного производства на построенных, ре- конструированных и модернизированных объектах в общем объеме производства свиней на убой, %	2	3,2	1	1	1,6	1,2

По данным Национального союза свиноводов, доля промышленного производства свинины в России неуклонно увеличивается (рис. 1.1).

Доля ТОП-20 компаний-производителей свинины в секторе промышленного свиноводства в 2021 г. достигла 73,7% (табл. 1.3).



Рис. 1.1. Динамика развития промышленного производства свинины (* рассчитано авторами по данным НСС)

Таблица 1.3

Крупнейшие производители свинины в Российской Федерации по итогам 2021 г.*

Организация	Производство свинины на убой в живой массе, тыс. т**	Доля в общем объеме промышленного производства в РФ***, %
АПХ МИРАТОРГ	555,2	11,2
АО «СибАгро»	365,7	7,4
ООО «Великолукский свиноводческий комплекс»	309,2	6,2
ГК «РусАгро»	308,6	6,2
ГК АГРОЭКО	274,3	5,5
ООО «ГК Агро-Белогорье»	253,6	5,1
ООО «Агропромкомплектация»	245,3	5,0
ГК «Черкизово»	241,6	4,9
ООО «Управляющая компания РБПИ» и СПФ	238,4	4,8
Агрохолдинг «Талина»	130,4	2,6
«АГРОКОМПЛЕКС» им. Н.И. Ткачева	111,0	2,2
ООО «Агрофирма Ариант»	97,0	2,0
АВК «Эксима»	96,3	1,9
ООО «Башкирская мясная компания»	78,7	1,6
ООО «Белгранкорм»	69,5	1,4

Организация	Производство свинины на убой в живой массе, тыс. т**	Доля в общем объеме промышленного производства в РФ***, %
ООО «КоПИТАНИЯ»	60,1	1,2
ООО «Камский Бекон»	59,6	1,2
ООО СПК «Звениговский»	54,0	1,1
ГК «КОСМОС ГРУПП»	51,3	1,0
Агрохолдинг «Охотно» (ООО «Дружба»)	49,1	1,0
Итого 20 крупнейших предприятий	3649,0	73,7
Остальные	1299,0	26,3
Общий объем промышленного производства свинины в РФ	4948****	100

* По данным компаний на 31.01.2022, включая приобретения в 2021 г.

** Согласно приказу Росстат № 429 от 31.07.2019 «Поголовье скота, произведенного 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 объемы производства в СХП и К(Ф)Х.

**** Предварительные данные Росстата.

Отмечается увеличение доли предприятий, завершивших или находящихся в процессе модернизации по программам ускоренного импортозамещения (табл. 1.4).

Таблица 1.4

Сегментация отечественных свиноводческих предприятий по техническому и технологическому уровню*

Год	Доля объектов, %			
	старые предприятия	новые, реконструированные и модернизированные в зависимости от состояния инвестиционной фазы		
		окончена	середина	начало
2019	12	45	25	18
2020	11	46	19	24
2021 (оценка)	8	49	20	23
2022 (прогноз)	6	49	20	25

*Данные НСС.

Производственная себестоимость (без амортизации и финансовых расходов) на новых и реконструированных предприятиях ниже по сравнению с себестоимостью производства свинины на старых предприятиях (табл. 1.5).

Таблица 1.5

**Среднегодовая производственная себестоимость свинины
на отечественных предприятиях
без амортизации и финансовых расходов***

Год	Среднегодовая производственная себестоимость свинины, руб/кг живой массы				Сложившаяся среднегодовая цена продаж без НДС, руб/кг
	старые предприятия	новые, реконструированные и модернизированные в зависимости от состояния инвестиционной фазы			
		окончена	середина	начало	
2019	88	65	65	65	86
2020	96	74	74	74	86
2021 (оценка)	103	80	80	80	100
2022 (прогноз)	108	90	90	90	90

*Данные НСС.

Росту производственной себестоимости в 2021 г. на 25-30% способствовало увеличение затрат на зерно- и валютозависимые компоненты кормов. При сохранении сложившейся ситуации в 2022 г. рост себестоимости может достигнуть 35-40%, что затруднит погашение кредитов предприятиями, находящимися в начале и середине инвестиционной фазы: по оценке НСС в 2019 г. их было 43%, в 2022 г. прогнозируется 45%.

При государственной поддержке предприятий в период с 2015 по 2020 г. производство свинины в промышленном секторе увеличилось на 1734,8 тыс. т.

Несмотря на динамику снижения числа новых и модернизированных объектов в свиноводстве, производство мяса увеличивается за счет повышения продуктивности свиней и увеличения численности поголовья (табл. 1.6) – за 2005-2020 гг. более чем на 12 млн голов.

Отмечается также неравномерное размещение поголовья по федеральным округам России: наибольшая численность в 2020 г.

зафиксирована в Центральном (13,4 млн голов), Приволжском (3,96 млн голов) и Сибирском (2,45 млн голов) федеральных округах. В соответствии с рейтингом по поголовью в 2020 г. в трех округах-лидерах содержится 76,8% свиней.

Наибольшие изменения по численности поголовья свиней за период с 2005 по 2020 г. в хозяйствах всех категорий, по данным Росстата, отмечаются: увеличение – в Центральном (в 5,1 раза), Северо-Западном (в 4,78 раза), Дальневосточном (в 2,2 раза) и Северо-Кавказском (на 414,6 тыс. голов) федеральными округами, уменьшение – в Южном федеральном округе (в 2,2 раза). В остальных регионах увеличение поголовья свиней незначительно (менее чем в 2 раза).

Племенная база свиноводства на 1 января 2021 г. сформирована восемью породами и одним типом (верхнехавский) породы ландрас, которые разводятся и совершенствуются в 56 племенных заводах и 48 племенных репродукторах. В структуре племенного поголовья свиноматки крупной белой породы составляют 57,77%, ландрас – 18,32, йоркшир – 17,29, дюрк – 5,93%, на остальные породы (скороспелая мясная, ливенская, пьетрен, цивильская) приходится 0,69%. В дополнение к племенному в пользовательском свиноводстве разводят две породы – алтайскую мясную и короткоухую белую [14].

Таблица 1.6

**Размещение поголовья свиней
по федеральным округам Российской Федерации [12, 13]**

Федеральный округ	Поголовье свиней, тыс. голов								
	2005 г.	от общего поголовья, %	рейтинг по поголовью 2005 г.	2015 г.	от общего поголовья, %	рейтинг по поголовью 2015 г.	2020 г.	от общего поголовья, %	рейтинг по поголовью 2020 г.
Российская Федерация	13454,9	100		21405,5	100		25850,1	100	
Центральный	2641,7	19,6	3	9647,8	45,1	1	13417,5	51,9	1

Федеральный округ	Поголовье свиней, тыс. голов								
	2005 г.	от общего поголовья, %	рейтинг по поголовью 2005 г.	2015 г.	от общего поголовья, %	рейтинг по поголовью 2015 г.	2020 г.	от общего поголовья, %	рейтинг по поголовью 2020 г.
Северо-Западный	452,3	3,4	6	1383,5	6,5	6	2164,2	8,4	4
Южный	3197,0	23,8	2	1423,7	6,7	5	1432,2	5,5	6
Северо-Кавказский	-	-	8	463,8	2,2	8	414,6	1,6	8
Приволжский	3765,6	28,0	1	3758,9	17,6	2	3963,5	15,3	2
Уральский	768,9	5,7	5	1454,7	6,8	4	1523,6	5,8	5
Сибирский	2415,1	17,9	4	2704,2	12,5	3	2453,1	9,6	3
Дальневосточный	214,3	1,6	7	568,9	2,6	7	481,5	1,9	7

Наибольший удельный вес в структуре маточного поголовья Российской Федерации приходится на крупную белую породу (53,7%) и породу йоркшир (21,4%) (табл. 1.7) [14].

Таблица 1.7

Структура маточного поголовья основных пород свиней, разводимых в племенных хозяйствах Российской Федерации, %

Порода	На начало 2017 г.	На начало 2021 г.
Крупная белая	53,4	53,7
Йоркшир	17,4	21,4
Ландрас	21,7	18,9
Дюрок	5,9	5,2
Остальные	1,6	0,8

За 2016-2020 гг. повысились показатели воспроизводительной способности свиноматок (табл. 1.8).

Таблица 1.8

**Динамика воспроизводительных качеств свиноматок,
включая первоопоросок**

Показатели	2016 г.	2020 г.
<i>По стране</i>		
Многоплодие, головы	12,5	13,9
В возрасте 30 дней:		
число голов	11,5	12,7
масса гнезда, кг	92,3	100,2
<i>Племенные заводы</i>		
Многоплодие, головы	12,8	14,2
В возрасте 30 дней:		
число голов	11,5	12,9
масса гнезда, кг	94,6	101,4
<i>Племенные репродукторы</i>		
Многоплодие, головы	12,1	13,4
В возрасте 30 дней:		
число голов	11,2	11,2
масса гнезда, кг	89,7	98,1

Общее количество основных и проверяемых свиноматок в племенных хозяйствах составляет 115,9 тыс. Исследования ВНИИплем показали, что в период с 2011 г. по 2021 г. с увеличением общей численности свиноматок в хозяйствах всех категорий более чем в 2 раза, их количество в племенных хозяйствах увеличилось всего на 10-38%. Удельный вес племенного чистопородного поголовья в стране составляет лишь 7,3% при минимальной норме 15-16%. Это указывает на дефицит племенного поголовья свиноматок – более 100 тыс. голов и на то, что воспроизводство стад чистопородных животных в пользовательской части свиноводства в значительной степени производится за счет саморемонта и импортируемого поголовья.

Увеличение поголовья свиноматок специализированных мясных пород позволило решить проблему дефицита в отечественном свиноводстве. Однако оно отстает от роста численности свиноматок в хозяйствах всех категорий.

Структура численности свиноматок в племенных заводах и племенных репродукторах в размере 55,1 тыс. голов, составляющая 3,5% общей

численности свиноматок в хозяйствах всех категорий в 2020 г., включает в себя ландрас – 22,0 тыс. голов, йоркшир – 26,1 тыс., дюрк – 6,6 тыс. голов. Такое соотношение пород (йоркшир + ландрас к дюрк) указывает на то, что большинство гибридных поросят получают от двухпородного скрещивания в реципрокных вариантах с использованием хряков и свиноматок пород крупная белая, йоркшир и ландрас. Для ведения селекции по классической схеме (получение трехпородных гибридов) численность свиноматок породы дюрк должна быть как минимум в 2 раза больше.

Достаточно высокие темпы производства свиней на убой в 2020 г. должны были бы сохраниться в 2021 г. Однако, по предварительной оценке Национального союза свиноводов (НСС), в 2021 г. прирост производства свинины составил 23,4 тыс. т в живой массе (табл. 1.9): за январь-сентябрь 2021 г. в сельхозорганизациях он оказался самым низким за последние десять лет и составил + 0,5%. Причина – комплекс эпизоотических проблем на предприятиях.

Таблица 1.9

**Производство свинины в Российской Федерации за 2021 г.
в живой массе, тыс. т**

Предприятия	январь-декабрь		Изменение, тыс. т	
	2020 г.	2021 г.*	январь-декабрь 2020 г.	%
Сельскохозяйственные организации (СХП)	4838,6	4901,3	62,7	1,3
Крестьянские (фермерские) хозяйства (К(Ф)Х)	51,3	46,6	-4,7	-9,2
Личные подсобные хозяйства (ЛПХ)	582,8	548,2	034,6	-5,9
Итого	5472,8	5496,2	23,4	0,4

*Предварительные данные Росстата.

Оценка ситуации специалистами НСС показала, что прогнозируемый ранее прирост производства в 195 тыс. т (+ 5% к девяти месяцам 2020 г.) был достигнут за счет ввода новых мощностей. Однако комплекс эпизоотических проблем (африканская чума свиней, репродуктивно-респираторный синдром свиней и др.) в конце 2020 г. и в течение 2021 г. привел к снижению производства в янва-

ре-сентябре 2021 г. на 193 тыс. т, понизив суммарный прирост в СХП до 17,6 тыс. т (+ 0,5%), а прирост в общем объеме – до отрицательного значения (- 0,1%) (табл. 1.10).

Таблица 1.10

Влияние эпизоотических проблем на динамику прироста производства свинины в СХП за девять месяцев 2021 г. в живой массе, тыс. т*

Показатели	Объемы в живой массе, тыс. т	Регион
Прирост	230	Брянская область
В том числе:		Воронежская область
новые проекты	195	Орловская область
		Тульская область
		Республика Мордовия
другие причины	35	Кемеровская область
		Новосибирская область
		Приморский край
		Псковская область
Потери	-212,4	Курская область
В том числе:		Липецкая область
от АЧС, РРСС и др.	-193,1	Смоленская область
		Тамбовская область
другие причины	-19,3	Тверская область
		Самарская область
		Брянская область
		Псковская область
		Белгородская область
Итого	17,6	

*Данные НСС.

В структуре потребления мясных продуктов свинина занимает второе место, уступая мясу птицы и опережая говядину (табл. 1.11).

В 2021 г., по предварительной оценке НСС, потребление свинины на душу населения достигло 28,3 кг, что 1,6 раза больше по сравнению с 2005 г. (табл. 1.12). Это наибольший показатель за последний 30-летний период.

Таблица 1.11

**Структура потребления всех видов мяса
в Российской Федерации, %***

Год	Говядина	Свинина	Птица	Баранина	Другие виды мяса
1990	45	32	18	4	2
2010	25	36	36	2	1
2015	20	32	45	2	1
2016	19	34	45	Около 2	Менее 1
2017	18	34	45	2	1
2018	18	34	46	Около 2	Менее 1
2019	17	35	45	2	1
2020	17	36	44	2	1
2021 (предв.)	16	37	44	2	1

*Данные НСС.

Таблица 1.12

**Динамика потребления всех видов мяса
в Российской Федерации на душу населения в год, кг**

Год	Говядина	Свинина	Птица	Баранина	Другие виды мяса	Все виды мяса
1990	-	-	75,0	-	-	75,0
2005	17,1	17,8	18,7	1,1	0,5	55,1
2013	16,3	26,6	30,2	0,4	0,6	75,1
2014	15,8	23,5	31,8	1,5	0,6	73,2
2015	14,1	23,3	32,3	1,4	0,6	71,7
2016	13,4	24,5	32,4	1,5	0,6	72,4
2017	13,1	25,6	34,1	1,5	0,6	74,9
2018	13,3	25,5	34,2	1,5	0,6	75,0
2019	13,0	26,7	34,3	1,4	0,6	76,0
2020	12,8	27,8	33,7	1,4	0,6	76,4
2021 (предв.)	12,6	28,3	34,0	1,5	0,6	76,9

Рост производства свинины в России увеличил самообеспеченность в потреблении свинины до уровня 110,4% [11].

Главным вызовом в ближайшие несколько лет станет перепроизводство свинины. В данной ситуации одним из направлений сохранения прибыльности производства является экспорт, наращивание которого станет стратегической задачей дальнейшего развития подотрасли свиноводства.

В 2020 г. распространение COVID-19, девальвация национальной валюты, а также введение плоской пошлины – 25% свели импорт почти до нуля. Данная ситуация, а также открытие рынка Вьетнама и рост поставок в Гонконг, Украину, Монголию способствовали увеличению экспорта в несколько раз (рис. 1.2).

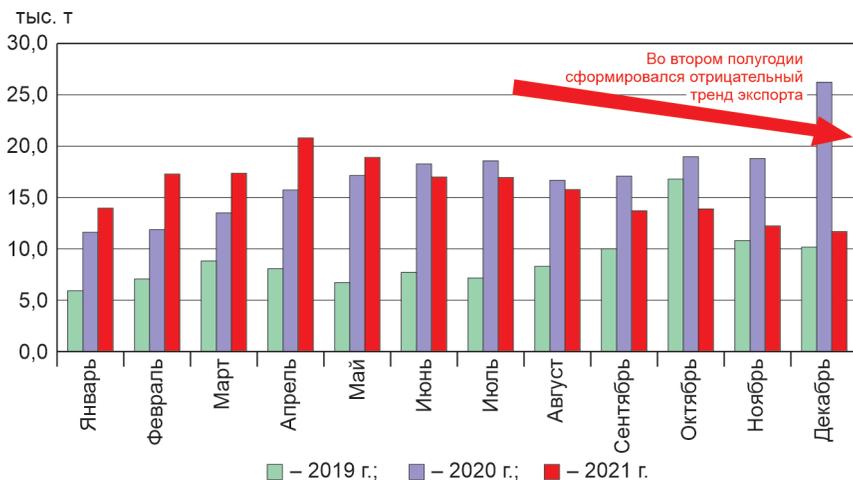


Рис. 1.2. Динамика суммарного экспорта свинины из России (ТН ВЭД 0203, 0206, 0209)

(составлено НСС из данных ФТС России), тыс. т

В 2021 г. практически весь год сохранялась ситуация с «обнулением» импорта свинины, достигнутая в 2020 г. Однако в четвертом квартале из-за изменения мировой конъюнктуры импорт начал нарастать и в декабре по коду 0203 объемы достигли 2,5 тыс. т, превысив в 8 раз прошлогоднее значение. За пять месяцев 2022 г. в Россию беспошлинно было ввезено около 12-15 тыс. т свинины из возможных 100 тыс. т, с 1 июля 2022 г. по решению Минэкономразвития беспошлинный ввоз отменен. По мнению специалистов НСС, импорт стал нецелесообраз-

ным, поскольку на мировом рынке цены на свинину выросли, а на внутреннем – снизились. В результате импортная свинина даже при нулевой пошлине оказалась неконкурентоспособной [15].

По итогам 2021 г. суммарный экспорт продукции свиноводства снизился на 7% (190,2 тыс. т – данные НСС, составлены по информации с сайта ФТС РФ), из которых 0,3% составляют поставки свинины свежей и мороженой [16].

Основными направлениями экспорта в 2021 г. являлись Вьетнам (86,6 тыс. т), Украина (40,2 тыс. т), Беларусь (31,1 тыс. т), Гонконг (9,4 тыс. т), Монголия (6,2 тыс. т), Казахстан (5,4 тыс. т), возможными могут стать Япония, Южная Корея, Тайланд, Филиппины.

По оценке НСС, в первом полугодии 2022 г. экспорт свинины сократился на 23% – до 81,6 тыс. т в годовом выражении. В результате логистических сложностей по итогам года на рынке могут оказаться дополнительные 50 тыс. т мяса [17].

Условия развития свиноводства в среднесрочной перспективе (2022-2025 гг.), по мнению специалистов Национального союза свиноводов, подвергнутся концептуальным изменениям. Прежде всего рост внутренней конкуренции в связи с продолжающимся ростом отечественного производства приведет к планомерному снижению или отсутствию подъема оптовых цен от постпандемийного их уровня. Новые ценовые реалии на зерновом рынке, несмотря на ценовые «демпферы», сформируют высокую цену на зерно на внутреннем рынке (не менее 15 тыс. руб/т с НДС). Выход на внешние рынки сопряжен с прямой жесткой конкуренцией с мировыми гигантами в экспорте свинины не только на защищенном 25%-ной пошлиной внутреннем рынке Российской Федерации, но и на рынках стран Юго-Восточной Азии.

1.2. Современное состояние птицеводства

Производство яйца. Оценка Росптицесоюза динамики увеличения объемов выпуска яйца показала, что с 2014 до 2017 г. прирост составил более 3 млрд шт., но в последующие годы (вплоть до 2021 г.) он прекратился: по данным Минсельхоза России, производ-

ство яйца в стране в 2020 г. достигло 44,9 млрд шт., что выше уровня 2019 г. на 0,1%, в 2021 г. прирост сохранился на прежнем уровне, т.е. 44,9 млрд шт. [18].

По итогам 2020 г. основное производство сосредоточено в Приволжском федеральном округе (доля в общем объеме – 25,6%). На долю Центрального, Приволжского и Сибирского федеральных округов приходится 27937,1 млн шт. (62,2%). Доля Дальневосточного федерального округа в общем объеме производства яиц не превышает 3% (табл. 1.13).

Таблица 1.13

Производство яйца по федеральным округам в 2020 г.

Федеральный округ	Всего – млн шт.	Доля в общем объеме производства, %	На душу населения, шт.	На 1 га пашни, шт.
Российская Федерация	44909,0	100	307	383
Центральный	10169,9	22,6	258	448
Северо-Западный	4448,7	9,9	319	1497
Южный	4862,2	10,8	295	268
Северо-Кавказский	1541,6	3,4	155	280
Приволжский	11509,2	25,6	394	329
Уральский	4856,3	10,8	393	628
Сибирский	6186,0	13,8	363	289
Дальневосточный	1335,2	3,0	164	360

Анализ производства яйца в расчете на 1 га пашни, куда вносят птичий помет в качестве органического удобрения, показывает, что наибольшее поголовье кур на данной площади сосредоточено в Северо-Западном федеральном округе (почти в 4 раза выше, чем в среднем по Российской Федерации). Выше среднероссийского значения этот показатель в Центральном и Уральском федеральных округах. Основными производителями яйца являются сельскохозяйственные организации: в 2020 г. их доля в общем объеме производства составила 80,8% (табл. 1.14).

Таблица 1.14

Производство яйца по категориям хозяйств, млн шт.

Наименование	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2020 г. к. 2019 г.	
							%	+,-
Российская Федерация	42509,6	43514,5	44829,2	44901,2	44857,9	44909,0	100,1	51,2
Сельскохозяйственные организации	33410,8	34517,5	35924,3	36161,0	36626,6	36786,3	100,4	159,7
Крестьянские (фермерские) хозяйства	373,5	451,8	466,2	466,2	57,0	58,9	103,3	1,9
Хозяйства населения	8725,3	8545,2	8438,7	8274,0	8174,3	8063,8	98,6	-110,5

По итогам 2020 г. потребление яиц на душу населения в среднем по стране составило 307 шт., что превышает рациональную норму потребления (260 шт.), норму питания, утвержденную институтом питания АМН СССР (298 шт.), и норму питания ВОЗ (291 шт.) [19]. Однако в Северо-Кавказском, Сибирском и Дальневосточном федеральных округах данный показатель ниже среднего по стране на 97; 5 и 29 шт. соответственно, в остальных отмечено превышение в диапазоне от 4 до 21 шт. Данная ситуация свидетельствует о том, что не во всех федеральных округах население полностью обеспечено яйцом.

Концентрация и специализация производства на основе внедрения современных технологий содержания и выращивания птицы с использованием высокопродуктивных яичных кроссов и линий кур позволили отечественным производителям увеличить производство яйца в отдельных регионах. Ленинградская, Ярославская, Ростовская, Челябинская и Новосибирская области стали первыми в своих федеральных округах по производству яйца в 2020 г. Подобных успехов добились Ставропольский и Хабаровский края, а также Республика Мордовия (табл. 1.15).

Таблица 1.15

**Топ-10 регионов Российской Федерации
по производству яйца за 2020 г.*, млн шт. [20]**

Регион	Произведено яиц	Позиция в рейтинге
Ленинградская область	3198	1
Ярославская область	2369,1	2
Ростовская область	1699,6	3
Челябинская область	1634,5	4
Белгородская область	1604,7	5
Тюменская область (без автономных округов)	1559,4	6
Краснодарский край	1517,1	7
Свердловская область	1512,9	8
Республика Мордовия	1475,7	9
Республика Татарстан	1475,4	10

*Данные Росстата.

Яичная отрасль птицеводства России обладает значительным потенциалом. Результатом этого является 6 место в мировом рейтинге производства яйца, что позволяет утверждать: приоритетным направлением развития отрасли является экспорт.

Производство яйца в мире с 2005 по 2020 г. увеличилось на 35,2%, т.е. средний годовой прирост составил около 2,2% (табл. 1.16). По итогам 2020 г. мировыми лидерами по производству яйца являются Китай, Индия, США, Бразилия, Мексика, на долю которых, по данным ФАО, приходится более 57% мирового производства.

Таблица 1.16

Мировое производство куриных яиц в 2020 г. [2]

Страна	Объем производства, млрд шт.		Прирост за период 2005-2020 гг., %	Рейтинг 2020 г.
	2005 г.	2020 г.		
Китай	420,9	604,5	30,4	1
Индия	46,2	114,4	59,6	2
США	90,3	110,1	17,9	3
Бразилия	33,5	57,2	41,4	4
Мексика	40,5	56,9	28,8	5
Российская Федерация	36,9	44,5	17,1	6
Япония	41,4	43,8	5,5	7
Украина	12,9	16,0	19,4	8
Мир	1064,5	1642,9	35,2	-

На рост потребления яиц в мире оказывают влияние повышение спроса на белковые продукты питания, увеличение производства яйцепродуктов, удобство их транспортировки и реализации и др. В 2020 г. среднее потребление яиц в мире на душу населения составило 210 шт. (+ 31 к уровню 2014 г.).

По прогнозу Росптицесоюза, производство отечественных яиц к 2025 г. составит 45,2 млрд шт. [18].

В условиях высокой конкуренции и насыщения рынка яйцом и яйцепродуктами развитие экспорта станет инструментом сохранения (повышения) доходности отечественных яичных предприятий.

Производство мяса птицы в 2020 г. занимало лидирующее положение в общем объеме производства скота и птицы на убой (в живой массе) с долей 43%. Производство птицы на убой (в живой массе) в хозяйствах всех категорий составило 6,7 млн т, что на 0,1% (+ 6,6 тыс. т) больше, чем в 2019 г. (табл. 1.17) [11].

Таблица 1.17

**Производство мяса птицы на убой в живой массе
в разрезе категорий хозяйств, тыс. т**

Категории хозяйств	2015 г.	2019 г.	2020 г.	Отклонение, %	
				2020 г. к 2015 г.	2020 г. к 2019 г.
Сельскохозяйственные организации	5524,2	6196,7	6196,8	112,2	100
Хозяйства населения	443,6	437,7	439,8	99,1	100,5
Крестьянские (фермерские) хозяйства	71,3	74,3	78,5	110,1	105,7
Всего	6039,1	6708,7	6715,1	111,2	100,1

В последние годы темпы роста производства мяса птицы замедлились. В 2014 г. был достигнут уровень продовольственной безопасности по этому показателю. За период с 2010 по 2014 г. прирост составил 1608 тыс. т (среднегодовая прибавка – более 320 тыс. т). С 2015 по 2017 г. произошла стабилизация рынка. В этот период прирост составил 777 тыс. т со среднегодовой прибавкой 259 тыс. т. Начиная с 2017 г. прирост составлял немногим более 50 тыс. т [18]. В 2019 г. по отношению к 2018 г. объемы выросли на 0,7% (на 34,3 тыс. т). В 2020 г. по сравнению с данными за 2019 г. прирост был всего 0,3% (16,7 тыс. т) и был обеспечен за счет мяса индейки. Производство куриного мяса несколько снизилось [21].

На фоне сокращения прироста производства мяса птицы самообеспеченность (отношение объема производства к объему потребления) выросла и в 2020 г. достигла 101,3% (для сравнения: 5 лет назад этот показатель находился на отметке 95,7%, 10 лет назад – 81,0, 15 лет назад – 51,1%). В 2001 г. самообеспеченность составляла всего 38,8% (рис. 1.3).

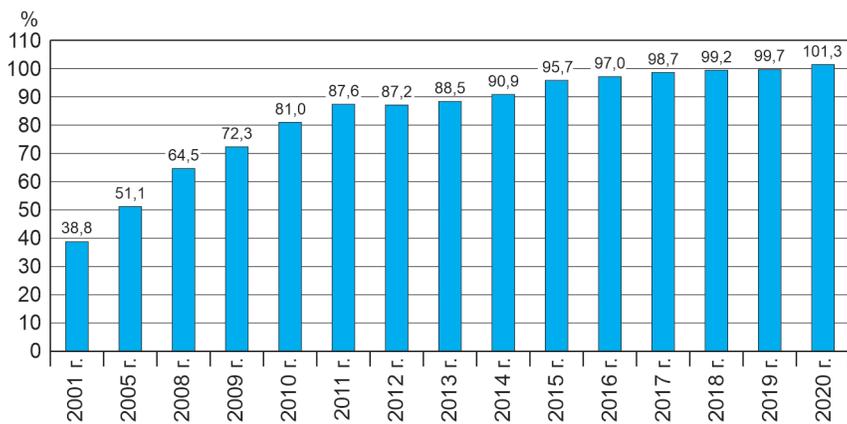


Рис. 1.3. Самообеспеченность России мясом птицы в 2001-2020 гг., % (расчеты АБ-Центр на основе данных Росстата, ВТО, ФТС РФ)

Ускоренное развитие птицеводства и свиноводства повлияло на изменение структуры производства скота и птицы на убой (в живой массе) по видам. Однако за последние пять лет доля производства птицы на убой сократилась с 45,1 до 43% (рис. 1.4).

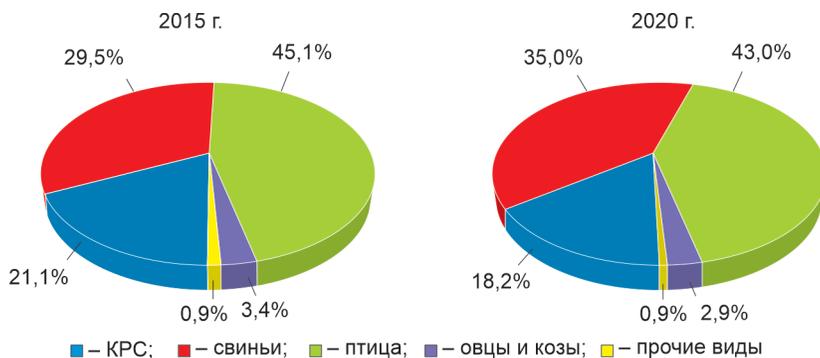


Рис. 1.4. Структура производства скота и птицы на убой (в живой массе) в хозяйствах всех категорий

По данным АБ-Центра, в 2000 г. в структуре потребления на долю мяса птицы приходилось 40,2%, свинины – 33,2, на говядину и телятину – 26,6%. В 2019 г. душевое потребление мяса птицы достигло

рекордного значения – 34,3 кг. В 2020 г. птица стала занимать в рационе питания россиян 50,1% при душевом потреблении 31 кг на человека, что в 1,6 раза превышало рациональную норму, установленную на законодательном уровне, а говядина – всего 18,5%.

Следует отметить неравномерное размещение производства птицеводческой продукции на территории страны, что соотносится и с объемами произведенной продукции (в общем объеме производства птицы на убой доля Центрального федерального округа составила 37,1%, Дальневосточного – 0,7%, рис. 1.5) и, как следствие, разделение регионов на регионы-доноры, где объем производства превышает объем потребления, и регионы-реципиенты. В 2020 г. в число регионов-доноров вошел 21 регион Российской Федерации. Основными являются Белгородская, Тамбовская и Пензенская области, Ставропольский край, каждый из которых без ущерба для внутреннего потребления может поставлять за свои пределы свыше 200 тыс. т мяса птицы. Группу регионов-доноров с объемами потенциального регионального экспорта от 100 тыс. до 200 тыс. т в 2020 г. составили республики Марий Эл и Мордовия, Ленинградская, Брянская, Липецкая и Челябинская области.



Рис. 1.5. Доля регионов в производстве мяса птицы в 2020 г.
(расчеты АБ-Центр на основании данных Росстата)

Современное развитие мясного птицеводства характеризуется относительно высоким уровнем концентрации производства как по регионам, так и компаниям-производителям. На долю ТОП-10 регионов в 2020 г. пришлось 52,5% всего произведенного в России мяса птицы. ТОП-10 компаний-производителей обеспечили 56,1% всего куриного мяса, производимого в хозяйствах всех категорий, у ТОП-5 производителей мяса индейки этот показатель составил 79,2%.

Перспективным направлением, обеспечивающим прирост объемов производства птицы на убой и расширение ассортимента продукции, является производство мяса индеек, уток, гусей, цесарок, перепелов. Сложилась следующая структура производства птицы на убой в хозяйствах всех категорий: бройлеры – 88%, технологическая выбраковка кур яичных кроссов – 3,7, индейки – 6,4% (5 лет назад на долю мяса индейки приходилось всего 3,2%, 10 лет назад – 1,8% всего объема мяса птицы [21]), утки – 1,5, гуси – 0,4% [11].

Отмечается рост производства мяса индейки: за 10 лет объем производства достиг 330 тыс. т в убойной массе, что 6,3 раза выше показателя десятилетней давности [21]. По прогнозу, при таких темпах к 2030 г. российское индейководство выйдет на уровень в 650 тыс. т мяса индейки [22].

В рамках реализации Государственной программы осуществлялись реконструкция и модернизация производственных мощностей в птицеводстве. За 2015-2020 гг. введено 80 новых птицефабрик, реконструировано и модернизировано 74, дополнительное производство птицы на убой в них доведено до 1434,8 тыс. т (табл. 1.18).

Таблица 1.18

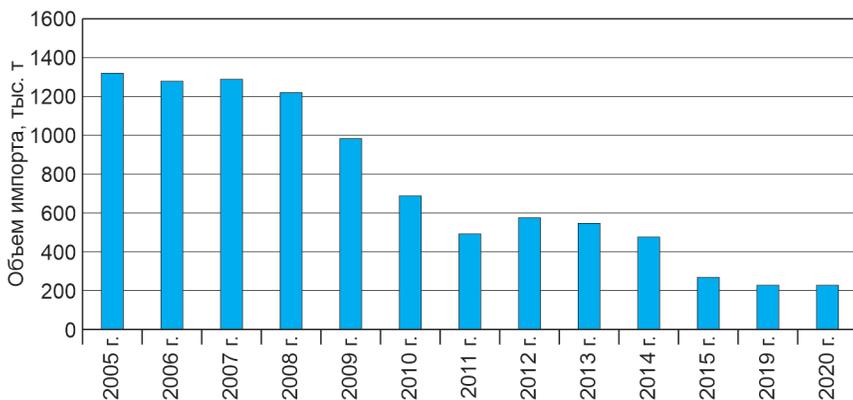
**Производство птицы на убой (в живой массе)
на вновь построенных
и модернизированных птицеводческих объектах**

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Число объектов:						
введенных новых	13	14	18	17	13	5
реконструированных и модернизированных	13	6	14	16	15	10

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Производство птицы на убой в живой массе, тыс. т	191	239	313,4	296,4	307	16,9
Объем производства птицы на убой (в живой массе) за счет реконструкции и модернизации объектов, тыс. т	41	12,7	5,9	4,7	1,7	14,7
Общий объем производства птицы на убой (в живой массе), полученный за счет ввода новых, реконструкции и модернизации имеющихся объектов, тыс. т	232	252	319,3	291,7	308,7	31,6
Доля дополнительного производства на построенных, реконструированных и модернизированных объектах в общем объеме производства птицы на убой (в живой массе), %	3,9	4,1	4,8	4,4	4,6	0,5

Следствием перепроизводства мяса птицы стало изменение объемов импорта и экспорта.

В 2020 г. в Российскую Федерацию ввезено 228,8 тыс. т мяса птицы (рис. 1.6), что составляет 3,4% общего объема производства. С 2016 г. наблюдаются приблизительно аналогичные размеры поставок, что указывает на стабилизацию объемов импорта – в период с 2001 по 2008 г. он превышал 1 млн т в год. До введения ограничений на ввоз мяса птицы более существенные объемы поступали из стран ЕС, США. В январе-феврале 2021 г. объем импорта снизился на 32,2% [21].



*Рис. 1.6. Импорт мяса птицы в Россию в 2005-2020 гг.
(составлено АБ-Центр по данным ВТО, ФТС РФ)*

Существенное расширение объемов экспорта мяса птицы, связанное с открытием для поставок китайского рынка в 2019 и 2020 г., является одним из показателей, характеризующих состояние развития отечественного мясного птицеводства. В 2020 г. на долю Китая пришлось 49,3% всех объемов, что соответствовало 294,8 тыс. т. За прошедшие 5 лет объемы выросли в 4,4 раза, за 10 лет – в 16,0 раза. В январе-феврале 2021 г. поставки несколько снизились – на 4,5% [21]. В 2020 г. в относительно крупных объемах (от 1 тыс. т и более) экспорт осуществлялся в 19 стран, с учетом относительно небольших объемов (от 0,1 тыс. т и выше) – в 35 стран.

Анализ современной ситуации показывает, что в среднесрочной перспективе (2022-2025 гг.) мясного птицеводства могут коснуться концептуальные изменения. Их первые сигналы были отмечены в 2021 г. ощутимым повышением цен на корма: рост средней цены на комбикорма для сельскохозяйственной птицы за полгода составил 17,5%, за год – 25,5%. Укрепление цен связано с ростом цен на зерно, что обусловлено мировой конъюнктурой и девальвацией рубля. Рост цен затронет не только зерно, но и другие составляющие кормовой базы (семена масличных культур, жмыхи, шроты).

Все более остро встает вопрос обеспечения предприятий инкубационным яйцом. По данным АГРОСПРОМ, производство инкубаци-

онных яиц в России в 2020 г. составило 3,56 млрд шт. Средняя цена бройлерного инкубационного яйца в России в 2021 г. увеличивалась с 14 до 30-35 руб. за штуку. Вспышки птичьего гриппа в странах Европейского союза приводят к ежегодным закрытиям поставок из Европы весной и осенью. В связи с этим в 2021 г. вырос импорт инкубационного яйца из Турции: импортируется около 20% потребности всех 224 бройлерных птицефабрик России. Более 60 птицефабрик, включая крупнейшие агрохолдинги, закупают яйцо за границей по прямым контрактам, остальные покупают его у трейдеров. Для изменения данной ситуации необходимо построить репродукторы первого и второго порядка стоимостью 20 млрд руб. [22]. Для снижения зависимости от импорта инкубационного яйца в бройлерном птицеводстве постановлением Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 утверждена Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы (ФНТП), в рамках которой предусмотрена подпрограмма «Создание отечественного конкурентоспособного кросса мясных кур в целях получения бройлеров», внедрение которой должно снизить уровень импортозависимости мясного птицеводства от импортной племенной продукции. 1 июня 2022 г. начато строительство селекционно-генетического центра (СГЦ) «Смена» в Сергиевом Посаде в рамках президентских проектов России, что позволит укрепить позиции России в мясном птицеводстве. Уже в 2023 г. появится возможность тиражировать в промышленное производство селекционную птицу российского кросса «Смена 9», который был создан в рамках Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства и уже подтвердил свою конкурентоспособность. Качественные характеристики кросса не уступают импортным аналогам. По плану, весной 2023 г. объект будет введен в эксплуатацию. СГЦ будет включать в себя пять научно-производственных площадок с птичниками и инкубаторием. Помимо производства инкубационного яйца, здесь будут вести научную работу по улучшению кросса. После ввода в промышленную эксплуатацию СГЦ будет ежегодно производиться до 1,3 млн суточных цыплят прародительских форм и 23 млн голов родительских форм. Его мощности позволят обеспечивать потребности российских птицефабрик.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СВИНОВОДСТВА И ПТИЦЕВОДСТВА С УЧЕТОМ КОНЦЕПЦИИ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

2.1. Наилучшие доступные технологии, снижающие уровень эмиссии аммиака в воздух при содержании свиней

При промышленном производстве продукции свиноводства на отечественных предприятиях применяются технологии содержания хряков-производителей, холостых, условно-супоросных, супоросных и подсосных свиноматок, свиней на откорме; выращивания поросят-отъемышей, ремонтного молодняка свиней; переработки, хранения и внесения навоза. Для обеспечения охраны окружающей среды данные технологии должны выполняться в соответствии с требованиями, предъявляемыми к наилучшим доступным технологиям, перечень которых определен в информационно-техническом справочнике НДТ, утвержденном в 2017 г. (ИТС НДТ 41-2017) [23]. Это создание системы экологического менеджмента (НДТ-1); управление материальными ресурсами и надлежащая организация производства (НДТ-2), кормление (НДТ-3), предотвращение загрязнений сточных вод от веществ, выделяемых при хранении и подготовке навоза (НДТ-4); управление системой водопровода, поения животных, водопользования, удаления, хранения, переработки навоза (НДТ-5), системой потребления энергетических ресурсов (НДТ-6) и энергоэффективностью (НДТ-7), снижением выбросов в атмосферу (НДТ-8), запаха (НДТ-9), пыли (НДТ-10), шума (НДТ-11), системой контроля ключевых параметров процесса производства (НДТ-12 – НДТ-15, системой обращения с отходами (НДТ-16).

Основная экологическая проблема в свиноводстве связана с составом, способом удаления, хранения, переработки и внесения навоза. Острота проблемы его хранения, переработки и утилизации подтверждается тем, что ежегодно в России на крупных свинокомплексах

образуется более 50 млн т навоза, а в качестве удобрения используется лишь около 25%. Навоз относится в III-IV классам опасности. По оценкам Минсельхоза России, платежи сельхозпредприятий за его хранения достигают 30 млрд руб. без учета штрафов за загрязнение окружающей среды. Для сельскохозяйственных предприятий при размещении отходов III класса размер штрафа от несанкционированного хранения навоза достигает 32 тыс. руб., IV – 8,0 тыс., V класса – 6,4 тыс. руб. за 1 т [24-26]. Проблему предлагается решить внедрением наилучших доступных технологий, применение которых должно снизить нагрузку на окружающую среду. Элементы экологического нормирования в свиноводстве с учетом концепции наилучших доступных технологий используются на новых и реконструируемых отечественных предприятиях.

Основным источником загрязнения окружающей среды при производстве продукции свиноводства являются токсичные вещества: аммиак, метан, различные соединения азота, фосфора, калия, а также запах и пыль. Уменьшения их количества можно добиться снижением объемов образуемого навоза и содержания соединений загрязняющих веществ в нем, эмиссии их в почву, воздух и воду.

На объем образуемого навоза оказывают влияние корм и вода, попадающие в навозосборники вследствие образования несъеденных остатков жидкого корма, неправильной регулировки оборудования для кормления сухим кормом, игры животных с ниппельными поилками. Для исключения россыпи корма и потерь воды рекомендуется регулярно проводить мониторинг состояния оборудования.

Свиноводческий комплекс на 108 тыс. голов каждый час выбрасывает в атмосферу около 160 кг аммиака, 14 кг сероводорода, 25 кг пыли. Исследования, проводимые за рубежом, показали, что наибольший объем эмиссии аммиака и его соединений образуется при содержании животных (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Объемы эмиссии аммиака и его соединений при различных видах деятельности на свиноводческих фермах Великобритании [27]

Процесс	Доля в общем объеме, %
Содержание животных	69,9
Хранение навоза	9,0
Внесение в почву (разбрасывание)	21,1
Итого	100

Технологии содержания животных на отечественных свиноводческих предприятиях определяются нормативными документами [28], в соответствии с которыми для содержания свиней применяются индивидуальные или групповые станки. Современные технологии предполагают их использование на сплошных, полностью или частично щелевых полах, что и определяет способ удаления навоза из свиноводческих помещений.

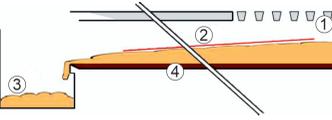
В основе эксплуатации системы навозоудаления на отечественных предприятиях – ряд условий, основными являются обеспечение использования продуктов переработки навоза в качестве органических удобрений, минимальный расход воды, соблюдение ветеринарно-санитарных, санитарно-гигиенических требований, охрана окружающей среды.

На старых отечественных фермах широко применяются механические (скребковые и автоматизированные штанговые транспортеры, скреперные установки), самотечные (самосплавные) и гидросмывные системы удаления навоза. При модернизации старых и строительстве новых свиноводческих предприятий широкое распространение получила апробированная за рубежом самотечная система периодического действия с использованием полностью или частично щелевых пластиковых или бетонных полов и транспортировки навозных стоков по полимерным трубам с «антиприлипающим» покрытием. Данная система может использоваться при содержании любой половозрастной группы свиней, обеспечивает соблюдение принципа «все свободно – все занято», небольшой расход воды, устраняет проблемы отложения твердой фракции навоза и способствует снижению эмиссии запахов по сравнению с другими системами удаления навозных стоков [29]. Максимальное годовое выделение аммиака по результатам анкетирования на отечественных свиноводческих предприятиях – 128,1358 т.

За рубежом к системам содержания животных предъявляются требования, обеспечивающие не только условия для реализации их генетического потенциала, но и соответствующие принципам снижения вредных выбросов при содержании.

Наилучшие доступные технологии удаления навоза из свиноводческих помещений, описанные в зарубежном справочнике [30], основаны на использовании систем полностью или частично щелевых полов или полов с подстилкой (табл. 2.2). Свиноводческие помещения проектируются с учетом сочетания системы содержания животных и удаления навоза.

НДТ удаления навоза из свиноводческих помещений, применяемые за рубежом

№ п/п	Технология	Описание		Результат
1	<p>Глубокая яма (в случае полностью или частично решетчатого пола) только при использовании в сочетании:</p> <ul style="list-style-type: none"> - управлением питанием; - системой очистки воздуха; - снижением рН суспензии;* - охлаждением навоза** 	<p>Станки оборудованы глубокой ямой под щелевым полом, что позволяет хранить навозную суспензию между нечастыми удалениями. Для свиней на откорме можно использовать переливной канал для навоза. Удаление навоза проводится не реже одного раза в два месяца, если нет технических ограничений (например, вместимость хранилища)</p>	 <p><i>Схема удаления навоза под полностью или частично щелевым полом за счет перелива в глубокую яму:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 1 – щелевой пол; 2 – уклон 1,5-3%-ный, образующий поверхность навоза; 3 – приямок; 4 – слой жидкого навоза, удерживаемый кромкой 	<p>Площадь поверхности навоза такая же, как и поверхности, где размещены животные, поэтому выбросы аммиака будут самыми высокими при использовании этой системы, поэтому она считается референтной (по отношению к ней определяется уровень снижения выбросов).</p> <p>Выбросы аммиака можно сократить, если применять такие меры, как снижение рН навоза, его охлаждение.</p> <p>С другой стороны, при оптимальном микроклимате в помещении выбросы аммиака не превысят значения по сравнению с другими технологиями. Сокращение выбросов аммиака зависит от типа конструкции пола загона, но в основном от охлаждающего эффекта на квадратный метр. Исследования, проведенные в Дании, показали, что выбросы аммиака сокращаются на 10% на каждые 10 Вт/м² дополнительного</p>

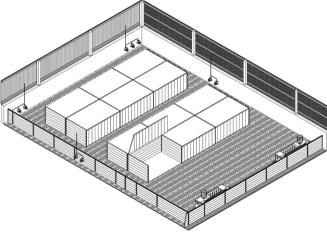
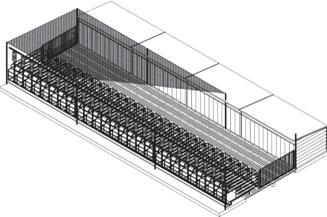
				<p>охлаждающего эффекта, т.е. уллучивание аммиака снижается на 5-10% на каждый градус понижения температуры</p>
	<p>*Серная кислота добавляется к навозу, чтобы снизить pH примерно до 5,5. Добавление можно проводить в технологическом резервуаре с последующей аэрацией и гомогенизацией. Часть обработанного навоза перекачивается обратно в приемок-хранилище под полами жилья. Система очистки полностью автоматизирована. До (или после) разбрасывания на кислых почвах может потребоваться добавление извести для нейтрализации pH почвы. В качестве альтернативы подкисление можно проводить непосредственно в хранилище навоза или непрерывно во время внесения удобрений.</p> <p>**Снижение температуры навоза (обычно менее 12°C) достигается за счет установки системы охлаждения над навозом, над бетонным полом или в полу. Применяемая интенсивность охлаждения может составлять от 10 до 50 Вт/м² для супоросных свиноматок и свинок на откорме, содержащихся на частично решетчатом полу. Система состоит из труб, по которым циркулирует хладагент или вода. Трубы подключены к теплообменному устройству для рекуперации энергии, которая может использоваться для обогрева других частей фермы. Приемок или каналы необходимо часто опорожнять из-за относительно небольшой поверхности труб</p>			
<p>2</p>	<p>Самотечная система удаления навоза периодического действия (в случае полностью или частично решетчатого пола)</p>	<p>Отверстия на дне ямы или канала соединены с выпускной трубой, по которой навозная жижа перемещается в наружное хранилище. Навоз часто сбрасывается путем открытия клапана или заглушки в основной навозный канал (трубу), т.е. один или 2 раза в неделю. Образовавшийся небольшой вакуум позволяет полностью опорожнить яму или канал. Прежде чем система сможет работать должным образом (чтобы вакуум был эффективным), необходимо получить определенную глубину взвеси</p>		<p>Сокращение выбросов метана, эквивалентное 65%, было изменено в Испании для свинок на откорме</p>

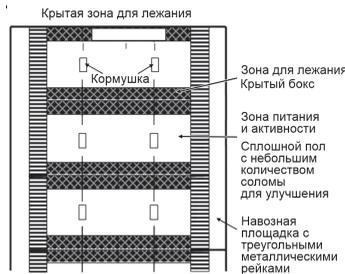
№ п/п	Технология	Описание	Изображение	Результат
3	Наклонные стены в канале навозоотведения (в случае полностью или частично решетчатого пола)	Канал для навоза образует V-образную секцию с точкой выброса вниз. Наклон и гладкость поверхности облегчают удаление навозной жижи. Удаляют навоз не реже 2 раз в неделю		<p>В сочетании с частично решетчатым полом и частым удалением навоза этот метод может снизить выбросы до 65%.</p> <p>Установлено сокращение выбросов на 45% при групповом содержании супоросных свиноматок с кормовыми стойлами по сравнению с системой полностью решетчатого пола с глубокой ямой</p>
4	Скрепер для частого удаления навоза (в случае полностью или частично решетчатого пола)	По бокам от центрального желоба имеется V-образный канал с двумя наклонными поверхностями, по которому моча может отводиться в сборную яму через слив в дне навозного канала. Из ямы твердая фракция навоза часто (например, ежедневно) удаляется скрепером. Рекомендуется нанесение покрытия на очищенный пол для получения гладкой поверхности		<p>За счет установки V-образного скребка под щелевым полом можно добиться общего снижения выбросов аммиака примерно на 40%.</p> <p>В станках с частично щелевым полом и скрепком для навоза частое удаление навоза из навозной ямы за пределами здания снижает выбросы от 40% (0,36 кг NH₃ на свиноферму в год (Италия) до 70% (0,18 кг NH₃ на свинарник в год), (Нидерланды и Бельгия) по сравнению с полностью щелевым полом с глубокой навозной ямой</p>

<p>5</p>	<p>Удаление навоза смывом (в случае полностью или частично решетчатого пола)</p>	<p>Удаление (например, один или 2 раза в день) навоза осуществляется путем промывки каналов сброженной массой из биогазовой установки (не имеет запаха и твердых компонентов, содержание сухого вещества не выше примерно 5%) или водой. Сброженная масса может быть аэрирована перед промывкой. Этот прием можно комбинировать с отдельными вариантами дна каналов или ям, например желоба, трубы или постоянный слой навозной жижи.</p> <p><i>Желоба</i> Неглубокие пластиковые или металлические каналы (шириной не более 60 см, глубиной 20 см с наклоном сторон 60°) укладывают в навозном канале под полностью или частично щелевыми полами. Овальная форма способствует уменьшению поверхности навоза, контактирующей с воздухом, и естественному оттоку мочи</p>		<p>Выбросы снижаются на 40-65% в зависимости от категории свиней и наличия частично щелевых полов после промывки 2 раза в день жидкой фракцией навозной жижи.</p> <p>В сочетании с пластиковыми или железными решетками и удалением навоза 2 раза в день путем промывки снижает выбросы NH_3 на 60 % (3,3 кг NH_3). на свиноматку в год (Нидерланды и Бельгия). Данные по другим категориям свиней (свиньи на откорме и свиноматки холостые и супоросные) предполагают уменьшение выбросов на 40%.</p> <p>В станках с полностью щелевым полом ограничение поверхности навоза в канале для навоза и удаление его 2 раза в день путем промывки позволяют добиться сокращения выбросов на 40% при использовании неаэрируемой навозной жижи и 50% – с аэрацией навозной жижи.</p>
----------	--	--	--	---

№ п/п	Технология	Описание	Результат	
		<p><i>Трубы</i> Трубы из ПВХ с продольными щелевыми отверстиями встраиваются в бетон, образуя щелевую поверхность. Жидкость стекает в эти щели</p> <p><i>Промывочные каналы с постоянным слоем</i> Каналы под решетчатым полом заполняются 10-сантиметровым слоем навозной жижи. Общим для всех вариаций является наклон каналов (около 0,5%), что облегчает удаление взвеси при промывании и обеспечивает естественный непрерывный отток мочи</p>	<p>Реечный пол с каналами для смыва азрированной жидкой фракции навозной жижи</p> <p>Каналы для смыва азрированной жидкой фракции навозной жижи</p> <p>Реечный пол</p> <p>Яма для навозной жижи</p> <p>Сплошной пол</p> <p>Реечный пол</p> <p>Каналы с навозным слоем для смыва азрированной жидкой фракции навозной жижи</p> <p>Наружный отстойник</p>	<p>В станках с частично щелевым полом удаление навоза 2 раза в день путем промывки и быстрого его сброса на решетчатую площадку с использованием стальных перекладин обеспечивает снижение выбросов на 65%</p>
6	Уменьшенный навозный канал (в случае частично решетчатого пола)	Станок оборудован узким каналом шириной около 0,6 м в торцевой стороне индивидуального станка	<p>Треугольные металлические рейки</p> <p>Навозная яма</p> <p>max 0,60 м</p>	<p>Уменьшение поверхностей выброса за счет меньшего размера навозохранилища и быстрого удаления навоза с перекладин щелевого пола снижает выбросы аммиака на 20-40%. Эффективность работы техники зависит от качества очистки планок</p>

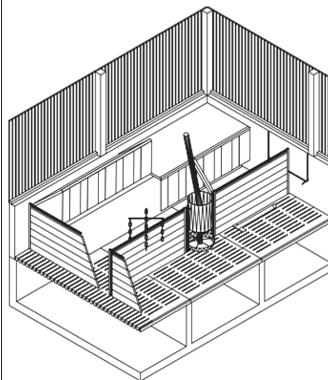
				<p>По сообщениям из Дании, станок для опороса с частично щелевым полом и уменьшенным навозным каналом производит примерно вдвое меньше выбросов, чем системы с полностью щелевым полом. Сообщается также о случаях снижения содержания аммиака до 34%.</p> <p>В Испании было измерено снижение содержания аммиака на 42% при групповом содержании свиней на откорме</p>
<p>7</p>	<p>Глубокая подстилка (в случае сплошного бетонного пола)</p>	<p>Полностью бетонный пол, покрытый слоем соломы или другого материала. Навоз удаляют 2 раза в неделю.</p> <p>В качестве альтернативы в системе глубокой подстилки сверху добавляется свежая солома, а накопленный навоз удаляется в конце цикла выращивания. Отдельные функциональные зоны могут быть организованы в зоны для лежания, кормления, прогулок и дефекации</p>	<p><i>Пол с подстилкой с решетчатой зоной кормления</i></p> <p><i>Система сплошного бетонного пола с соломой и электронными кормушками для свиноматок</i></p>	<p>Выбросы аммиака снижаются за счет уменьшения площади поверхности навоза, регулирования дефекации свиноматок и при наличии решетчатого пола за счет изменения состава навоза. Достигается это организацией содержания, направленной на поощрение естественного поведения свиноматок, и специального обращения с навозом и соломой</p>

№ п/п	Технология	Описание	Результат	
8	Комбинированное содержание	<p>В помещениях с естественной вентиляцией организуют отдельные функциональные зоны. Зона отдыха (около 50-60% общей площади) состоит из выровненного утепленного бетонного пола с крытыми утепленными боксами, с навесной крышей, которую можно поднимать или опускать для регулирования температуры и вентиляции. Места для кормления расположены на решетчатом полу с ямой для навоза под ним, откуда навоз удаляется с помощью самотечной системы периодического действия. На сплошном бетонном полу можно использовать солому</p>	 <p><i>Система содержания для супоросных свиноматок</i></p>  <p><i>Система для холостых и супоросных свиноматок с индивидуальными станками для кормления</i></p>	<p>Сокращение выбросов аммиака достигается за счет меньшей площади поверхности навоза в яме под частично решетчатым полом. Выбросы сокращаются также из-за менее строгих требований к температуре и разделения функциональных зон. Если положить немного соломы на твердый бетонный пол в зоне отдыха, то это предотвратит загрязнение пола, а следовательно, уменьшит выбросы в атмосферу. Данная система имеет низкое энергопотребление из-за допустимой более низкой температуры в помещении</p>



Вид сверху

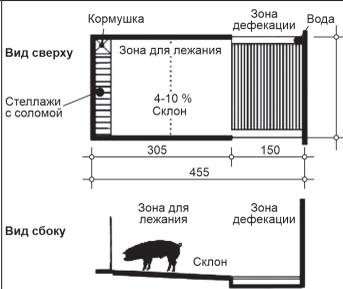
Система содержания для отъемышей

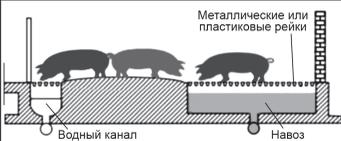
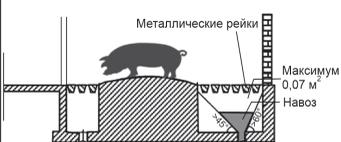
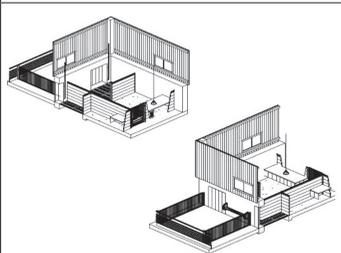


Система содержания для откормочного поголовья

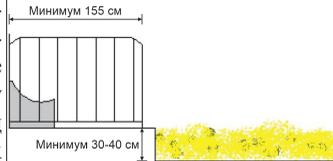
В Германии зафиксировано сокращение выбросов аммиака на 25% поросятами-отъемышами в помещениях с естественной вентиляцией и боксами для отдыха

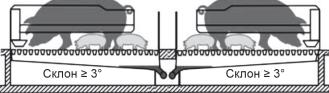
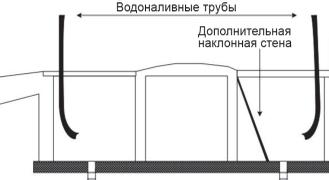
Для свиней на откорме потенциальные выбросы аммиака примерно на 35% ниже в помещениях с естественной вентиляцией, чем с принудительной и полностью решетчатым полом.
В Нидерландах зафиксировано сокращение выбросов на 36% по сравнению с полностью щелевым полом

№ п/п	Технология	Описание	Результат	
9	Система перемещения соломы (в случае сплошного бетонного пола)	<p>Свиней выращивают в станках, где определены наклонная зона отдыха с твердым полом и соломенной подстилкой и зона дефекации. Солому добавляют ежедневно. При движении свиньи перемещают подстилку вниз по склону загона (4-10%) к зоне дефекации, из которой навоз ежедневно удаляется скребком. Зона дефекации орошается водой</p>		<p>В исследовании, проведенном в Бельгии (Валлония), данная система показала в 2,7 раза больше выбросов аммиака, чем система глубокой подстилки с использованием соломы, кроме того, они были намного выше по сравнению с обычной системой с щелевым полом предположительно из-за быстрого разложения мочевины на загрязненной поверхности загона, несмотря на разделение жидкой и твердой фракций навоза и хранение жидкой фракции (около пятой части) в закрытом резервуаре. Ежедневное удаление твердого навоза могло способствовать выбросам аммиака при аэрации. В том же исследовании были измерены более низкие выбросы метана, но разницы в выбросах оксида азота по сравнению с системой полностью щелевого пола с удалением жидкого навоза в конце цикла не было</p>

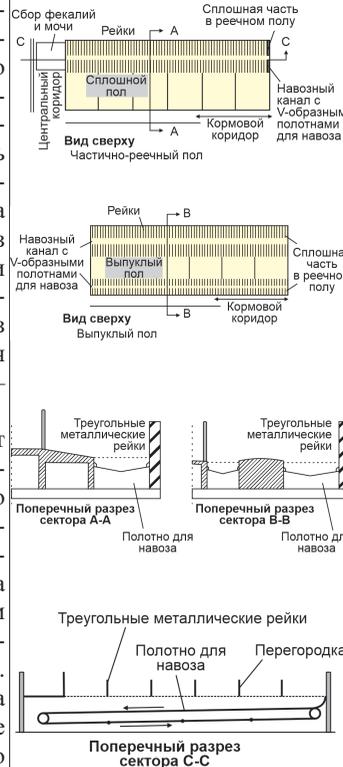
<p>10</p>	<p>Выпуклый пол и отдельные каналы для навоза и воды (в случае частично решетчатых загонov)</p>	<p>Каналы для навоза и воды устроены по противоположным сторонам выпуклого и гладкого монолитного бетонного пола. Водяной канал устанавливается под той стороной загона, где свиньи обычно едят и пьют. Воду для мытья загонov можно использовать для заполнения каналов для воды. Канал частично заполнен водой не менее чем на 10 см. Канал для навоза может быть оборудован водосточными желобами или наклонными стенками, которые обычно 2 раза в день промывают, например, водой из другого канала или жидкой фракцией навоза (содержание сухого вещества не превышает 5%)</p>	 <p><i>Частично решетчатый пол с неглубокой навозной ямой и водосточным желобом для отработанной питьевой воды в сочетании с выпуклым полом</i></p>  <p><i>Выпуклый пол с треугольными металлическими планками в сочетании с системой разгрузки и наклонными стенками в канале для навоза</i></p>	<p>Сокращение выбросов аммиака на 65% (метод сочетается с наклонными стенками в канале для навоза)</p>
<p>11</p>	<p>Комбинация станков и выгула</p>	<p>Станки для опороса оборудованы отдельными функциональными зонами: для лежания, выгула и дефекации с решетчатым или перфорированным полом, кормления на сплошном полу. Поросята обеспечиваются подстилкой и крытым гнездом.</p>		<p>Не сообщается о различиях по сравнению с обычно применяемой системой со станками для опороса и глубокой ямой для навоза</p>

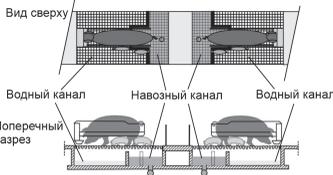
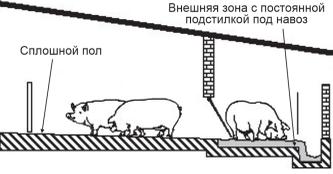
№ п/п	Технология	Описание	Результат
		<p>Навоз часто удаляют скребком. Твердый навоз ежедневно убирают вручную с твердых участков пола. Подстилка предоставляется регулярно. Выгул может быть объединен с системой</p>	
12	Индивидуальные боксы с твердым полом и зона активности с соломенной подстилкой	<p>Свиноматок содержат в групповых станках от 6 до 12 животных, разделенном на две функциональные зоны: зону активности с подстилкой и ряд боксов по количеству животных для кормления/отдыха с твердым полом.</p> <p>Навоз улавливается соломой или другим материалом, который регулярно доставляется и заменяется.</p> <p>Ширина боксов от 0,50 до 0,65 м, длина не менее 1,55 м. В начале каждого производственного цикла солому распределяют в зоне активности так, чтобы разница по высоте между подстилкой и уровнем бокса была не более 10 см</p>	<p>Снижение выбросов аммиака достигается благодаря содержанию подстилки в чистоте и сухости, а также регулярной ее замене</p>



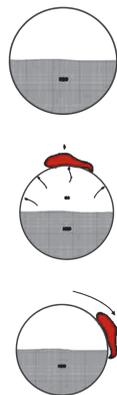
<p>13</p>	<p>Поддон для навоза (в случае полностью или частично щелевого пола)</p>	<p>Под решетчатый пол укладывается поддон с уклоном не менее 3° в сторону центрального навозного канала. Навоз сбрасывается, когда его уровень достигает примерно 12 см. При наличии водного канала поддон можно разделить на секции для воды и навоза</p>		<p>По сравнению с технологией содержания с щелевым полом и глубоким навозосборником уменьшились выбросы аммиака на 65%. Об этом сообщается в руководящем документе ЕЭК ООН по снижению выбросов аммиака. По результатам испытаний, проведенных в Испании, измеренное снижение выбросов аммиака составило 32% по сравнению с контрольными станками с полностью щелевым полом и глубокой навозосборной ямой</p>
<p>14</p>	<p>Сбор навоза в воду</p>	<p>Навоз собирается в воде, оставшейся в канале после очистки. После каждого цикла выращивания и перед чисткой станков из канала удаляют навозную жижу. Вода поступает в канал до тех пор, пока не будет достигнут уровень около 120-150 мм. Систему можно комбинировать с полностью щелевым полом, частично щелевым полом с навозным каналом или частично щелевым полом с центральным выпуклым полом</p>		<p>Выбросы аммиака сокращаются благодаря разбавлению навоза водой в каналах</p>

№ п/п	Технология	Описание	Результат
15	Навозоуборочный транспортер с V-образным полотном (в случае частично щелевого пола)	<p>V-образное полотно навозоуборочного транспортера перемещается внутри навозного канала, размещенного под станками с частично щелевым полом, покрывая всю поверхность навозного канала, так что фекалии и моча сбрасываются на него. Полотно изготавливается из пластика, полипропилена или полиэтилена. Частота разделного сброса мочи и фекалий из животноводческого помещения в закрытое хранилище навоза – не менее 2 раз в день.</p> <p>V-образные полотна могут укладываться в каналы, размещаемые в станках с частично щелевыми полами и с наклонным сплошным полом (4,5-5°) в передней части загона или с выпуклым сплошным полом с двумя навозопроводами спереди и сзади загона. Система содержания должна обеспечивать площадь в станке в диапазоне 0,75-1 м² на одно</p>	<p>Выбросы аммиака, измеренные в Нидерландах, ниже на 58-70% (в зависимости от площади на одну свинью), чем при традиционной системе содержания с глубокой ямой под щелевым полом, а выбросы запаха – на 74% по сравнению со стандартным коэффициентом выбросов, используемым в Нидерландах для свинок (23 ОЕ/с на одно животное)</p>



<p>16</p>	<p>Комбинация каналов для воды и навоза (в случае полностью щелевого пола)</p>	<p>животное, из которых не менее 0,30 м² на одно животное должно быть сплошным</p> <p>Свиноматка содержится в фиксированном месте (с использованием бокса для опороса) с определенной зоной дефекации. Яма для навоза разделена на широкий канал для воды спереди и небольшой канал для навоза сзади с уменьшенной поверхностью навоза. Передний канал частично заполнен водой</p>		<p>В целом комбинация каналов для навоза и воды позволит снизить выбросы аммиака на 40-50% (зависит от размера канала для воды) по сравнению с системой полностью щелевого пола с глубокой навозосборной ямой. Уровень выбросов аммиака может быть снижен более чем на 50% по сравнению с типичными уровнями выбросов в помещениях с частично щелевым полом и глубоким навозосборником (Нидерланды и Бельгия)</p>
<p>17</p>	<p>Глубокая подстилка в зоне активности (в случае сплошного бетонного пола)</p>	<p>Маленькая дверца позволяет свинье выходить испражняться во внешний проход с бетонным полом, покрытым соломенной подстилкой. Навоз попадает в канал, откуда его соскребают один раз в день. Система сочетает в себе сплошной бетонный пол внутри зоны без подстилки и внешнюю зону с подстилкой, которая используется свиньями для дефекации.</p>		<p>Выбросы аммиака сокращаются на 20-30% по сравнению с системой полностью щелевого пола</p>

№ п/п	Технология	Описание	Результат
		Расход подстилки – 0,3 кг соломы на свинью в день. Зона с подстилкой имеет небольшой уклон (4%), который заканчивается навозным каналом со скребком. Передвигаясь в зоне с подстилкой, животные проталкивают солому в навозный канал, который имеет перфорированную область для отделения жидкой фракции непосредственно перед местом, где твердая фракция перетаскивается вверх к куче навоза. Навозная куча также осушается, а жидкость (примерно 0,5-2 л на свинью в день) собирается в подходящую емкость под хранилищем	
18	Использование плавающих шаров в канале для навоза	Шары, наполовину заполненные водой и изготовленные из специального пластика с нелипким покрытием, плавают на поверхности навозных каналов	Снижению выбросов способствует уменьшение поверхности навоза в навозных каналах, так как большая часть его поверхности покрыта шарами.



Испытания, проведенные в Нидерландах, показали, что данная система в среднем позволяет сократить выбросы аммиака на 28% по сравнению с той же системой содержания без плавающих шаров. Измеренные выбросы аммиака после применения этого метода в системах содержания свиней на откорме эквивалентны 2,3 кг NH_3 на человека в год. В случае комбинации плавающих шаров с добавлением 1%-ной бензойной кислоты выбросы аммиака уменьшаются до 42%

Применение данных технологий обеспечивает снижение уровня эмиссии аммиака в воздух при содержании свиней (табл. 2.3).

Таблица 2.3

Уровни выбросов аммиака в воздух, связанные с НДТ, при содержании свиней

Параметр	Категория животных	Уровень эмиссии аммиака ¹ на свиноместо в год, кг
Аммиак	Холостые и супоросные свиноматки	0,2-2,7 ^{2,3}
	Подсосные свиноматки (включая поросят)	0,4-5,5 ⁴
	Поросята-отъемыши	0,03-0,53 ⁵
	откормочное поголовье	0,1-2,6 ^{6,7}

¹Нижний предел диапазона связан с использованием системы очистки воздуха.

²Для существующих помещений, использующих глубокую яму в сочетании с методами управления кормлением, верхний предел нормы расхода составляет 4,0 кг NH₃ на свиноместо в год.

³Для помещений, использующих НДТ, верхний предел составляет 5,2 кг NH₃ на свиноместо в год.

⁴Для существующих помещений, использующих НДТ в сочетании с методами управления питанием, верхний предел составляет 7,5 кг NH₃ на свиноместо в год.

⁵Для помещений, использующих НДТ, верхний предел составляет 0,7 кг NH₃ на свиноместо в год.

⁶Для существующих помещений, использующих глубокую яму в сочетании с методами управления питанием, верхний предел нормы составляет 3,6 кг NH₃ на свиноместо в год.

⁷Для помещений, использующих НДТ, верхний предел НДТ составляет 5,65 кг NH₃ на свиноместо в год.

Таким образом, для уменьшения эмиссии аммиака в воздух следует придерживаться следующих принципов:

- уменьшение эмиссионной поверхности навоза;
- увеличение частоты удаления навозной жижи (или твердого навоза) из ямы или канала во внешнее хранилище;
- охлаждение навоза;
- изменение химических/физических свойств навоза, например снижение рН;
- использование гладких и легко чистящихся поверхностей;
- управление характеристиками воздуха в помещении (воздухообмен, скорость, температура и др.) и экскректоромным поведением животных;
- впитывание экскрементов в подстилку и правильное обращение с подстилкой (содержание ее в сухости и чистоте).

2.2. Наилучшие доступные технологии, снижающие уровень эмиссии аммиака в воздух при содержании птицы

При производстве продукции птицеводства на отечественных предприятиях применяются промышленные технологии, основанные на выращивании ремонтного молодняка, бройлеров (при производстве мяса птицы); содержании прародительского и родительского стада, промышленного стада кур-несушек (при производстве яиц); инкубации яиц [31-33]. Большое скопление птицы на ограниченных площадях приводит к тому, что в окружающую среду выделяется значительное количество пыли, вредных газов и специфических запахов (табл. 2.4, 2.5). Особенно сильное загрязнение воздушной среды происходит из-за выбросов отработанного воздуха из птичников, цехов уоя и инкубаториев, причем наиболее высокое содержание вредных веществ отмечается в воздухе, удаляемом из птичников.

Таблица 2.4

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от птицеводческих предприятий в России [34]

Источник выброса	Наименование вещества	Метод очистки, повторного использования	Объем и/или масса выбросов загрязняющих веществ в год, т		Предельно допустимая концентрация, мг/м ³	
			диапазон	среднее значение	максимальная разовая	среднесуточная
Птицеводческое хозяйство	Азота диоксид	Отсутствуют	0,0003-512,8	16,74	-	-
	Азота оксид		0,00005-48,32	3,14	0,4	0,06
	Аммиак		0,016-593,24	41,1	0,2	0,04
	Взвешенные вещества		0,00014-279,7	18,8	-	-
	Метан		0,01-1143,5	62,33	-	-
	Сероводород		0,00056-165,71	4,54	0,08	-
	Серы диоксид		0,00003-156,53	4,58	0,5	0,05
	Углерода оксид		0,002-562,96	36,03		

**Выбросы загрязняющих веществ в водные объекты
от птицеводческих предприятий в России [34]**

Источник выброса	Наименование вещества	Направление сбросов (в водный объект, в системы канализации)	Метод очистки, повторного использования	Объем и/или масса выбросов загрязняющих веществ после очистки в год, т	
				диапазон	среднее значение
Предприятие в целом	Азот	Водные объекты	Полная биологическая очистка с фильтрованием на зернистых фильтрах	8,312-22,317	13,137
	Фосфор			0,69-0,712	0,696
Предприятие в целом	Азот	Водные объекты	Биологические очистные сооружения	0,009-46,9	11,47
	Фосфор			0,005-8,3	1,27
Цех убоя и переработки	Азот	Водные объекты	Биологические очистные сооружения	0,23-0,8	3,91
	Фосфор			0,11-0,67	0,55
Предприятие в целом	Азот	Накопители	Канализационные очистные сооружения	2,0-57,8	19,05
	Фосфор			0,16-11,1	5,37
Предприятие в целом	Азот	Водные объекты	Биологические очистные сооружения с аэрацией и биологическими прудами	0,62-5,7	0,8
	Фосфор			0,14-0,55	0,18

Рациональное размещение объектов птицефабрик, санитарно-защитное зонирование и другие мероприятия помогают в некоторой степени защитить атмосферный воздух селитебной зоны. Однако сохраняющаяся высокая концентрация микроорганизмов, пыли и газообразных вредных веществ не позволяет рассматривать рациональное размещения птицеводческих предприятий как единственное средство по защите окружающей среды.

Данная проблема решается проведением технологических и санитарно-технических мероприятий, в частности применением технологий, снижающих эмиссию аммиака в воздушное простран-

ство при интенсивном выращивании сельскохозяйственной птицы. В России их основой являются система содержания птицы, способ и частота удаления помета, за рубежом – кроме этого, способы, направленные на очистку, обеззараживание и дезодорацию воздуха, удаляемого из помещений, где содержится птица.

При наиболее распространенной в России системе содержания птицы (в многоярусных клеточных батареях) помет из птичников удаляется ленточными транспортерами, при напольном содержании – мобильными механизированными средствами. Практика показывает, что уровень эмиссии вредных веществ из птичника зависит от частоты удаления помета. Однако в информационных источниках отсутствуют данные о влиянии частоты его удаления на уровень вредных выбросов из птичников на российских предприятиях.

За рубежом наилучшие доступные технологии, снижающие выбросы в воздух аммиака из птичников для кур-несушек, бройлеров, молодняка, родительского стада бройлеров, основаны на системах клеточного и альтернативного (на глубокой подстилке и в вольерах) содержания (табл. 2.6).

В соответствии с Директивой Совета 1999/74/ЕС от 19 июля 1999 г. с 2012 г. традиционные клетки запрещены для кур-несушек и разрешены только улучшенные клетки и альтернативные (не клеточные) системы содержания. В соответствии с положениями рекомендаций, касающихся домашней птицы (*gallus gallus*) (прил. II), принятой Советом Европы в 1995 г., улучшенные клетки должны быть оборудованы насестами, подстилкой и гнездом. Старые клетки, не отвечающие этим требованиям, можно использовать только до выработки ресурса.

Молодняк рекомендуется выращивать с использованием таких же систем содержания, как и для взрослого стада кур-несушек, – улучшенные клетки и альтернативные системы (на глубокой подстилке и в вольере). Такой подход позволяет молодняку быстрее адаптироваться при переводе во взрослое стадо.

Родительское стадо бройлеров содержится на глубокой подстилке и в вольерах.

НДТ содержания птицы и удаления помета

Система содержания	Описание
Клеточная: на основе традиционных клеток	Клетки обычно расположены на трех или более ярусах. Клетки для родительского стада оснащаются насестами, подстилкой и гнездом, системами кормораздачи для кур и петухов (при совместном содержании)
на основе улучшенных клеток	Улучшенные клетки имеют наклонный пол, изготовленный из сварной проволочной сетки или пластиковых планок, оснащены приспособлениями для реализации естественного поведения (песочные ванны, когтеточки, насесты) и увеличенным пространством для кормления, поения, гнездования и сбора яиц. Вместимость клеток может варьироваться от 10 до 60 птиц. Клетки обычно расположены на трех или более ярусах
Альтернативная: на глубокой подстилке с ямой для помета (одноярусная, комбинированные полы)	Одна треть всего пола в корпусе покрыта подстилкой (песком, древесной стружкой, соломой). Оставшаяся площадь – решетчатая, под ней находится яма для помета. Системы кормления и поения расположены над решетчатой зоной. Внутри или снаружи корпуса могут быть установлены веранды и системы свободного выгула
в вольерах (многоярусная)	Вольеры разделены на функциональные зоны для кормления, поения, кладки яиц и отдыха. Полезная площадь увеличивается за счет приподнятых решетчатых полов, на которых поярусно размещены открытые клетки. Решетчатая площадь составляет от 30 до 60% общей площади пола. На последнем ярусе – подстилка. При содержании кур-несушек и бройлеров система может быть объединена с верандами (с системой свободного выгула или без нее)

За рубежом при выращивании бройлеров традиционно применяется содержание на глубокой подстилке. Плотность посадки и продолжительность периода выращивания птицы влияют на объем эмиссии аммиака: увеличение массы тела птицы во время выращивания подразумевает образование больших объемов помета и уплотнение подстилки. Эмиссия аммиака зависит также от типа вентиляции и отсутствия протечек в системе поения птицы.

Уменьшению эмиссии аммиака и других вредных веществ способствуют технологии, определяемые как НДТ, в соответствии с которыми помет удаляется с определенной частотой с помощью стационарного и мобильного оборудования (табл. 2.7, 2.8).

Таблица 2.7

**НДТ, уменьшающие эмиссию аммиака в воздух,
при различных системах содержания для кур-несушек,
родительского стада бройлеров и молодняка за рубежом**

Наименование	Описание
Удаление помета с помощью ленточных транспортеров (в случае улучшенных или традиционных клеточных систем) при частоте удаления: один раз в неделю с сушкой за счет принудительной вентиляции; 2 раза в неделю без сушки	Под клетками размещены ленты для удаления навоза. Периодичность удаления – один раз в неделю (с сушкой) или чаще (без сушки). Лента для сбора навоза может вентилироваться для его сушки. Можно использовать также воздушную сушку с принудительным перемешиванием на навозной ленте
Удаление помета ленточным или скребковым транспортером (при содержании на глубокой подстилке с ямой для помета)	Помет удаляют скребковым (периодически) или ленточным транспортером (один раз в неделю для высушенного навоза, 2 раза в неделю без сушки)
Нечастое удаление помета в сочетании с принудительной вентиляцией (в случае глубокой подстилки с ямой для помета) с дополнительными мерами, например повышения содержания сухого вещества в помете, применения системы очистки воздуха	Система глубокой подстилки сочетается с нечастым удалением помета, например в конце цикла выращивания. Обеспечивается минимальное содержание сухого вещества в помете – 50-60%. Достигается это с помощью соответствующей системы принудительной вентиляции (например, вентиляторы и вытяжка воздуха, расположенные на уровне пола)

Наименование	Описание
Принудительная воздушная сушка помета воздухом, подаваемым по трубам (при содержании на глубокой подстилке с ямой для помета)	Система глубокой подстилки сочетается с сушкой помета с помощью принудительной вентиляции. Подаваемый через трубы воздух (например, при температуре 17-20°C и 1,2 м ³ /птица) распределяется над пометом, хранящимся под решетчатым полом
Принудительная воздушная сушка помета с использованием перфорированного пола (при содержании на глубокой подстилке с ямой для помета)	Система глубокой подстилки оснащена перфорированным полом, который обеспечивает принудительную продувку воздуха под пометом. Помет удаляют в конце цикла выращивания
Ленточные пометоуборочные транспортеры (при вольерном содержании)	Помет собирается на ленте под решетчатым полом и удаляется не реже одного раза в неделю. Система может сочетаться с принудительной сушкой помета воздухом. Подстилку и твердый пол можно комбинировать в вольерах для молодки
Принудительная сушка подстилки с использованием воздуха в помещении (при содержании на глубокой подстилке)	При содержании на глубокой подстилке можно применять системы рециркуляции воздуха в помещении. С этой целью могут использоваться вентиляторы, теплообменники и др.

Таблица 2.8

**НДТ, уменьшающие эмиссию аммиака в воздух
при различных системах содержания бройлеров за рубежом**

Наименование	Описание
Принудительная вентиляция и открытая система поения (в случае сплошного пола с глубокой подстилкой)	Помещение закрыто и хорошо изолировано, оборудовано естественной или принудительной вентиляцией, может быть объединено с верандой и / или системой свободного выгула. Твердый пол полностью покрыт подстилкой, которую при необходимости можно добавлять. Изоляция пола (например, бетонная, глиняная, мембранная)
Естественная вентиляция, открытая система поения (в случае сплошного пола с глубокой подстилкой)	

Наименование	Описание
	предотвращает конденсацию воды в подстилке. Помет удаляют в конце цикла выращивания. Конструкция и эксплуатация системы поения предотвращают утечку и попадание воды на подстилку
Принудительная система осушения подстилки, использующая внешний воздух (в случае сплошного пола с глубокой подстилкой)	В системе напольного содержания на глубокой подстилке для ее сушки можно использовать системы рециркуляции воздуха в помещении – вентиляторы, теплообменники и/или нагреватели
Подстилка на ленточном транспортере и принудительное воздушное осушение (в случае многоярусной системы содержания)	Многоярусная система, оборудованная лентами пометоудаления, покрытыми подстилкой. Между батареями клеток оставлены коридоры для вентиляции. Воздух поступает через один коридор и направляется к подстилочному материалу на ленте пометоудаления. Подстилку удаляют в конце цикла выращивания. Система может использоваться на начальной стадии (цыплята-бройлеры выводятся и выращиваются в течение ограниченного времени на лентах с подстилкой в многоярусной системе)
Нагревание или охлаждение пола с подстилкой (в случае системы комбидек)	Замкнутый контур подачи воды установлен под полом, а другой построен на более глубоком уровне для хранения избыточного тепла или возврата его в птичник при необходимости. Тепловой насос соединяет два водяных контура
Использование систем очистки воздуха, таких как: кислотный скруббер	Отработанный воздух пропускается через фильтр (например, уплотненную стенку), где распыляется циркулирующая жидкость (например, серная кислота). Содержание аммиака может быть снижено на 70-95%.

Наименование	Описание
двух- или трехстадийные системы очистки воздуха	В двухступенчатой системе первая ступень (мокрый кислотный скруббер) обычно комбинируется с биоскруббером (вторая ступень). В трехступенчатой системе первая ступень, состоящая из водяного скруббера, обычно объединяется со второй ступенью (мокрый кислотный скруббер), за которой следует биофильтр (третья ступень). Содержание аммиака может быть снижено на 70-95%
биоскруббер	Башенный фильтр с инертным материалом, который обычно поддерживается постоянно влажным путем разбрызгивания воды. Загрязнители воздуха поглощаются в жидкой фазе и впоследствии разлагаются микроорганизмами, оседающими на фильтрующих элементах. Содержание аммиака может быть снижено на 70-95%

Данные технологии обеспечивают снижение уровня эмиссии аммиака и других вредных выбросов из птичников для родительского стада бройлеров (табл. 2.9), молодняка (табл. 2.10), бройлеров и кур-несушек (табл. 2.11).

Таблица 2.9

Уровень эмиссий в воздух, достигаемый при применении НДТ при содержании племенного поголовья бройлеров

Описание	Уровень эмиссии на птице-место в год, кг		Концентрация запаха на голову, OU_E/c
	аммиака	пыли	
<i>Ленточный пометоуборочный транспортер или скрепер (в случае применения глубокой подстилки с пометосборником)</i>			
Глубокая подстилка	0,58	0,043	0,93
Глубокая подстилка + ленточный пометоуборочный транспортер	0,245 ⁴ (0,216-0,31) ²	0,049-0,8 ^{3,5}	0,93 ³

Продолжение табл. 2.9

Описание	Уровень эмиссии на птице- место в год, кг		Концентрация запаха на голову, ОУ _г /с
	аммиака	пыли	
Глубокая подстилка + + скрепер	0,29 ³	Н.д.	Н.д.
<i>Принудительная воздушная сушка помета через трубы (в случае применения глубокой подстилки с пометосборником)</i>			
Горизонтальные трубы (в случае глубокой подстилки и решетчатого пола)	0,25 ⁴ (0,183- 0,287) ²	0,049 ³	0,93 ³
Вертикальные трубы (в случае глубокой подстилки и решетчатого пола)	0,435 ⁴ (0,343- 0,528) ²	0,043 ^{3,5}	0,93 ⁴
<i>Принудительная воздушная сушка помета через перфорированный пол (в случае применения глубокой подстилки с пометосборником)</i>			
Принудительная воздушная сушка помета через перфори- рованный пол (в случае при- менения глубокой подстилки)	0,23 ⁴ (0,21-0,248) ²	0,043 ³	0,93 ³
<i>Ленточный пометоуборочный транспортер (в случае вольерного содержания)</i>			
Вольер с аэрацией помета: на лентах	0,17 ⁴ 0,13-0,202 ²	0,028 ³	0,93 ³
на лентах и на подстилке	0,13 ¹	Н.д.	Н.д.

¹Смоделированные значения (например, результаты, основанные на балансе азота).

²Измеренные значения.

³Значения, полученные в результате экспертного заключения, основанного на выводах по аналогии.

⁴Полученные на основе измерений.

⁵Значения, выраженные в виде общего количества пыли.

Н.д. – информация не предоставлена.

Таблица 2.10

Уровень эмиссий в воздух, достигаемый при применении НДТ при выращивании молодняка

Описание	Уровень годовой эмиссии			Уровень снижения/увеличения (-/+ эмиссий по сравнению с референтной технологией, %		
	аммиака, на птицеместо, кг	пыли на птицеместо, кг	концентрация запаха на голову, ОУ _Е /с	аммиака	пыли	концентрация запаха
<i>Клеточная система</i>						
Традиционная клетка без осушения помета	0,045	НД	НД	-79	-	-
Улучшенная клетка (малые группы)	0,016 ¹	0,008 ¹	0,18 ¹	-92	-86	+221
<i>Альтернативные системы:</i>						
Вольер с подстилкой на сплошном полу: без принудительной сушки, удаление один раз в неделю	0,064 ²	0,078 ²	0,042 ^{1,3}	-70	+32	-25
без принудительной сушки, удаление 2 раза в неделю	0,04 ⁴	0,078 ²	0,042 ^{1,3}	-81	+32	-25
с принудительной сушкой, удаление один раз в неделю	0,03 ⁴	0,078 ²	0,042 ^{1,3}	-86	+32	-25
Вольер с решетчатым полом: не менее 55% общей площади без принудительной сушки, удаление один раз в неделю	0,05 ¹	0,023 ¹	0,18 ¹	-76	-61	+221
не менее 65-70% общей площади с принудительной сушкой (0,2 м ³ /ч/голову при 20°C), удаление один раз в неделю	0,029-0,030 ⁵	0,023 ¹	0,181-0,227 ⁵	-86	-61	+(221-305)

не менее 35-45% общей площади с принудительной сушкой (0,1 м ³ /ч/голову при 18°C), удаление один раз в неделю	0,03 ¹	0,023 ¹	0,18 ¹	-86	-61	+221
не менее 30-35% от общей площади с принудительной сушкой (0,4 м ³ /ч/голову при 17°C), удаление один раз в неделю	0,014 ¹	0,023 ¹	0,18 ¹	-93	-61	+221
не менее 55-60% от общей площади с принудительной сушкой (0,4 м ³ /ч/голову при 17°C), удаление один раз в неделю	0,02 ¹	0,023 ¹	0,18 ¹	-90	-61	+221
Глубокая подстилка: без ямы для помета	0,21 ⁴	0,059 ²	0,056 ^{4,6}	Референтная технология		
с ямой для помета	0,17 ¹	0,03 ¹	0,18 ⁵	-19	-95	+221

Н.д. – нет данных.

¹Значения, полученные в результате экспертного заключения, основанного на выводах по аналогии.

²Смоделированные значения (например, результаты, основанные на балансе азота).

³Цифры, полученные на основе соответствующего значения выбросов в размере 30 ОУ_Е на условную голову, значения для средней массы – 0,7 кг.

⁴Полученные на основе измерений.

⁵Измеренные значения.

⁶Цифры, полученные на основе соответствующего значения выбросов 42 ОУ_Е на условную голову, значения для средней массы – 0,7 кг.

Таблица 2.11

**Уровни выбросов аммиака в воздух, связанные с НДТ,
при содержании кур-несушек и бройлеров***

Параметр	Система содержания	Уровень эмиссии аммиака на птицеместо в год, кг**
<i>Для кур-несушек</i>		
Аммиак (NH ₃)	Клеточная	0,02-0,08
	Альтернативная (на глубокой подстилке или вольерная)	0,02-0,13
<i>Для бройлеров</i>		
Аммиак (NH ₃)	На глубокой подстилке	0,01-0,08

*Не применимы к органическому производству.

**Значение нижнего предела диапазона уровней эмиссии аммиака соответствует использованию систем очистки воздуха.

Пики концентрации аммиака связаны с состоянием подстилки и частотой удаления помета из птичника. Ориентировочные уровни выбросов аммиака устанавливаются в каждом государстве-члене ЕС независимо друг от друга (табл. 2.12).

Таблица 2.12

**Ориентировочные уровни выбросов аммиака
в государствах-членах ЕС**

Категория птицы	Страна	Уровень эмиссии аммиака на птицеместо в год, кг
Бройлеры	Великобритания	0,039 ¹
	Испания	0,094 ²
Куры-несушки в клетках с системой ленточного пометоудаления	Великобритания	0,117 ¹
	Бельгия-Фландрия	0,085
Куры-несушки на полу с навозосборником	Великобритания	0,29 ¹
	Франция	0,45 ³
Куры-несушки на полу с ленточным навозоуборочным транспортером	Дания	0,091
	Франция	0,15 ³
Куры-несушки в клетках	Испания	0,204 ²
Куры-несушки на полу	Испания	0,189 ²

Категория птицы	Страна	Уровень эмиссии аммиака на птицеместо в год, кг
Куры-несушки (клетка и альтернативное содержание)	Ирландия	0,14
Индейки (самцы)	Дания	0,68
	Великобритания	0,659 ¹
Индейки (самки)	Дания	0,387
Индейки (микс)	Франция	0,263-0,374
Утки	Дания	0,146

¹Значения, рассчитанные на основе средних выбросов, выраженных в граммах азота на условную голову в день.

²Значения, соответствующие системе отчета и рассчитанные из приведенных килограммов N-NH₃ на птицеместо в год.

³Европейский регистр выбросов загрязнителей, определенный в Решении 2000/479/ЕС Совета, в настоящее время заменен европейским регистром выбросов и переноса загрязнителей.

Для птичников, где применяются принудительная система вентиляции и нечастое удаление помета (при альтернативных системах содержания) в сочетании с мерами, направленными на повышение содержания сухого вещества в помете, верхний предел нормы составляет 0,25 кг аммиака на птицеместо в год.

Выбросы аммиака из улучшенных клеточных систем при содержании кур-несушек составляют от 0,01 до 0,1 кг NH₃ на голову в год (диапазон обусловлен различной частотой удаления помета). Измеренные уровни выбросов сравнивались с эталонным значением эмиссии – 0,083 кг NH₃ на птицеместо в год, которое соответствует удалению помета один раз в неделю.

Расчеты показали, что увеличение частоты удаления с 2 до 3 раз в неделю или до ежедневного позволяет сократить выбросы аммиака на 19 и 43% соответственно [30]. Результаты анкетирования, проведенного в Дании, подтвердили данную зависимость (табл. 2.13).

При осушении помета на ленте данная закономерность сохраняется (табл. 2.14).

Таблица 2.13

**Влияние увеличения частоты удаления помета без осушения
на выбросы аммиака из улучшенных клеток для кур-несушек
(Дания)**

Параметры	Частота удаления помета		
	2 раза в неделю	3 раза в неделю	ежедневно или 2 раза в день
Уменьшение эмиссии аммиака, %	54-58	66	76

Таблица 2.14

**Влияние частоты удаления помета при его сушке
на выбросы аммиака из улучшенных клеток для кур-несушек
и связанные с этим затраты ***

Параметры	Частота удаления помета	
	2 раза в неделю	более 2 раз в неделю
Уменьшение эмиссии аммония, %**	30-40	35-45
Затраты на 1 кг удаляемого аммиака в год, евро	0-3	2-5

*Сравнение с технологией, при которой помет удаляется 2 раза в неделю без сушки (эмиссия составляет от 0,05 кг до 0,1 кг NH₃ на птицеместо в год).

**Зависит от производительности вентилятора.

В Великобритании на фермах, где птица содержалась в улучшенных клетках, уровень эмиссии метана с одного птицеместа за год составил 0,078 кг, запыленности 0,01 кг. В Испании и Италии данная система была применена в птичниках на 60 тыс. и 100 тыс. птицемест соответственно. Измерения, проведенные в Испании, показали, что увеличение частоты удаления помета с одного до 2 раз в неделю привело к сокращению выбросов с одного птицеместа за год: аммиака – на 49% (с 0,079 до 0,039 кг), оксида азота – на 29% (с 0,0024 до 0,0017 кг). Уменьшению выбросов метана на 31% (с 0,035 до 0,024 кг) способствовало не частое удаление помета, а его осушение.

Частое удаление без осушения и предварительное осушение помета в птичниках для кур-несушек, содержащихся в клетках, позволяют снизить выбросы аммиака на 70-85 и 80-95% соответственно по сравнению с системами содержания на глубокой подстилке. Стоимость удаленного 1 кг аммиака без осушения помета составила

от 1 до 5 евро, с осушением – от 1 до 7 евро. Связано это с дополнительными затратами на электроэнергию: например, в Германии один птичник в год потребляет около 0,52 кВт·ч электроэнергии на освещение и 2,1 кВт·ч – для работы системы, дополнительное потребление на вентиляцию транспортеров пометоудаления – около 1,6 кВт·ч на одну голову в год.

При альтернативных способах содержания (на глубокой подстилке и в вольерах) помет скапливается либо на твердом полу, либо под решетчатой площадкой в течение 14-месячного периода.

Для альтернативных способов содержания птицы характерен более высокий уровень эмиссии аммиака и пыли по сравнению с клеточным содержанием (от 0,010 до 0,10 кг NH₃ на голову в год). Выбросы аммиака можно сократить, обеспечив влажность подстилки на уровне 40-50% за счет принудительной вентиляции (например, вентиляторы и вытяжка воздуха могут быть размещены на уровне пола) и увеличения частоты удаления помета. Зарегистрированные выбросы при содержании кур-несушек находились в пределах 0,071 – 0,315 кг аммиака на птицеместо в год. При наличии площадки свободного выгула выбросы увеличиваются на 10%, или до 0,347 кг аммиака на птицеместо в год. При сочетании стационарных средств удаления помета с системой осушения эмиссия аммиака составляет 0,125 кг NH₃ на птицеместо в год (установлено в Нидерландах), что соответствует снижению на 60% по сравнению с системой глубокой подстилки (0,315 кг NH₃ на птицеместо в год).

При вольерном содержании помет удаляется ленточными транспортерами, размещаемыми под решетчатыми полами, как правило, 2 раза в неделю (без осушения) и один раз в неделю (с предварительным осушением на вентилируемых лентах). Возможна установка системы принудительного осушения. Удаление подстилки проводится каждые три месяца или в конце цикла выращивания.

Выделению аммиака из подстилки способствует реакция ферментативного разложения (гидролиза) мочевины. Поддержание низкой влажности подстилки препятствует гидролизу азота в помете, тем самым сокращая эмиссию аммиака. При уровне влажности подстилки ниже 30-35% скорость реакций, ответственных за улетучивание аммиака, значительно снижается.

Установлено, что выделение аммиака в птичниках с традиционными колокольными поилками, в 3 раза выше (в среднем 3,3 г NH₃-N/ч на условную голову), чем при использовании ниппельных поилок. Годовой уровень эмиссии составляет 0,08 кг аммиака на птицеместо.

Для уменьшения объемов эмиссий аммиака в воздух предлагается при содержании бройлеров применять различные режимы принудительной вентиляции в сочетании с подстилкой из материалов, обеспечивающих снижение уровня эмиссии (табл. 2.15).

При выращивании уток и индеек определен перечень НДТ, снижающих уровень эмиссии аммиака в воздух (табл. 2.16).

Таблица 2.15

Влияние режимов вентиляции на уровень эмиссии аммиака

Параметры	Режим вентиляции	
	перекрестный	туннельный
Финальная живая масса, кг	2,1 (стандарт) – 3,3 (тяжелый)	1,6 (стандарт) – 3,3 (тяжелый)
Период выращивания, сутки	39 (стандарт) – 57 (тяжелый)	41 (стандарт) – 62 (тяжелый)
Поголовье, головы	19 300 (9 000 кур + + 10 300 петухов)	12 100 (6 000 кур + + 6 100 петухов)
Содержание белка в пересчете по азоту при трехфазном кормлении, %	3,9-3,5	4,4-3,3
Количество приточного воздуха, подаваемого в помещение на птицеместо, м ³ /ч:		
холодный период	1,1 (0,4-2)	1,4 (0,5-3,6)
теплый	9,7 (1,2-28,8)	10 (1,6-23,7)
Содержание сухого вещества в помете, %	61	78
Объем образующегося аммиака на птицеместо в год, кг	0,082-0,09	0,069-0,073
Уменьшение эмиссии аммиака, %	20	30

Таблица 2.16

НДТ, снижающие уровень эмиссии аммиака в воздух, при выращивании уток и индеек

Технология	Описание	Применимость
<i>Выращивание уток</i>		
Частое добавление подстилки (в случае твердого пола с глубокой подстилкой или глубокой подстилки в сочетании с решетчатым полом)	Подстилка поддерживается сухой путем частого добавления (например, ежедневно) свежего материала по мере необходимости. Помет удаляют в конце цикла выращивания. Птичник может быть оснащен естественной или принудительной вентиляцией и комбинироваться с системой свободного выгула. В случае использования глубокой подстилки в сочетании с решетчатым полом пол оборудуется рейками в зоне поения (около 25% общей площади пола)	Для птичников применимость зависит от конфигурации помещений
Частое удаление помета (в случае полностью решетчатого пола)	Рейки закрывают яму, в которой хранится помет, и отводят его во внешнее хранилище. Перемещение помета во внешнее хранилище осуществляется: - самотеком; - с помощью механизированных средств с переменной частотой. Птичник может быть оснащен естественной или принудительной вентиляцией и комбинироваться с системой свободного выгула	Применяется только для выращивания берберийских/ московских уток (<i>Cairina Moschata</i>), по санитарным причинам
Использование систем очистки воздуха, таких как: кислотный скруббер	Отработанный воздух пропускается через фильтр (например, уплотненную стенку), где распыляется циркулирующая кислота – жидкость (например, серная кислота). Может достигнуть снижения содержания аммиака на 70-95%	Может быть неприменимо в целом из-за высокой стоимости внедрения.

Технология	Описание	Применимость
двух- или трехстадийные системы очистки воздуха	В двухступенчатой системе первая ступень (мокрый кислотный скруббер) обычно комбинируется с биоскруббером (вторая ступень). В трехступенчатой системе первая ступень, состоящая из водяного скруббера, объединяется со второй ступенью (мокрый кислотный скруббер), за которой следует биофильтр (третья ступень). Можно достигнуть снижения содержания аммиака на 70-95%	Применимо к существующим установкам только там, где используется централизованная система вентиляции
биоскруббер	Башенный фильтр с инертным материалом, который обычно поддерживается постоянно влажным путем разбрызгивания воды. Загрязнители воздуха поглощаются в жидкой фазе и впоследствии разлагаются микроорганизмами, оседающими на фильтрующих элементах. Можно достигнуть снижения содержания аммиака на 70-95%	
<i>Выращивание индеек</i>		
Естественная или принудительная вентиляция с негерметичной питьевой системой (в случае твердого пола с глубокой подстилкой)	Твердый пол полностью покрыт подстилкой, которая добавляется при необходимости. Изоляция пола (например, бетоном, глиной) предотвращает конденсацию воды в подстилке. Помет удаляют в конце цикла выращивания. Конструкция и эксплуатация системы поения предотвращают утечку и попадание воды на подстилку. Естественную вентиляцию можно комбинировать с системой свободного выгула	Естественная вентиляция неприменима к помещениям с централизованной системой вентиляции. Естественная вентиляция может быть неприменима на начальной стадии выращивания или

		из-за экстремальных климатических условий
Использование систем очистки воздуха, таких как: кислотный скруббер	Отработанный воздух пропускается через фильтр (например, уплотненную стенку), где распыляется циркулирующая кислота – жидкость (например, серная кислота). Можно достигнуть снижения содержания аммиака на 70-95%	Может быть неприменимо в целом из-за высокой стоимости внедрения.
двух- или трехстадийные системы очистки воздуха	В двухступенчатой системе первая ступень (мокрый кислотный скруббер) обычно комбинируется с биоскруббером (вторая ступень). В трехступенчатой системе первая ступень, состоящая из водяного скруббера, обычно объединяется со второй ступенью (мокрый кислотный скруббер), за которой следует биофильтр (третья ступень). Можно достигнуть снижения содержания аммиака на 70-95%	Применимо к существующим установкам только там, где используется централизованная система вентиляции
биоскруббер	Башенный фильтр с инертным материалом, который обычно поддерживается постоянно влажным путем разбрызгивания воды. Загрязнители воздуха поглощаются в жидкой фазе и впоследствии разлагаются микроорганизмами, оседающими на фильтрующих элементах. Можно достигнуть снижения содержания аммиака на 70-95%	

Таким образом, на минимизацию выбросов аммиака в воздух из помещений при содержании птицы оказывают влияние:

- *при клеточном содержании*: уменьшение поверхности, выделяющей аммиак, частая выгрузка помета во внешнее хранилище (например, с помощью ленточных систем удаления), его сушка, использование гладких и легко моющихся поверхностей, очистка отработанного воздуха кислотными скрубберами или фильтрами;

- *при альтернативном содержании*: конструкция системы поения и ее эксплуатация, продолжительность периода содержания птицы и плотность ее посадки, использование утеплителя пола, режим вентиляции и направление воздушного потока, климатические условия, состояние здоровья птицы (например, диарея), тип и количество подстилочного материала.

2.3. Наилучшие доступные технологии, общеприменимые в свиноводстве и птицеводстве

□ 2.3.1. Управление кормлением

Частичное усвоение скармливаемых кормов, несбалансированность рационов являются причиной образования большого объема навоза в свиноводстве и помета в птицеводстве. Учитывая это, удовлетворение потребности животных и птицы в питательных веществах обеспечивают за счет скармливания корма с повышенным содержанием питательных веществ, что приводит к повышенному содержанию в навозе и помете азота, фосфора и калия.

На отечественных свиноводческих предприятиях кормление животных осуществляется полнорационными комбикормами, которые раздаются с помощью автоматизированных систем в сухом или жидком виде. Многокомпонентный тип кормления, использующийся в свиноводстве повсеместно, отличался высокой ресурсоемкостью, что привело практически к полному отказу от его применения. При многокомпонентном типе кормления тепловая обработка кор-

мов повышала доступность углеводов, протеина, аминокислот и микроэлементов, однако приводила к частичному разрушению витаминов. Компенсировалось это добавлением дефицитных синтетических питательных веществ.

В России при расчете рационов для свиней учитывают четыре важнейшие составляющие – лизин, метионин + цистин, треонин, триптофан. Лизин является основной лимитирующей аминокислотой при выращивании свиней, по отношению к которой определяют уровни остальных аминокислот. Использование синтетических аминокислот позволяет значительно понизить уровень сырого протеина в корме и, соответственно, уровень выделения азота свиньями: снижение содержания сырого протеина на 1% (с 18 до 17%) уменьшает выделение азота на 10% [23].

Поэтому обеспечение потребностей комбикормовой промышленности и сельхозтоваропроизводителей в белково-витаминных и минеральных добавках является одним из условий снижения нагрузки на окружающую среду. За последние годы в России наметилась устойчивая тенденция наращивания объемов производства собственных премиксов и кормового белка и насыщения ими внутреннего рынка. Тем не менее около 85% компонентов, используемых при производстве премиксов, импортные, что ставит производителей комбикормов в зависимость от геополитических и макроэкономических рисков.

По 90% кормовых добавок наблюдается импортозависимость разной степени: максимальная – по витаминам (из 14 используемых в кормлении внутри страны производится только К3 – менадион никотинамид бисульфит), аминокислотам (из 8 в России выпускается лишь 2 – лизин сульфат и метионин и то в недостаточных для удовлетворения потребности рынка объемах – лизина 67% и метионина 47% от потребности) и минералам (из 8 основных микроэлементов – железо, марганец, медь, цинк, кобальт, йод, селен, молибден – производится всего 2-3 вида) [35, 36].

При наибольшей востребованности лизина и метионина доля импортных поставок этих аминокислот остается высокой – 74 и 57% соответственно, хотя и постепенно снижается благода-

ря развитию российского производства. По лизину и триптофану есть возможность полностью избежать импортозависимости [36, 37].

В птицеводстве рацион балансируется по 42 параметрам питательности с учетом переваримости и доступности питательных веществ компонентов корма. Основу рациона сельскохозяйственной птицы составляют зерновые и зернобобовые корма (кукуруза и пшеница – 55-75% в структуре комбикорма). Для удовлетворения птицы в протеине используют белковые корма растительного (соевый шрот, подсолнечный шрот – содержат 30-50% сырого протеина) и животного происхождения (мясокостная, мясная и кровяная, рыбная мука, продукты переработки молочной промышленности).

В птицеводстве, как и в свиноводстве, в качестве дополнительного источника белка широко применяются синтетические аминокислоты (лизин, метионин, треонин и триптофан), которые в разном сочетании входят в кормовые добавки.

Стратегии питания, направленные на снижение азота и фосфора в навозе (помете) в условиях отечественных предприятий, идентичны наилучшим доступным технологиям, описанным в справочнике BREF 2017 г. (табл. 2.17).

Таблица 2.17

НДТ, направленные на уменьшение количества выделяемого азота и фосфора с навозом и пометом

НДТ	Описание	Применение в России	
		в свиноводстве	в птицеводстве
<i>Азот</i>			
Использование рациона со сниженным содержанием сырого протеина на основе сбалансированной по азоту диеты, основанной на потребностях в энергии и усвояемых аминокислотах	Содержание сырого протеина сокращается до нормы, соответствующей рекомендациям по кормлению. Рацион сбалансирован, чтобы удовлетворить потребности животных в энергии и легко усвояемых аминокислотах	Да	

НДТ	Описание	Применение в России	
		в свиноводстве	в птицеводстве
Многофазное кормление с составлением рациона, адаптированного к специфическим требованиям производственного периода	Кормовая смесь наиболее соответствует потребностям животных в зависимости от их массы и/или стадии производства с точки зрения энергии, аминокислот и минералов	Да	
Добавление контролируемых количеств незаменимых аминокислот к рациону с низким содержанием сырого протеина	Определенное количество кормов, богатых белком, заменяют кормами с низким содержанием белка, чтобы еще больше снизить содержание сырого протеина. Рацион дополняется синтетическими аминокислотами (например, лизин, метионин, треонин, триптофан, валин), чтобы избежать дефицита аминокислотного профиля	Да	
Использование разрешенных кормовых добавок, снижающих общий выделяемый азот	Разрешенные (согласно Регламенту (ЕС) № 1831/2003 Европейского парламента и Совета) вещества, микроорганизмы или препараты, такие как ферменты (например, ферменты NSP, протеазы) или пробиотики, добавляются в корм или воду для улучшения конверсии корма, т.е. его усвояемости или воздействия на желудочно-кишечную флору	Да	
<i>Фосфор</i>			
Многофазное кормление с использованием рациона, адаптированного к конкретным требованиям производственного периода	Корм состоит из смеси, в которой количество фосфора соответствует потребностям животных (птицы) в фосфоре в зависимости от массы животного (птицы) и/или стадии производства	Да	

НДТ	Описание	Применение в России	
		в свиноводстве	в птицеводстве
Использование разрешенных кормовых добавок, снижающих общее количество выделяемого фосфора (например, фитазы)	Разрешенные (в соответствии с Регламентом (ЕС) № 1831/2003 Европейского парламента и Совета) вещества, микроорганизмы или препараты, такие как ферменты (например, фитаза), добавляются в корм или воду для улучшения конверсии корма, т.е. усвояемости фитинового фосфора в кормах или воздействия на желудочно-кишечную флору	Да	
Использование легко усвояемых неорганических фосфатов для частичной замены традиционных источников фосфора в кормах			

Применение данных технологий обеспечивает снижение экскреции азота и фосфора в навоз (помет) (табл. 2.18, 2.19).

Таблица 2.18

Общий выделяемый азот при применении НДТ кормления свиней и птицы

Параметр	Группа животных (птицы)	Общий выделяемый азот ^{1,2}
		на месте обитания животного в год, кг
Общий выделяемый азот	Поросята-отъемыши	1,5-4,0
	Откормочное поголовье	7,0-13,0
	Свиноматки (включая поросят)	17,0-30,0
	Куры-несушки	0,4-0,8
	Бройлеры	0,2-0,6
	Утки	0,4-0,8
	Индейки	1,0-2,3 ³

¹Нижняя граница диапазона может быть достигнута с помощью комбинации методов.

²Общий выделяемый азот, связанный с НДТ, не применим к молодняку или родительскому поголовью, для всех видов домашней птицы.

³Верхняя граница диапазона связана с выращиванием самцов индеек.

Общий выделяемый фосфор при применении НДТ кормления свиней и птицы

Параметр	Группа животных (птицы)	Общий выделяемый фосфор ^{1,2} на месте обитания животного в год, кг
Общий выделяемый фосфор	Поросята-отъемыши	1,2-2,2
	Откормочное поголовье	3,5-5,4
	Свиноматки (включая поросят)	9,0-15,0
	Куры-несушки	0,1-0,45
	Бройлеры	0,05-0,25
	Индейки	0,15-1,0

¹Нижняя граница диапазона может быть достигнута путем комбинации методов.

²Общий выделяемый фосфор, связанный с НДТ, не применим к молодняку и родительскому поголовью, для всех видов домашней птицы.

Прогресс в области генетики и питания способствовал значительному повышению эффективности использования кормов. Улучшенное использование корма позволяет еще больше снизить поступление азота и фосфора в навоз (помет) и, следовательно, уменьшить загрязнение почвы.

□ 2.3.2. Переработка навоза и помета

Анализ возможных потерь азота, проведенный на основании экспериментальных и литературных данных, показал, что большинство потерь происходит вне мест содержания свиней и птицы – при переработке навоза и помета и внесении его в качестве удобрения [38].

Способы переработки помета:

- длительное выдерживание;
- пассивное и активное компостирование в буртах;
- биоферментация в установках камерного и барабанного типов;
- термическая сушка помета с последующей грануляцией;
- сжигание;
- анаэробная обработка.

Наиболее распространенными в условиях российских предприятий являются технологии длительного выдерживания и компостирования, реже – высушивания, а технологии биоферментации на промышленном уровне только внедряются и мало распространены. Технологии вермикомпостирования предназначены для небольших птицеводческих предприятий, поэтому также не распространены. Анаэробная обработка активно исследуется, но по экономическим причинам в российских условиях в обозримом будущем мало перспективна. Технологии сжигания подстилочного помета требуют дополнительных исследований воздействия на окружающую среду и апробации на промышленном уровне [39].

Длительное выдерживание – наиболее простой способ обеззараживания помета. Естественное биологическое обеззараживание подстилочного и бесподстилочного помета осуществляется путем выдерживания в секционных помехохранилищах в течение 12 месяцев. Выдерживаемый помет необходимо укрывать слоем торфа или обеззараженной массой помета толщиной 10-20 см. Следует учитывать, что естественный биологический метод неприемлем для обеззараживания помета, контаминированного устойчивыми микроорганизмами (возбудители туберкулеза и др.), а также для зон с низкими температурами, где патогенные микроорганизмы выживают значительно больше указанных сроков [40].

Компостирование помета при влажности не более 75% осуществляется в чистом виде без добавления влагопоглощающих наполнителей. Для более влажного помета в качестве наполнителя могут использоваться торф, солома, опилки и другие органические влагопоглощающие компоненты. Оптимальная влажность компостируемой смеси должна быть не более 70%, отношение углерода к азоту 20:1- 30:1, рН – 6,0-8,0. Компостирование проводится, как правило, на прифермских открытых гидроизолированных площадках и в стационарных механизированных цехах с твердым покрытием.

Технологический процесс компостирования навоза и помета осуществляется пассивным и активным способами.

Исследования, проведенные в ИАЭП – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, показали, что наилучшие показатели удельных капитальных и эксплуатационных затрат на утилизацию помета имеет тех-

нология активного компостирования в буртах и внесения твердых органических удобрений, а также технология биоферментации в установках камерного типа и внесения твердых органических удобрений. Таким образом, наилучшие эколого-экономические показатели обеспечивает технология биоферментации помета в установках камерного типа, которая наряду с другими рекомендована к применению как наиболее доступная для птицеводческих предприятий (табл. 2.20).

Таблица 2.20

НДТ переработки помета [34]

Направление	Мероприятие
Переработка помета	Термическая утилизация подстилочного помета в производственном цикле птицефабрики
	Технология экспресс-компостирования
	Технология компостирования помета в биотраншеях
	Технология получения компоста в биоферментаторах (биоферментерах)

Для переработки свиного навоза применяются технологии длительного выдерживания, переработки свиного навоза в органическое удобрение с разделением на твердую и жидкую фракции, переработки твердой фракции свиного навоза в органическое удобрение методом пассивного компостирования, переработки твердой фракции свиного навоза в органическое удобрение методом активного компостирования и технология анаэробной обработки навоза.

Анализ показывает их достоинства и недостатки, сдерживающие внедрение в условиях отечественных предприятий (табл. 2.21).

Наибольшее распространение на отечественных предприятиях получили технологии длительного выдерживания жидкого навоза и компостирования сухого.

За рубежом для переработки навоза применяются все перечисленные технологии. Наряду с ними в качестве наилучших доступных рекомендуется применять также нитрификацию-денитрификацию навоза (табл. 2.22).

**Достоинства и недостатки
существующих технологий переработки навоза [23]**

Технология	Достоинства	Недостатки
Длительное выдерживание	<p>Широкий диапазон влажности навоза (85-97%).</p> <p>Включает в себя только пять подпроцессов.</p> <p>Отсутствие постоянного контроля квалифицированным персоналом за процессом переработки.</p> <p>Простота конструкции навозохранилища</p>	<p>Большие объемы навозохранилищ и сроки переработки (6-12 месяцев), высокие капитальные затраты на строительство навозохранилищ</p>
Переработка свиного навоза в органическое удобрение с разделением на твердую и жидкую фракции	<p>Не требуется влагопоглощающий материал при активном и пассивном компостировании.</p> <p>Уменьшение объема навозохранилища за счет выделения твердой фракции (на 15-17%).</p> <p>Простота технологии.</p> <p>Значительное сокращение площади для утилизации жидкого навоза и расстояния его транспортировки до поля.</p> <p>Биотермическая переработка твердой фракции навоза.</p> <p>Возможность получения новых видов удобрений (биокомпостов, биогумуса) на основе твердой фракции.</p> <p>Повышение устойчивости работы шланговых систем</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> <p>Высокие капитальные и эксплуатационные затраты</p>

<p>Переработка твердой фракции свиного навоза в органическое удобрение методом пассивного компостирования</p>	<p>Широкий диапазон влажности твердой фракции свиного навоза и отсутствие влагопоглощающих материалов. Невысокие требования к квалификации работников. Простота конструкции площадок компостирования. Относительно небольшие капитальные вложения</p>	<p>Длительное время переработки (2-6 месяцев). Неравномерность созревания компоста. Зависимость процесса компостирования от погодных условий. Повышенный риск утечек загрязненных стоков в дождевой период и весенних паводков</p>
<p>Переработка твердой фракции свиного навоза в органическое удобрение методом активного компостирования</p>	<p>Сокращение сроков компостирования до 1,5 месяцев. Снижение капитальных затрат за счет уменьшения площадки компостирования (до 40%). Низкие требования к квалификации работников</p>	<p>Увеличение эксплуатационных затрат ввиду использования дополнительной техники для аэрации буртов и закупки биопрепаратов. Невозможность компостирования при отрицательных температурах. Нестабильность процесса переработки (зависит от погодных условий)</p>
<p>Анаэробная обработка навоза</p>	<p>Относительно быстрое обеззараживание навоза. Выработка биогаза. Частичный или полный отказ от специально оборудованных хранилищ и навозных карт, сокращение санитарных зон</p>	<p>Дополнительные затраты энергии на поддержание режима метанового сбраживания. Высокие капитальные и эксплуатационные затраты, а также требования к подготовке бесподстилочного навоза</p>

НДТ переработки навоза за рубежом

Технология	Описание	Достигнутые экологические выгоды
Механическое разделение	Разделение на жидкую и твердую фракции с различным содержанием сухого вещества, например с использованием шнековых пресс-сепараторов, декантернов, центрифуг, сит и фильтр-прессов. Разделение может быть усилено за счет коагуляции-флокуляции твердых частиц	<p>Механическое разделение само по себе не создает экологических преимуществ. Однако положительное воздействие на окружающую среду может быть получено от того, как жидкие и твердые фракции хранятся и используются после разделения. Преимущества разделения зависят от эффективности разделения, которая может значительно варьироваться, что делает разделение непривлекательным, если эффективность процесса низкая. Использование двух разделенных фракций – жидкой с более высоким содержанием азота и твердой, более богатой фосфором, позволяет точнее дозировать питательные вещества, тем самым ограничивая риск избыточного поступления азота и фосфора.</p> <p>Механическое разделение навозной жижи может уменьшить избыток питательных веществ на местном уровне (выщелачивание нитратов и накопление фосфора). В этом случае твердая фракция не доставляется в качестве удобрения в ту же область вместе с жидкой, а вместо этого дополнительно перерабатывается (например, в качестве субстрата на биогазовых установках) или используется для иных целей (например, для сжигания), или доставляется в качестве удобрения в районы с низкой плотностью поголовья скота и/или дефицитом питательных веществ, или где поля не снабжаются органическим веществом</p>

		<p>В 2007 г. в Дании более половины произведенной твердой фракции было использовано на сельскохозяйственных угодьях, около 40% – доставлено на биогазовые установки, в то время как лишь небольшая часть была сожжена или использована каким-либо другим способом.</p> <p>Разбрызгивание разбавленной отделенной жидкой фракции приводит к более быстрому проникновению в почву, что способствует снижению выбросов аммиака, неприятных запахов и загрязнения посевов. Органическая нагрузка в пересчете на химическую и биохимическую потребность в кислороде ниже. Более быстрое проникновение в почву также обеспечивает лучшую обработку и равномерность распространения.</p> <p>Общая оценка экологических выгод, достигаемых при разделении, включает в себя предотвращение выбросов CO₂ в результате сокращения расстояния транспортировки (которые уравниваются увеличением потребления электроэнергии во время процесса разделения и зависят от расстояния, на которое транспортируется твердая фракция) и от возможного производства биогаза, сокращения косвенных выбросов, связанных с предотвращенным производством минеральных удобрений для обеспечения фосфора</p>
<p>Анаэробное сбраживание навоза в биогазовой установке</p>	<p>Анаэробные микроорганизмы разлагают органическое вещество навоза в закрытом реакторе в отсутствие кислорода.</p>	<p>Уменьшение выбросов метана. Замена потребления ископаемого топлива электричеством и/или теплом в результате когенерации биогаза и/или биометана, получаемого из биогаза, избегая связанных с этим косвенных выбросов парниковых газов.</p>

Технология	Описание	Достигнутые экологические выгоды
	<p>Биогаз производится и собирается для производства энергии, т.е. для производства тепла, комбинированной тепловой и электрической энергии и / или транспортного топлива. Часть производимого тепла перерабатывается в процессе. Стабилизированный остаток (субстрат) можно использовать в качестве удобрения (с достаточным твердым субстратом после компостирования). Твердый навоз можно перерабатывать совместно с навозной жижей и/или другими сопутствующими субстратами, обеспечивая содержание сухого вещества менее 12%</p>	<p>Сокращение выбросов аммиака при обработке почвы по сравнению с необработанным навозом. Улучшенная биологическая доступность азота, что приводит к сокращению использования минеральных удобрений. Анаэробное сбраживание не изменяет общего соотношения N/P, но преобразует часть органического азота в аммоний, который легко доступен для сельскохозяйственных культур. Это повышает концентрацию аммония до 30% по сравнению с необработанным навозом. Общие выбросы аммиака снижаются при условии, что хранилища закрыты и переработанные фракции распределяются с использованием методов с низким уровнем выбросов. Снижение содержания патогенных микроорганизмов в обработанном навозе (выше в термофильном диапазоне). Уменьшение выбросов неприятного запаха. Значительное сокращение химической и биохимической потребности в кислороде из-за распада органических веществ</p>
Аэробное сбраживание (аэрация)	Биологическое разложение органического вещества в аэробных условиях. Аэрация осуществляется с помощью погружных или плавающих аэраторов в непрерывном или пери-	Аэробное сбраживание дает продукт без запаха с меньшим содержанием патогенов. В зависимости от уровня аэрации удаляется до 60% органической нагрузки. Стабилизируется органическое вещество

	<p>одическом процессе. Рабочие параметры контролируются для предотвращения удаления азота, например для поддержания как можно более низкого перемешивания суспензии. Остаток может использоваться в качестве удобрения (компостированного или нет)</p>	
<p>Нитрификация-денитрификация</p>	<p>Часть органического азота превращается в аммоний, который окисляется нитрифицирующими бактериями до нитрита и нитрата. Применяя анаэробные периоды, нитрат может быть преобразован в N_2 в присутствии органического углерода. Во вторичном бассейне осадок оседает, а часть его повторно используется в аэрационном бассейне. Остаток может использоваться как удобрение (компостированное или нет) после сгущения</p>	<p>Аммиачный азот удаляют из суспензии в виде инертного газа N_2. Запах уменьшается по сравнению с необработанной суспензией. Снижение химической потребности в кислороде в результате аэрации.</p> <p>При биологической обработке выбросы парниковых газов (метана и закиси азота) и аммиака сокращаются по сравнению с одним только хранением навоза (после шести месяцев хранения перед внесением в почву)</p>

Технология	Описание	Достиженные экологические выгоды
Компостирование твердой фракции навоза	<p>Контролируемое аэробное разложение твердого навоза микроорганизмами с получением конечного продукта (компоста), достаточно стабильного для транспортировки, хранения и разбрасывания по земле. Запах, патогенные микроорганизмы и содержание воды в навозе уменьшаются. Твердая фракция суспензии также может быть компостирована. Подача достигается механическим переворотом валков или принудительной аэрацией куч. Можно использовать бочки и емкости для компостирования. Биологический инокулят, зеленые остатки или другие органические отходы (например, дигестат) можно компостировать вместе с твердым навозом</p>	<p>Позволяет получить органическое удобрение (компост), в котором часть исходного неорганического, легкодоступного азота преобразуется в органические формы, а большая часть фосфора – в концентрированную форму (за счет испарения воды). Органическое вещество гумифицируется, а продукт не имеет запаха и не содержит патогенов. В результате во время разбрасывания компостированного продукта ожидается снижение выбросов запаха и NH_3, а также соединений азота в результате выщелачивания.</p> <p>Преимущества с точки зрения получаемого продукта (удобрения) зависят от типа навоза, технологии предварительной обработки, добавок, технологии компостирования и не могут быть определены количественно в общем смысле.</p> <p>Во Франции продукт компостирования (компостный навоз) считается органическим удобрением, дезодорированным и гигиеничным. Он поставляется органическое вещество в почву, а органическая форма азота способствует постепенному высвобождению растений. Компостный навоз можно вносить осенью и зимой без риска увеличения вымывания нитратов</p>

В некоторых странах ЕС используют мобильные установки, принадлежащие подрядным организациям и перемещаемые с фермы на ферму (например, Дания, Бельгия-Фландрия, Франция). В отчете, основанном на данных государств-членов ЕС, зафиксирован объем перерабатываемого навоза в размере 108 млн т, содержащего 556 тыс. т азота и 139 тыс. т фосфора. Наибольший объем навоза перерабатывается в Италии, Греции и Германии – 36,8, 34,6 и 14,8% общего объема соответственно.

Анаэробное сбраживание является наиболее часто используемой технологией переработки навоза. Таким образом перерабатывается 88 млн т навоза и других продуктов животноводства [30]. Большой интерес к анаэробному сбраживанию объясняется возможностью производства биогаза. Получаемый метан обычно используется в качестве топлива в системах комбинированного производства тепловой и электрической энергии (ТЭЦ) для производства электроэнергии, продаваемой в сети общего пользования, и тепла, используемого собственником фермы или соседями.

□ 2.3.3. Очистка сточных вод

Производственные сточные воды и поверхностные стоки, образующиеся на территории свиноводческих и птицеводческих предприятий, являются источниками вредного воздействия на окружающую среду. Методы их обработки и необходимая степень очистки определяются в зависимости от местных условий с учетом максимально возможного их использования для орошения сельскохозяйственных угодий.

Производственные сточные воды птицеводческих предприятий близки по составу к хозяйственно-бытовым сточным водам поселений. По этой причине проводится их совместная очистка на очистных сооружениях поселений. Производственные сточные воды от убойных цехов включают в себя жир, остатки пера, крови и других отходов, поэтому сбрасыванию их в канализацию предшествует их очистка от включений. Сточные воды от ветеринарных объектов перед спуском в общую канализационную сеть подвергаются обезза-

раживанию, которое производится в отстойниках с использованием дезинфектантов.

Сточные воды и канализационные стоки свиноводческих предприятий включают в себя промывочную воду из животноводческих помещений (содержит остатки навоза, мочи, кормов, моющих средств и дезинфектантов), воду, сбрасываемую из воздухоочистительной системы, загрязненные дождевые стоки, смешанные с навозом.

Поверхностные сточные воды с территории предприятий направляются в локальные водохранилища по системе открытых водосток-ов и после обработки используются для орошения сельхозугодий.

Снижению эмиссии вредных веществ из сточных вод способствует уменьшение их объемов за счет устранения загрязнения территории предприятия, минимизации потребления воды, отделения загрязненной дождевой воды от сточных вод из животноводческих помещений. Для снижения уровня эмиссии из сточных вод используются специальные контейнеры или хранилища, их очистка и внесение в почву с помощью ирригационных систем. Данные мероприятия применяются в условиях российских и зарубежных предприятий (табл. 2.23).

Таблица 2.23

Технологии, уменьшающие объем выбросов из сточных вод

Технологический прием	Описание
Минимизация потребления воды	Объем сточных вод можно уменьшить с помощью предварительной очистки (например, механической) и очистки помещений и оборудования с помощью техники, работающей под высоким давлением
Отделение дождевой воды от сточных вод, требующих очистки	Разделение осуществляется путем внедрения раздельного сбора в виде правильно спроектированных и обслуживаемых дренажных систем
Очистка сточных вод	Обработка может быть выполнена путем осаждения и/или биологической обработки. Для сточных вод с низким содержанием загрязняющих веществ очистка проводится с помощью болот, прудов, искусственных водно-болотных угодий, стоков и др.

Технологический прием	Описание
Внутрипочвенное и поверхностное внесение сточных вод, например с помощью ирригационной системы, такой как дождевальная установка, передвижной ирригатор, автоцистерна, инжектор	Сточные воды отстаиваются в резервуарах или лагунах перед поверхностным внесением. Полученную твердую фракцию распределяют в почве, жидкую – из хранилища подают в трубопровод, соединенный с разбрызгивателем или передвижным ирригатором, который распределяет воду под слабым напором по поверхности почвы. Орошение также может осуществляться с использованием оборудования, обеспечивающего небольшой разброс и крупные капли

□ 2.3.4. Внесение органических удобрений в почву

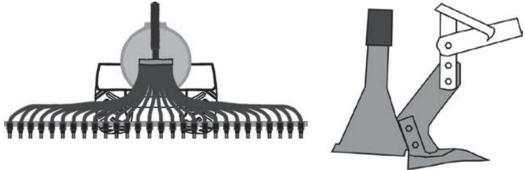
Технологии транспортирования и внесения в почву готового органического удобрения, полученного из свиного навоза или помета, как в России, так и за рубежом определяются в зависимости от вида готового органического удобрения. Жидкое удобрение транспортируется и вносится на поля с помощью мобильных агрегатов, гидромеханического оборудования (шланги, оросительные системы), твердое – транспортируют и вносят на поля с помощью мобильных агрегатов. Поверхностное разбрасывание твердого органического удобрения и инжекторное (внутрипочвенное) внесение жидкого навоза являются методами, влияющими не только на экологию, но и эффективность сельскохозяйственного производства в целом.

В России внесение органических удобрений, получаемых из навоза (помета), проводится разбрасыванием (твердые удобрения) по поверхности почвы и инжекторным внесением (жидкая фракция) в сочетании с сокращением сроков внесения. Данные технологии отвечают требованиям наилучших доступных и включены в отечественный справочник [23]. За рубежом к наилучшим доступным технологиям внесения удобрений отнесены технологии внесения только жидких удобрений (табл. 2.24).

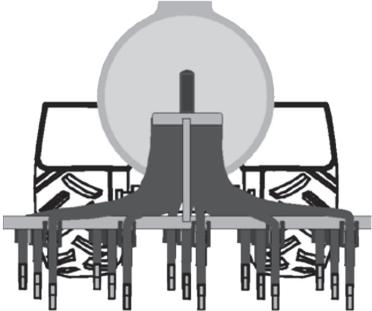
НДТ внесения навоза за рубежом [30]

Технология	Описание	Экологические выгоды
Разбавление суспензии	<p>Степень разбавления водой суспензии: от 1:1 до 50:1. Содержание сухого вещества в разбавленной суспензии – менее 2%. Можно использовать осветленную жидкую фракцию, полученную в результате механического разделения жидкого навоза, и субстрат, полученный в результате анаэробного сбраживания</p>	
Внесение разбавленной суспензии посредством системы орошения	<p>Разбавленная суспензия через трубопровод для полива перекачивается под низким давлением в систему орошения (например, дождевальная установка или передвижной ирригатор)</p> 	<p>Сокращение выбросов пропорционально степени разбавления суспензии. Для неразбавленной суспензии разбавление водой (снижение содержания сухого вещества) на 50% (1:1) может уменьшить выбросы на 30% при правильной эксплуатации системы.</p> <p>Выбросы аммиака во время орошения (до попадания в почву) разбавленных суспензий свиного навоза (0,5-0,9% сухого вещества) были измерены как 0,1-2,6% общего азота, в среднем 1,3%. Ожидается, что выбросы от дождевальной установки высокого давления будут выше, чем от установленных на стреле форсунок. Выбросы после орошения – примерно 10% общего азота.</p>

		Прерывистый режим работы также может ограничить неприятный запах. Потребность в энергии для оросительных установок низкого давления невелика. Достигаются также меньшее повреждение почвы и ее уплотнение
Ленточный разбрасыватель (гибкий шланг)	<p>Жидкое органическое удобрение распределяется по поверхности полей с возможностью его последующего заделывания спустя некоторое время с помощью гибких шлангов, свисающих с широкой штанги. Совмещать внесение удобрения и его заделку в почву нельзя, так как по обрабатываемому участку в это время протянут шланг, подающий навоз. Заделыванию может также помешать повышенная влажность почвы, из-за которой тракторы будут пробуксовывать.</p> <p>Гибкие (пластиковые или резиновые) шланги или трубы поддерживаются штангой шириной 12-28 м, установленной на прицепе для навозной жижи с интервалом 25-50 см. Штанга расположена на такой высоте, чтобы шланги висели на небольшом расстоянии (< 150 мм) над почвой или волочились по ее поверхности. Суспензия выгружается чуть выше уровня земли серией параллельных полос шириной 5-10 см. Рабочая ширина может составлять 6 м, ширина – 36 м</p>	<p>Суспензия вносится непосредственно на землю узкими полосами, что предотвращает рассеивание, следовательно, общая поверхность суспензии, контактирующая с воздухом, значительно меньше, чем если бы она распределялась с помощью форсунок, следовательно, потенциальное выделение аммиака и запаха будет намного меньше.</p> <p>Потенциал снижения выбросов аммиака выше, когда навозная суспензия наносится под хорошо развитый травостой, а не на голую почву, поскольку травостой защищает нанесенную навозную суспензию от выдувания ветром и солнечной радиации. При использовании разбрасывателя с прицепным башмаком выбросы аммиака могут быть дополнительно снижены, так как навозная жижа может быть точно размещена под травостоем с минимальным его загрязнением. Наличие башмака позволяет вносить навозную суспензию в верхний слой почвы (0-3 см). По этой причине было</p>

Технология	Описание	Экологические выгоды
		<p>установлено, что сокращение выбросов NH_3 от прицепных башмаков больше, чем от прицепных шлангов.</p> <p>Применение шлангового разбрасывателя для навозной суспензии улучшает использование азота растениями, что способствует сокращению закупок азотных минеральных удобрений и, как следствие, снижает потребление энергии и связанные с этим косвенные выбросы при производстве удобрений. Выбросы запаха также уменьшаются по сравнению с распространяемыми системами</p>
<p>Ленточный разбрасыватель (прицепной башмак)</p>	<p>Рабочая ширина прицепных башмачных разбрасывателей составляет 3-18 м, но обычно ограничена 6-8 м. Шланги, по которым подается навозная суспензия, расположены на расстоянии 16-35 см друг от друга. На их конце для подачи суспензии установлены специальные распределительные устройства, выполненные в виде башмака, который скользит по поверхности почвы.</p> 	

	<p>Конструкция такова, что посе́вы отодвигаются в сторону или раздвигаются более эффективно, чем с помощью шланга, во время процесса распределения, даже если шланг находится очень близко к земле. Таким образом, навозная суспензия осаждаётся полосами на поверхность почвы с минимальным загрязнением посевов</p>	
<p>Неглубокий ин-жектор (открытая борозда)</p>	<p>Зубья или дисковые бороны используются для прорезания вертикальных борозд (обычно глубиной 4–6 см) в почве, в которые полностью или частично распределяется навозная суспензия под поверхностью почвы. После внесения суспензии борозды обычно остаются открытыми</p>	<p>При впрыске в открытую борозду только ограниченная часть суспензии контактирует с открытым воздухом, что уменьшает выбросы аммиака и неприятного запаха. Фактически это зависит от того, насколько большая доля наносимой суспензии может быть помещена в образованные борозды.</p> <p>Эксперименты на пастбищах показывают, что использование азота растениями повышается по сравнению с поверхностным разбрасыванием. Это означает, что снижается вероятность выщелачивания нитратов в окружающую среду.</p> <p>Внесение навозной жижи с помощью ин-жекторных систем улучшает использование азота, что приводит к уменьшению закупок минеральных удобрений, что снижает потребление энергии и связанные с этим косвенные выбросы при производстве удобрений.</p>

Технология	Описание	Экологические выгоды
		<p>Во Франции распределение суспензии с использованием инъекции с глубокой бороздой (150 мм) позволяет снизить потери NH_3 на 60%. Для неглубокого впрыска через открытую борозду на пастбищах или пахотных землях, по оценкам, уменьшение запаха после внесения навозной суспензии составляет до 50% по сравнению со шланговой инъекционной системой</p>
<p>Глубокий инжектор (закрытая борозда)</p>	<p>Зубчатые или дисковые бороны используются для обработки почвы и внесения в нее навозной суспензии. Заделка борозд проводится с помощью прижимных колес или роликов. Глубина закрытой борозды – от 10 до 20 см</p> 	<p>По сравнению с поверхностным распределением по полосам (шланговая система) выбросы аммиака уменьшаются почти на 85%, что соответствует среднему сокращению примерно на 90% по сравнению с широко распространенными системами. Эффективность борьбы с выбросами аммиака возрастает с увеличением глубины обработки</p>

<p>Подкисление суспензии</p>	<p>Серную кислоту добавляют в суспензию, чтобы снизить pH в навозной яме примерно до 5,5. Добавление проводится в технологическом резервуаре с последующей аэрацией и гомогенизацией. Часть обработанной суспензии перекачивается обратно в накопительную яму под полом секции. Система очистки полностью автоматизирована. До (или после) внесения удобрений на кислых почвах может потребоваться добавление извести для нейтрализации pH почвы. В качестве альтернативы подкисление может быть выполнено непосредственно в хранилище навоза или во время внесения в почву</p>	<p>Сокращение выбросов аммиака, а возможно, и метана</p>
------------------------------	---	--

Директива 91/676/ЕЕС (Директива по нитратам) устанавливает порядок внесения навоза (помета) с целью обеспечения общего уровня защиты всех вод от загрязнения соединениями азота и разбрасывания навоза в определенных зонах, чувствительных к нитратам. Меры предусматривают ограничения по содержанию азота, периоды запрета внесения некоторых видов навоза (с высоким содержанием доступного азота) на пастбища и пахотные земли, а также выявление других ситуаций, когда навоз (помет) не следует вносить. Во Франции, например, сроки внесения навоза варьируются в зависимости от соотношения C:N (количество общего углерода, отнесенное к количеству общего азота, содержащегося в навозе; навоз с высоким соотношением C:N обычно расщепляется или минерализуется в почве дольше, чем навоз с более низким соотношением C:N), т.е. тип I с $C:N > 8$ (твердый навоз, кроме птичьего помета) или тип II ($C:N < 8$ (твердый птичий помет и навозная жижа). В других странах (например, в Дании) введены квоты на азот для каждого фермера, чтобы избежать неоправданно высоких уровней внесения азота на 1 га земли.

Во многих странах законодательство направлено на то, чтобы сбалансировать количество вносимого навоза с потребностями культуры в питательных веществах (данное положение лежит в основе Директивы по нитратам). В зависимости от законодательства, погодных условий и полевых культур, выращиваемых в разных регионах Европы, устанавливаются различные сезоны и методы, применяемые для внесения. В ряде стран (Ирландия, Швеция, Эстония, Финляндия, Германия, Бельгия, Фландрия, Дания, Литва, Латвия и Польша) наличие фосфора также рассматривается в качестве ограничивающего фактора (как законодательное ограничение либо рекомендация).

□ 2.3.5. Эффективное использование энергетических ресурсов

Оценка потребления энергетических ресурсов на свиноводческих и птицеводческих предприятиях – сложная задача, так как применяемые технологии производства имеют отличия, определяемые структурой и производственными характеристиками предприятий. Другим важным фактором, влияющим на потребление энергии, являются климатические условия.

Анализ отраслевых анкет в России:

- в свиноводстве годовой расход электроэнергии по производству в целом находится в диапазоне (0,005...281) – (0,011...490,5) кВт·ч/голову, природного газа – от 60553 до 3238200 м³, ГСМ – от 13,8 до 282000 м³;

- в птицеводстве годовой расход природного газа составляет 5-23730 тыс. м³, газолитина – 138-170 тыс. м³, угля – 2,0-3,0 тыс. т.

На свиноводческих предприятиях страны основные затраты электроэнергии (40-65%) и топлива (60-90%) приходятся на теплоснабжение и обеспечение микроклимата (табл. 2.25), в птицеводстве – на обеспечение микроклимата приходится от 40 до 75% общего потребления энергии [41].

Таблица 2.25

Удельный вес технологических процессов в общих затратах топливно-энергетических ресурсов в свиноводстве, %

Процесс	Удельный вес энергоресурсов, %	
	электроэнергии	топлива
Теплоснабжение и обеспечение микроклимата	40-65	60-90
Приготовление и раздача кормов	12-28	5-35
Уборка и подготовка навоза к использованию	8-15	2-3

За рубежом в структуре затрат электроэнергии на выполнение технологических процессов на свиноводческих предприятиях наибольшую долю составляют теплоснабжение и обеспечение микроклимата – 60% (табл. 2.26).

В структуре потребления энергоресурсов наибольшая доля приходится на затраты электроэнергии (максимальная – 86% – на предприятиях дорастивания и откорма свиней) (табл. 2.27) [23].

Таблица 2.26

**Удельный вес электроэнергии в общих затратах электроэнергии
на выполнение технологических процессов на свиноводческих предприятиях, %**

Показатели	Помещение для опороса		Помещение для поросят-отъемышей		Помещение для откорма		Помещение для супоросных свиноматок	
	на голову в год, кВт·ч	%	на голову в год, кВт·ч	%	на голову в год, кВт·ч	%	на голову в год, кВт·ч	%
Энергозатраты по помещению для содержания свиней – всего	2682,33	100	3576,44	100	2682,33	100	2682,33	100
В том числе:								
кормление	402,349	15	536,466	15	402,349	15	402,349	15
уборку	402,349	15	536,466	15	402,349	15	402,349	15
освещение	268,23	10	357,64	10	268,23	10	268,23	10
отопление	536,466	20	715,288	20	536,466	20	536,466	20
вентиляцию	1072,932	40	1430,576	40	1072,932	40	1072,932	40

Таблица 2.27

**Структура затрат топливно-энергетических ресурсов
для различных типов свиноводческих предприятий за рубежом, %**

Тип предприятий	Электро- энергия	ГСМ	Газ	Общее среднегодовое потре- бление электроэнергии, кВт·ч	
				на голову	на свиноматку
С законченным циклом производ- ства	76	21	3	48	983
Дорасщивания- откорма	86	14	0	25	Н.д.
Репродуктор	70	30	0	19 (на одно- го отнятого поросенка)	403

На зарубежных птицеводческих предприятиях энергоресурсы расходуются:

- при производстве яиц на подогрев воды зимой, распределение корма, вентиляцию помещения, освещение, сбор и сортировку яиц (расход составляет около 1 кВт·ч на 50-60 м конвейерной ленты), эксплуатацию сортировочного и упаковочного оборудования;

- при производстве мяса птицы на нагрев в начальной фазе цикла, который осуществляется с помощью нагревателей горячего воздуха (например, во Франции на него приходится около 80% потребления), вентиляцию помещений (варьируется в зимний и летний периоды от 2 тыс. до 12 тыс. м³/ч на 1000 голов), освещение, для приготовления и распределения корма.

На птицеводческих предприятиях основными источниками энергии служат газ пропан, электроэнергия, мазут (для работы тракторных двигателей и генераторов).

Пропан широко используется для отопления птичников: во Франции на него приходится примерно 2% производственных затрат при производстве бройлеров, в Великобритании – около 6,5-8%, при выращивании индеек – примерно 3,4% общих производственных затрат.

Потребление электроэнергии значительно варьируется в зависимости от вида выращиваемой птицы, различий в планировке зданий, потребностях в вентиляции и отоплении (табл. 2.28).

Таблица 2.28

**Среднегодовое потребление электроэнергии
в птицеводстве Франции [30]**

Вид птицы	Среднегодовое потребление электроэнергии, кВт/м ²
Бройлеры	15,2
Индейки (самки)	11,7
Племенное стадо бройлеров	18,8

Структура потребления электроэнергии отличается в зависимости от вида выращиваемой птицы (табл. 2.29).

Таблица 2.29

**Структура потребления электроэнергии
на птицеводческих предприятиях во Франции, % [30]**

Тип предприятия	Вентиляция	Освещение	Кормление	Поение	Другие операции	Годовое потребление, кВт·ч
Бройлеры – ферма с высоким потреблением энергии (механическая вентиляция, искусственное освещение, откачка воды из скважины)	48,1	32,5	4,7	8,7	6	21 000
Индейки – ферма с низким потреблением (без вентиляторов, естественное освещение, подключение к водопроводной сети)	18,4	41,4	16	10,9	13,3	5 440

Основные меры, применяемые в системах содержания птицы и свиней для снижения энергопотребления в России и за рубежом, предусматривают применение локальных обогревателей для выращивания молодняка, изоляцию зданий, управление системами вентиляции и искусственного освещения. За рубежом наряду с этим применяется и теплоутилизационное оборудование (табл. 2.30). В России использование вторичного тепла или альтернативных источников энергии в животноводстве находится на стадии разработок [42-44].

Технологии эффективного использования энергетических ресурсов

Технология	Описание
<p>Оптимизация систем отопления/охлаждения и вентиляции и управления ими, особенно там, где используются системы очистки воздуха</p>	<p>Достигается за счет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • автоматизации и минимизации расхода воздуха при сохранении зоны теплового комфорта для животных; • установки вентиляторов с минимально возможным удельным энергопотреблением; • поддержания сопротивления потоку как можно более низким; • установки преобразователей частоты и двигателей с электронной коммутацией; • установки энергосберегающих вентиляторов, управляемых в соответствии с концентрацией углекислого газа в помещении; • правильной установки отопительного/охлаждающего и вентиляционного оборудования, датчиков температуры и отдельных отапливаемых зон
<p>Изоляция стен, полов и/или потолков жилья</p>	<p>Изоляционный материал может быть естественным непроницаемым или иметь непроницаемое покрытие. Проницаемые материалы снабжаются установленной пароизоляцией, поскольку влажность является основной причиной износа изоляционного материала.</p> <p>Вариантом изоляционного материала для птицефабрик могут служить теплоотражающие мембраны, состоящие из многослойной пластиковой фольги для изоляции корпуса от утечки воздуха и влажности</p>
<p>Использование энергоэффективного освещения</p>	<p>Замена обычных вольфрамовых ламп накаливания или других низкоэффективных ламп накаливания более энергоэффективными: люминесцентными, натриевыми и светодиодными.</p> <p>Использование диммеров, устройств для регулировки искусственного освещения, датчиков или переключателей входа в помещение для управления освещением.</p>

Технология	Описание
	<p>Естественная инсоляция (например, с помощью вентиляционных отверстий или мансардных окон). Естественное освещение должно быть сбалансировано с потенциальными тепловыми потерями.</p> <p>Применение схем освещения с использованием переменного освещения</p>
<p>Использование теплообменников. Может использоваться одна из следующих систем:</p> <ul style="list-style-type: none"> • воздух-воздух • воздух-вода • воздух-земля 	<p>В воздушно-воздушном теплообменнике поступающий воздух поглощает тепло из воздуха, удаляемого из помещения. Он может состоять из пластин из анодированного алюминия или труб из ПВХ.</p> <p>В воздушно-водяном теплообменнике вода проходит через алюминиевые ребра, расположенные в вытяжных каналах, и поглощает тепло из отработанного воздуха.</p> <p>В теплообменнике воздух-грунт свежий воздух циркулирует по заглубленным трубам (например, на глубине около 2 м), используя низкие сезонные колебания температуры почвы</p>
<p>Использование тепловых насосов для рекуперации тепла</p>	<p>Тепло поглощается из различных сред (вода, суспензия, грунт, воздух и др.) и передается в другое место с помощью жидкости, циркулирующей в герметичном контуре, используя принцип обратного цикла охлаждения. Тепло может использоваться для производства очищенной воды или питания системы отопления или охлаждения.</p> <p>Технология предусматривает поглощение тепла из различных контуров, таких как системы охлаждения навоза, геотермальная энергия, промывочная вода, реакторы биологической очистки навоза или выхлопные газы биогазовых двигателей</p>

Технология	Описание
Рекуперация тепла с подогревом и охлаждением пола с распределённой по нему подстилкой (система combideck)	<p>Замкнутый контур подачи воды установлен под полом, а другой – построен на более глубоком уровне для хранения избыточного тепла или возврата его в птичник (при необходимости). Тепловой насос соединяет два водяных контура.</p> <p>В начале периода выращивания пол нагревается накопленным теплом, чтобы сохранить подстилку сухой, избегая конденсации влаги. Во время второго цикла выращивания птицы выделяют избыток тепла, которое сохраняется в контуре хранения при охлаждении пола, что уменьшает расщепление мочевой кислоты за счет снижения микробной активности</p>
Обеспечение естественной вентиляции	<p>Животноводческие помещения могут иметь отверстия в коньке и (при необходимости) на двускатных сторонах в дополнение к регулируемым отверстиям в боковых стенках и могут быть оборудованы ветрозащитными сетками. В жаркую погоду можно воспользоваться вентилятором</p>

Проблема энергосбережения в свиноводстве и птицеводстве, как и в других отраслях животноводства, предполагает решение ряда задач, среди которых – внедрение энергосберегающих технологий. В России при строительстве новых и реконструкции свиноводческих и птицеводческих предприятий применяется ресурсосберегающее оборудования для выполнения основных технологических процессов – кормления, поения, удаления навоза (помета), создания и поддержания микроклимата, что позволяет экономить затраты энерго-ресурсов при производстве продукции.

□ 2.3.6. Эффективное использование воды

Следует отметить несколько направлений расхода воды на свиноводческих и птицеводческих предприятиях:

- для поддержания гомеостаза и удовлетворения потребностей животных и птицы;
- употребляемая сверх норматива животными и птицей;
- теряемая при выпашивании животных и птицы;
- используемая на технологические нужды;
- используемая животными на удовлетворение поведенческих потребностей (в свиноводстве).

По результатам анкетирования установлено, что на свиноводческих предприятиях в России годовой расход воды находится в пределах 3600 (1560 голов) – 2100000 (547200 голов) м³. Большая ее часть (60%) расходуется на технологические нужды [23]. Аналогичные данные по птицеводческим предприятиям отсутствуют в ИТС НДТ 42-2017.

Объемы воды, которая теряется при выпашивании животных, могут быть уменьшены за счет использования современных систем поения, состоящих из чашечных или ниппельных поилок (изготавливаются из стали, чугуна, латуни или бронзы), водопроводных труб, узла водоподготовки с регулятором давления и фильтром механической очистки. Правильная настройка системы (табл. 2.31), установка поилок в станках (табл. 2.32), создание оптимальных температурно-влажностных условий содержания и кормления в соответствии с возрастом животных являются залогом минимизации расхода воды и, как следствие, уменьшения объемов жидкого навоза (табл. 2.33).

Оптимизация расхода воды на свиноводческих и птицеводческих предприятиях в России и за рубежом направлена на сокращение или исключение ее потерь как за счет организационных мероприятий, так и применения современного оборудования (табл. 2.34).

Таблица 2.31

Влияние расхода воды nippleной поилки на объем образуемого навоза и содержание в нем сухого вещества*

Расход воды, л/мин	Годовой объем образуемого навоза на голову, м ³	Содержание сухого вещества в навозе, %
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

*Данные BREF (EU), 2015.

Таблица 2.32

Высота установки nippleных поилок в станках для свиней

Масса свиный, кг	Высота установки поилки, см
Менее 15	15
15-20	20-25
20-50	35-45
50-100	50-60
Более 100	70

Таблица 2.33

Влияние соотношения количества воды и корма на объем навоза и содержание в нем сухого вещества при откорме свиней

Соотношение количества воды и корма	Суточный расход корма на голову, кг	Объем навоза на голову, м ³	Содержание сухого вещества, %
1,9:1	2,03	0,88	13,5
2,0:1		0,95	12,2
2,2:1		1,09	10,3
2,4:1		1,23	8,9
2,6:1		1,38	7,8

*Данные BREF (EU), 2015.

НДТ, направленные на оптимизацию водопотребления [23, 30, 34]

В России		За рубежом	
методы	применимость	методы	применимость
Минимизация расхода воды за счет применения современного оборудования для поения и уборки помещений	Как правило, применяется	Ведение учета использования воды	В целом применимо
Контроль и оптимизация расхода воды	В основном применимы	Использование очистителей высокого давления для уборки помещений и оборудования для животных	Не применимо к птицефабрикам, использующим системы химической чистки
Локальная очистка воды, используемой для поения животных	Применимы при использовании инновационного оборудования	Выбор и использование подходящего оборудования (например ниппельные поилки, круглые и вакуумные) для конкретной категории животных и птицы, обеспечивая при этом доступность воды (<i>ad libitum</i>)	В целом применимо
Мониторинг протечек и их устранение	Как правило, применяется	Мониторинг протечек и их устранение	В целом применимо
		Регулярная проверка и (при необходимости) корректировка калибровки оборудования для подачи питьевой воды	В целом применимо
		Повторное использование незагрязненной дождевой воды в качестве очищающей	Может быть не применимо к существующим фермам из-за высокой стоимости. Применимость может быть ограничена рисками биозащиты

□ 2.3.7. Управление запахами

Источниками дурно пахнущих газов являются хранилища навоза (помета), а также помещения, где содержатся животные и птица.

При хранении навоза выделяется до 10% азотсодержащих соединений [23], имеющих специфический запах, для уменьшения которого на современных отечественных предприятиях при хранении жидкого и твердого навоза используют различные укрытия. Наряду с этим на существующих предприятиях при хранении, как правило, предусмотрено отделение жидкой и твердой фракций навоза, размещение хранилища с учетом «розы ветров», организация естественных растительных барьеров, минимизация перемешивания жидкого навоза (помета).

В России при размещении свиноводческих и птицеводческих предприятий учитывались требования, изложенные в РД-АПК 1.10.02.04-12 и РД-АПК 1.10.05.04-13, в соответствии с которыми предприятия всегда располагаются таким образом, чтобы основное направление ветров было в противоположную от жилого поселка сторону. При этом во всех случаях и во все периоды года концентрация загрязняющих веществ, выделяемая ими, на границе санитарно-защитной зоны не должна превышать совместно с фоновыми концентрациями значений, равных ПДК, установленных для атмосферного воздуха населенных мест. Это способствует уменьшению запаха, однако не устраняет его.

За рубежом применяются разные приемы сокращения выбросов аммиака из наземных хранилищ и лагун (табл. 2.35, 2.36), а также укрытия различной конструкции (табл. 2.37).

Таблица 2.35

НДТ сокращения выбросов аммиака из хранилищ жидкого навоза (помета) и лагун за рубежом

НДТ	Описание
Уменьшение соотношения между площадью эмиссионной поверхности и объемом хранилища суспензии	Для прямоугольных хранилищ соотношение высоты и площади поверхности эквивалентно 1:30-50. Для круглых хранилищ благоприятные размеры контейнера достигаются при соотношении высоты и диаметра от 1:3 до 1:4. Боковые стенки хранилища могут быть увеличены по высоте

НДТ	Описание
Уменьшение скорости ветра и воздухообмена на поверхности суспензии за счет нижнего заполнения	Увеличение расстояния между поверхностью жидкого навоза и высотой стенки открытого хранилища (обеспечивает эффект лобового стекла)
Минимизация перемешивания суспензии	Включает в себя: <ul style="list-style-type: none"> • заполнение хранилища ниже высоты его стенки; • нижнее заполнение хранилища; • предотвращение гомогенизации и циркуляции суспензии (перед опорожнением хранилища)

Таблица 2.36

**НДТ сокращения выбросов
при хранении твердого навоза за рубежом**

НДТ	Описание
Хранение высушенного твердого навоза в помещении	Помещение обычно представляет собой простую конструкцию с непроницаемым полом и крышей, с достаточной вентиляцией, чтобы избежать анаэробных условий, и входной дверью для транспортировки
Использование бетонного бункера для хранения	Фундаментная плита из водонепроницаемого бетона, которая может быть объединена со стенами с трех сторон и крышей, например из УФ-стабилизированного пластика и др. Плита имеет уклон (например, 2%) в сторону переднего сливного желоба. Жидкие фракции и любые стоки, вызванные осадками, собираются в герметичную бетонную яму и затем обрабатываются
Хранение твердого навоза на твердом непроницаемом полу, оборудованном дренажной системой и сборным баком для стока	Хранилище оборудовано сплошным непроницаемым полом, дренажной системой и подключено к резервуару для сбора жидких фракций и любых стоков, вызванных осадками

НДТ	Описание
Выбор хранилища с достаточной вместимостью для хранения навоза в периоды, когда внесение его в почву невозможно	Периоды, когда допускается внесение навоза, зависят от местных климатических условий, законодательства и др., таким образом, требуется место для хранения подходящей вместимостью. Доступная мощность позволяет также регулировать время обработки почвы в соответствии с потребностями сельскохозяйственных культур в азоте
Хранение твердого навоза в полях в кучах, расположенных вдали от поверхностных и/или подземных водотоков, в которые могут попасть жидкие стоки	Твердый навоз укладывается непосредственно на почву в поле перед посевом в течение ограниченного периода времени (например, в течение нескольких дней или нескольких недель). Место хранения меняется не реже одного раза в год и расположено как можно дальше от поверхностных и подземных вод
Уменьшение соотношения между площадью эмиссионной поверхности и объемом навозной кучи	Навоз можно уплотнить или использовать трехстенные хранилище
Укрытие буртов твердого навоза	Можно использовать такие материалы, как устойчивые к ультрафиолетовому излучению пластиковые крышки, торф, опилки или древесная щепа. Плотные крышки уменьшают воздухообмен и аэробное разложение в навозной куче, что приводит к сокращению выбросов в атмосферу

Таблица 2.37

**Варианты укрытий для хранилищ жидкого навоза за рубежом
(рекомендуемые как НДТ)**

Варианты укрытий	Описание
<i>Стационарные укрытия</i>	
Жесткая крышка	Крышка может быть изготовлена из бетона, панелей из стекловолокна или полиэфирных листов с плоским настилом или конической формы. Используется в бетонных или стальных резервуарах и силосах. Обеспечивает хорошую герметичность, сводит к минимуму воздухообмен и предотвращает попадание дождя и снега

Варианты укрытий	Описание
Гибкая крышка	<p>Пирамидальная крышка: тканевая мембрана натягивается на спицы и привязывается к ободной скобе. Незакрытые отверстия сведены к минимуму.</p> <p>Куполообразная крышка: крышка с изогнутой конструктивной рамой, установленная над круглым хранилищем с использованием стальных элементов и болтовых соединений.</p> <p>Плоская крышка: крышка из гибкого и самонесущего композитного материала, удерживаемого заглушками на металлической конструкции</p>
<i>Плавающие укрытия</i>	
Натуральная корочка	<p>На поверхности суспензии может образовываться слой корки, который имеет достаточное содержание сухого вещества (не менее 2%). Корка должна быть толстой, не разрушаться и покрывать всю поверхность суспензии. Хранилище заполняется снизу, как только корка образована, чтобы избежать ее разрушения</p>
Солома	<p>В суспензию добавляют измельченную солому, и образуется корка из соломы. Обычно это хорошо работает при содержании сухого вещества выше 4-5%. Рекомендуемая толщина слоя не менее 10 см. Продувку воздухом можно уменьшить, добавив солому во время заполнения хранилища. Слои соломы, возможно, потребуются частично или полностью обновить в течение года. Хранилище заполняется снизу для предотвращения разрушения соломенного слоя</p>
Пластиковые гранулы	<p>Для покрытия поверхности суспензии используются полистирольные шарики Ø 20 см и массой 100 г. Необходима регулярная замена вышедших из строя элементов</p>
Легкие сыпучие материалы	<p>Такие материалы, как легкие наполнители из керамзита, продукты на основе перлита или цеолита, распределяются по поверхности суспензии для образования плавающего слоя. Рекомендуемая толщина плавающего слоя – 10-12 см. Более тонкий слой может быть эффективен для более мелких частиц</p>

Варианты укрытий	Описание
Плавающие гибкие крышки	Пластиковые плавающие укрытия (например, холсты, пленки) лежат на поверхности суспензии. Для удержания крышки на определенной высоте и сохранения пустоты под укрытием предусмотрены поплавки и трубки. В конструкции предусмотрена также система стабилизирующих элементов для обеспечения вертикальных перемещений. Необходимы вентиляция и удаление дождевой воды, которая собирается сверху
Геометрические пластиковые плитки	Плавающие шестигранные пластиковые элементы распределяются по поверхности суспензии. Может быть покрыто около 95% поверхности
Надувная крышка	Надувная крышка из ПВХ-ткани плавает над суспензией. Ткань крепится стропами к металлическим элементам, размещенным по краю стенок хранилища
Гибкие пластиковые листы	Непроницаемые пластиковые листы с защитным покрытием от ультрафиолетового излучения (например, HDPE) поддерживаются поплавками, прикрепленными ближе к верхним краям стенок хранилища, что предотвращает поворот крышки во время перемешивания навоза и ее срыв ветром. Крышки также могут быть оснащены коллекторными трубопроводами для отвода газов, другими отверстиями для технического обслуживания (например, для использования оборудования для гомогенизации), системой сбора и удаления дождевой воды

За рубежом в целях предотвращения или сокращения концентрации запахов с ферм осуществляются разработка, внедрение и регулярный пересмотр плана управления запахами, позволяющие исключить их появление при содержании свиней, птицы и хранении навоза (помета) (табл. 2.38).

Находят применение и дорогостоящие решения, например очистка воздуха, удаляемого из животноводческих помещений. В последнее время этот метод приобретает все большее значение, поскольку интенсивное сельское хозяйство требует соблюдения более строгих правил и ограничений в отношении вредных выбросов. Биофильтры,

кислотные скрубберы, многоступенчатые системы очистки воздуха применяются для нейтрализации дурно пахнущих газообразных загрязняющих веществ и пыли из воздуха, удаляемого из помещений для животных и птицы (табл. 2.39).

Таблица 2.38

**Решения, позволяющие исключить
появление запаха при содержании свиней и птицы**

Решения	Применимость
<p>Использование системы содержания, которая позволяет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • уменьшить поверхности, загрязняемые навозом (например, металлические или пластиковые рейки, каналы с уменьшенной открытой поверхностью навоза); • снизить температуру навоза (например, путем охлаждения навозной жижи) и окружающей среды в помещении; • уменьшить поток и скорость воздуха над поверхностью навоза; • поддержание подстилки сухой 	<p>Снижение температуры в помещении и воздухообмена может быть неприменимо из соображений благополучия животных.</p> <p>Удаление навозной жижи промывкой неприменимо на свинофермах, расположенных вблизи населенных пунктов, из-за пиков запаха</p>
<p>Оптимизация условий удаления воздуха из животноводческого помещения путем:</p> <ul style="list-style-type: none"> • увеличения высоты выпускного отверстия (например, вытяжка воздуха выше уровня крыши, дымовых труб, отвод отработанного воздуха через конек крыши, а не через нижнюю часть стен); • увеличения скорости вентиляции на вертикальном выходе; • эффективного размещения внешних барьеров для создания турбулентности в выходящем потоке воздуха (например, растительность); • добавления дефлекторных крышек в вытяжные отверстия, расположенные в низких частях стен, для отвода отработанного воздуха в сторону земли; • рассеивания удаляемого воздуха со стороны, обращенной в сторону от населенного пункта (или других чувствительных зон) 	<p>Неприменимо в существующих помещениях</p>

**Системы очистки воздуха, удаляемого из помещений
для содержания свиней и птицы**

Решение	Применимость	Описание
Био-скруббер (или биоструйный фильтр)	<p>Может быть неприемлемо из-за высокой стоимости оборудования.</p> <p>Применимо к существующим помещениям с централизованной системой вентиляции.</p> <p>Биофильтр применим</p>	<p>Фильтр с инертным материалом, который обычно поддерживается постоянно влажным путем разбрызгивания воды. Загрязнители из воздуха поглощаются в жидкой фазе и впоследствии разлагаются микроорганизмами, оседающими на фильтрующих элементах. Может быть достигнуто снижение содержания аммиака от 70 до 95%</p>
Биофильтр	<p>только к установкам на основе суспензии.</p> <p>Для биофильтра необходима достаточная площадь за пределами животноводческого помещения для размещения фильтрующих пакетов</p>	<p>Отработанный воздух проходит через фильтрующий слой из органических материалов, таких как древесная щепа, грубая кора, компост или торф. Фильтрующий материал всегда остается влажным из-за периодического опрыскивания поверхности. Частицы пыли и пахучие соединения воздуха поглощаются влажной пленкой, окисляются или разлагаются микроорганизмами живущими на увлажненном подстилочном материале</p>
Двухступенчатая или трехступенчатая система очистки воздуха		<p>В двухступенчатой системе первая ступень (мокрый кислотный скруббер) обычно комбинируется с биоскруббером (вторая ступень). В трехступенчатой системе первая ступень, состоящая из водяного скруббера, обычно объединяется со второй ступенью (мокрый кислотный скруббер), за которой следует биофильтр (третья ступень). Может быть достигнуто снижение содержания аммиака от 70 до 95%</p>

Во фламандской части Бельгии на 190 фермах установлены биоскрубберы, 243 немецких фермы используют эту технику. В Нидерландах установленная мощность биоскрубберов для удаления аммиака в 2008 г. составила 14 млн м³/ч для 90 ферм.

□ 2.3.8. Снижение пылевой эмиссии в помещениях для содержания свиней и птицы

На образование пыли в помещениях для содержания свиней и птицы влияет ряд факторов: работа оборудования при удалении подстилки, вид корма, материала и качество подстилки, активность животных, режим кормления, кратность воздухообмена. Комплекс мер по сокращению пылевой эмиссии способствует предотвращению эпизоотических заболеваний, улучшает продуктивность животных и продолжительность работы оборудования в животноводческих помещениях (например, электронных устройств, двигателей, теплообменников).

Для одновременного снижения пылевой эмиссии и концентрации пыли в помещении для животных применяются технические решения, такие как ионизация, распыление масла или воды – это методы уменьшения рассеивания пыли за счет придания частицам пыли адгезивного характера, воздействия пыли на персонал и животных, что является важным преимуществом по сравнению с использованием систем очистки воздуха.

Ионизация основана на создании электростатического поля для образования отрицательных ионов в помещении. Циркулирующие в воздухе частицы пыли заряжаются свободными отрицательными ионами. Частицы собираются на полу и поверхностях помещения под действием силы тяжести и притяжения электростатического поля.

Высоковольтный блок системы отрицательной ионизации воздуха используется для преобразования переменного тока системы электроснабжения в постоянный при низкой силе тока – менее 2,0 мА для обеспечения безопасности. Устройство подключено к системе проводов (разрядных электродов или ионных генераторов) с игольчатыми штифтами, которые проходят по всей длине помещения под поверхностью потолка. Высокое напряжение на проводах создает электрическое поле между проводами, потолком и любыми

другими заземленными поверхностями (например, заземленной коллекторной пластиной). Электроны, испускаемые штифтами, перемещаются по полю к потолку, отрицательно заряжая встречающиеся частицы пыли, которые затем направляются к заземленным пластинам и собираются электростатическим притяжением на заземленных поверхностях помещения или коллекторных пластинах. Осевшая мелкая пыль удаляется после каждого цикла (рис. 2.1).

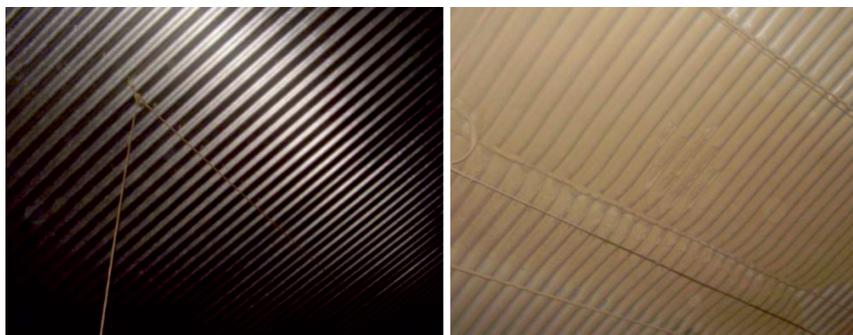


Рис. 2.1. Эффект притяжения пыли, вызванный ионизацией на потолке птичника

Ионизация позволяет уменьшить выбросы пыли – PM_{10} на 36% и $PM_{2,5}$ – на 10% при ее концентрации 1,01 и 0,07 mg/m^3 соответственно. Значения выбросов пыли при выращивании бройлеров в год, полученные в Нидерландах, составили 0,0117-0,0201 кг для PM_{10} и 0,00058-0,00142 кг для $PM_{2,5}$.

В существующих свиноводческих и птицеводческих помещениях данный метод может быть неприменим. Для его применения необходимо позаботиться о том, чтобы модель ионизатора не выделяла значительных количеств озона.

Инвестиционные затраты на приобретение необходимого оборудования (источник ионизирующего излучения и 200 м провода с излучателями) для обработки поверхности (примерно 450-600 m^2) в свинарнике на откорме составляют почти 2 тыс. евро. Соответствующие годовые эксплуатационные расходы, включая более высокое потребление энергии, составляли примерно 8 евро на одно животноводческое место (Чехия, 2010).

При выращивании бройлеров (ферма на 90 тыс. птицемест в Нидерландах) дополнительные инвестиционные затраты на одно птицеместо составили 0,65 евро, а ежегодные эксплуатационные расходы – 0,01 евро на одно птицеместо.

Распыление воды производится с помощью форсунок под высоким давлением с образованием мелких капель, которые поглощают тепло и падают под действием силы тяжести на пол, увлажняя частицы пыли. Снижение загрязнения воздуха в свиноводческих помещениях на откорме во Франции составило 22-30% для аммиака, 14-46 – для пыли и 12-23% – для запаха.

Потребление воды и энергии зависит от климатических условий, в которых данная технология применяется также для охлаждения воздуха внутри помещения. В ходе испытаний, проведенных во Франции в течение трех лет, были измерены средние уровни потребления 264 кВт·ч электроэнергии и 17 м³ воды за каждый летний период продолжительностью 90 дней в свинокомплексе на 100 мест, где компрессор мощностью 1,1 кВт использовался для опрыскивания 18 ч в день в цикле максимальной мощности продолжительность 30 с.

Испытания, проведенные на откормленных свиньях, после установки системы распыления воды показали, что уменьшение ее потребления животными примерно на 0,5 л на свинью в день может компенсировать потребление ее системой распыления (около 70 л на свинью).

Распыление растительного масла (рис. 2.2) в смеси с водой (3%-ная концентрация) или чистого производится с помощью форсунок, размещаемых в центре помещения или по боковым стенам. Циркулирующие частицы пыли связываются с каплями масла и собираются в подстилке. На подстилку также наносится тонкий слой растительного масла, чтобы предотвратить выброс пыли.

Применение данного метода в Нидерландах обеспечило снижение запыленности на 54% для фракции РМ₁₀ и на 75% для фракции РМ_{2,5}. В Дании было исследовано влияние распыления масла под низким давлением (смесь воды и 3% рапсового масла при давлении 5 бар) на вдыхаемую пыль в станках для опороса с частично решетчатым полом (где распылительные форсунки располагались над решетчатым полом) и на откорме с полностью решетчатым полом. При скорости распыления 8 г масла в день для свиноматок на опо-

росе и 2-3 г масла в день для откормочного поголовья наблюдалось снижение выбросов вдыхаемой пыли на 40 и 50% соответственно, а также общих выбросов пыли на 33% для свиноматок на опоросе и на 40% для свиней на откорме. Концентрация пыли на откорме во все дни измерений составляла менее 3 г/м³.

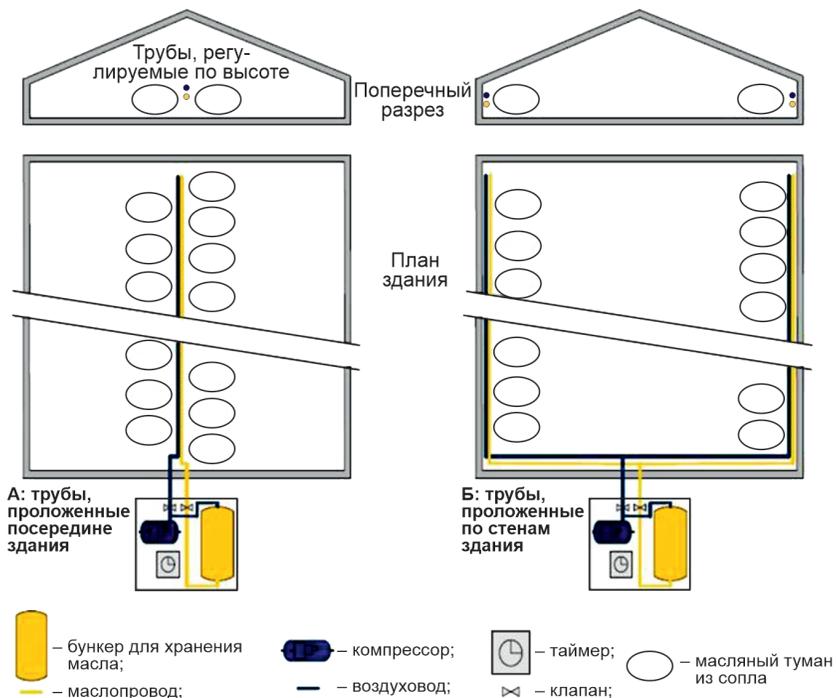


Рис. 2.2. Схема размещения системы распыления масла

В Германии поглощение пыли путем разбрызгивания смеси масла и воды считается эффективной технической мерой для уменьшения выбросов пыли как на свиноводческих предприятиях, так и птицефабриках.

Улучшение условий труда за счет снижения концентрации пыли является движущей силой внедрения данного метода. Нанесение масляной пленки снижает воздействие пыли на человека на 75-95%.

В России в свиноводческих и птицеводческих помещениях применяется распыление воды с помощью форсунок.

3. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО АКТУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СПРАВОЧНИКОВ ПО НАИЛУЧШИМ ДОСТУПНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ ДЛЯ ИНТЕНСИВНОГО РАЗВЕДЕНИЯ СВИНЕЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ

В 2017 г. был подготовлен и утвержден 51 информационно-технический справочник по НДТ (ИТС НДТ), в том числе 5 в сфере АПК. Нормативно-технические требования по экологизации свиноводства и птицеводства были изложены в информационно-технических справочниках ИТС 41-2017 «Интенсивное разведение свиней» и ИТС 42-2017 «Интенсивное разведение сельскохозяйственной птицы», в 2023 г. распоряжением Правительства Российской Федерации от 30 апреля 2019 г. № 866-р утверждена их актуализация.

С учетом принимаемых нормативно-правовых документов и информации, представленной в данных справочниках, можно определить несколько направлений их актуализации.

Актуализация областей применения справочников НДТ. Область применения справочников определяется критериями отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. Для свиноводческих и птицеводческих предприятий – это проектная мощность. В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 28 сентября 2015 г. № 1029 свиноводческие предприятия по выращиванию и разведению свиней (с проектной мощностью 2000 мест и более), свиноматок (с проектной мощностью 750 мест и более) и птицеводческие предприятия по разведению сельскохозяйственной птицы (с проектной мощностью 40 тыс. птицемест и более) были отнесены к объектам первой категории, на которые распространяется действие информационно-технических справочников [24].

Постановлением Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. № 2398 [45] данные критерии были обновлены (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Критерии отнесения объектов по разведению сельскохозяйственной птицы, выращиванию и разведению свиней, оказывающих значительное негативное воздействие на окружающую среду и относящихся к областям применения наилучших доступных технологий, к объектам первой категории

Объект	Критерии отнесения к НДТ и первой категории согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 28 сентября 2015 г. № 1029	Критерии отнесения к НДТ и первой категории согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. № 2398
Свиноводческие предприятия	По выращиванию и разведению свиней (с проектной мощностью 2000 мест и более) и свиноматок (с проектной мощностью 750 мест и более)	По выращиванию и разведению свиней: <ul style="list-style-type: none"> • с проектной мощностью 20 тыс. мест и более для свиней массой тела более 30 кг (для объектов, введенных в эксплуатацию до 1 января 2005 г.); • с проектной мощностью 42 тыс. мест и более для свиней массой тела более 30 кг (для объектов, введенных в эксплуатацию после 1 января 2005 г.)
Птицеводческие предприятия по разведению сельскохозяйственной птицы	С проектной мощностью 40 тыс. птицемест и более	С проектной мощностью 2 млн птицемест и более

Уточнение перечня технологических показателей НДТ. В 2019 г. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации утвердило ряд нормативных документов в области охраны окружающей среды, устанавливающих технологические показатели наилучших доступных технологий, в том числе для свиноводческих и птицеводческих предприятий (табл. 3.2, 3.3).

Таблица 3.2

Технологические показатели НДТ интенсивного разведения свиней (утверждены приказом Минприроды России № 316 от 21.05.2019) [46]

Характеристика предприятия	Наименование загрязняющего вещества	Величина (после очистки)
<i>В атмосферный воздух, в год, т</i>		
Свиноводческие предприятия (все источники выбросов)	Аммиак	0,41371767-0,93210861
	Метан	1,680295903-4,280374797
	Азота оксид	0,016212257-0,092957864
	Углерода оксид	0,436249065-1,596217169
	Сероводород	0,022916295-0,190972313
	Серы диоксид	0,042167467-0,063236429
	Взвешенные частицы РМ ₁₀ и РМ _{2,5}	Суммарно 0,073125041-0,261513984
<i>В водные объекты, мг/дм³</i>		
Свиноводческие предприятия (все источники выбросов)	Аммоний-ион	13,4-15,2
	Калий	8,4-45,0
	Кальций	31,6-38,8
	Натрий	11,2-20,38
	Нефтепродукты (нефть)	0,08-0,47
	Нитрат-анион	0,15-1,00
	Нитрит-анион	0,01-0,19
	Сульфат-анион (сульфаты)	128,1-162,8

Таблица 3.3

Технологические показатели НДТ интенсивного разведения сельскохозяйственной птицы (утверждены приказом Минприроды России № 232 от 12.04.2019) [47]

Загрязняющее вещество	Для бройлеров, т/тыс. т живой массы в год	Для кур-несушек, г/тыс. яиц в год	
		для предприятий без котельных	для предприятий с котельными
Азота диоксид	0,061-1,765	1,5-15,3	15,3-61,37
Азота оксид	0,01-0,514	0,24-2,54	2,54-11,06
Аммиак	0,282-1,763	77,94-156,63	
Взвешенные вещества	0,003-3,51	0,01-14,2	15-92
Метан	0,519-4,26	28,77-159,89	159,89-308,54
Сероводород	0,011-0,354	1,28-7,31	7,31-15,71

Загрязняющее вещество	Для бройлеров, т/тыс. т живой массы в год	Для кур-несушек, г/тыс. яиц в год	
		для предприятий без котельных	для предприятий с котельными
Серы диоксид	0,003-1,393	0,14-3,83	24,29-44,69
Углерода оксид	0,258-2,41	1,59-14,54	25,94-273,92

Сопоставление перечней маркерных веществ, представленных в данных документах и утвержденных справочниках, выявило несоответствия, которые следует учесть при актуализации справочников: в перечне технологических показателей при выбросах загрязняющих веществ в водные объекты в ИТС-41-2017 следует исключить азот, в ИТС 42-2017 – азот и фосфор. Также следует обратить внимание на единицы измерения технологических показателей выбросов загрязняющих веществ при интенсивном разведении свиней. В ИТС 41-2017 и нормативном документе в области охраны окружающей среды «Технологические показатели НДТ интенсивного разведения свиней» за единицу измерения принята 1 т в год. В 2020 г. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии приняло поправку, в соответствии с которой величины выбросов загрязняющих веществ в атмосферу следует измерять не в тоннах за год, а в граммах за секунду при сохранении численных показателей данных величин.

Обновление и дополнение данных в таблицы выбросов загрязняющих веществ. По мнению специалистов Университета ИТМО, в п. 3.2.2 ИТС 41-2017 дана излишняя характеристика маркерных веществ и содержатся таблицы (3.2.2.5-3.2.2.8) с анализом маркерных показателей, отображающих уровень сбросов загрязняющих веществ свиноводческих предприятий. Все таблицы характеризуются отсутствием более половины данных, а строки под номерами 3-5 и 10-12 имеют информацию только по кальцию, которая, по мнению специалистов университета, ни о чем не говорит [48].

В ИТС 42-2017 в табл. Б.1 прил. Б определен перечень маркерных веществ для водных объектов. Однако в перечнях технологических показателей для кур-несушек и бройлеров нет значений по данным маркерным веществам, как и в нормативном документе в области

охраны окружающей среды «Технологические показатели наилучших доступных технологий интенсивного разведения сельскохозяйственной птицы» не содержатся данные о выбросах в водные объекты.

В оба справочника следует внести исправления в таблицы, где приведены средние значения выбросов загрязняющих веществ, так как среднее значение не может находиться за пределами диапазона измерения.

Для обновления и дополнения данных требуется проведение повторного анкетирования с целью определения отсутствующих значений выбросов.

Дополнения в описания существующих технологий. По мнению специалистов Университета ИТМО, в ИТС 41-2017 не дается описание используемых в настоящее время технологий очистки сточных вод в нашей стране [48]. Все НДТ, приведенные из европейского справочника BREF(EU), 2015. НДТ-4 («Управление системой предотвращения загрязнений сточных вод от веществ, выделяемых при хранении и подготовки навоза») и НДТ-5 («Оптимальное управление системой водопровода, поения животных, водопользования, удаления, переработки и хранения навоза, образованного при жизнедеятельности свиней»), можно лишь отнести к управленческим методам предотвращения загрязнений сточных вод. В НДТ-14 («Контроль и измерения сбросов в воду») отсутствует описание контроля и измерения сбросов в воду. В п. 5.12 к НДТ-16 («Управление системой обращения с отходами») отнесли «Методы очистки сточных вод», в котором описываются некоторые методы, включая «нетрадиционные» (очистка слегка загрязненной воды растениями, сброшной канал, пруд-отстойник, сконструированная болотная система, дренажный колодец, система первого смыва, орошение полей (не указываются какие поля), и возможный способ обращения с загрязненными атмосферными осадками и отдельно накапливаемыми сточными водами, при этом технически методы могут не подходить и быть ненужными в некоторых регионах.

Многие описанные методы НДТ, касающиеся сточных вод, не общеприменимы и имеют ограничения.

В ИТС 42-2017 «Интенсивное разведение птицы» единственное упоминание о сточных водах приведено в разделе 3, посвященном

фактическим эмиссиям в окружающую среду: в табл. 3.5 содержатся данные по семи объектам, использующим технологию биологической очистки как метод обработки, однако данные приведены не по всем маркерным веществам [34].

Актуализация перечня перспективных наилучших доступных технологий. В утвержденных справочниках ИТС 41-2017 и ИТС 42-2017 в разделе, посвященном перспективным технологиям, перечислены только разработки из зарубежных справочников [30]. Данный перечень следует дополнить отечественными разработками, такими как:

- технология уборки навоза из свиноводческих помещений с гидравлической системой его удаления периодического действия с применением средств автоматизации [49]. В ИАЭП-филиал ВИМ разработана математическая модель управления данной системой, предусматривающая полную автоматизацию процесса. В ее основе лежит циклический алгоритм открытия клапанов навозоприемных ванн, а также включения насоса распределительного коллектора. Математическая модель позволяет определить время, необходимое для выполнения каждой из операций при транспортировке навоза от свинокомплекса до навозохранилища, и исходя из данного показателя выбрать необходимое технологическое оборудование;

- модель устройства биологической очистки жидкой фракции свиного навоза и навозосодержащих стоков, разработанная ИАЭП-филиал ВИМ, расширяет арсенал технических средств для очистки стоков (высокомутных суспензий, таких как жидкая фракция свиного навоза). При этом технический результат заключается в реализации указанного выше назначения с обеспечением глубокой биологической очистки жидкой фракции и навозосодержащих стоков до санитарных норм допустимых загрязнений при сбросе на поля орошения, фильтрации или на городские очистные сооружения [50];

- технология утилизации газов, образующихся в биореакторах переработки органических отходов (сорбированные газы (аммиак) вступают в агрохимическое взаимодействие с торфом с образованием компоста, при этом выделение вредных газов в окружающую атмосферу не происходит. Компостирование исходных ингредиентов в большом штабеле торфа длительный период времени обуславливает

образование высококачественного компоста. После созревания компоста он используется как органическое удобрение. Разработанная технология утилизации газов и устройство защищены патентами № 2583308, 145378);

- технология переработки бесподстилочного куриного помета в кормовые добавки на основе импортозамещающих мембран (разработчик – ФГБНУ ВНИИПБТ), суть которой состоит в применении баромембранных процессов (микро-, ультра- нанофльтрация, обратный осмос). Эти процессы позволяют исключить необходимость нагрева, следствием которого является денатурация ценных биологически активных веществ, содержащихся в курином помете, и отличаются низкими энергозатратами;

- технология выращивания бройлеров на обогреваемых полах, согласно которой отпадает необходимость использования дорогостоящего и дефицитного подстилочного материала (опилок). Данная технология позволяет в наибольшей степени проявлять генетический потенциал цыплят-бройлеров [51].

Включение этих разработок в перечень перспективных технологий послужит основанием для дополнительного финансирования проводимой работы.

Для совершенствования справочников НДТ необходимо:

ИТС 41-2017

- включить в госзадание по проведению приоритетных фундаментальных и прикладных исследований тематик по экологической оценке интенсивного животноводства;

- уделить внимание теоретическим и экспериментальным исследованиям всех элементов технологий интенсивного свиноводства с целью получения значений удельных выбросов загрязняющих веществ 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 и др.);

- провести исследования и построение моделей потоков азота и фосфора на разных этапах производства продукции свиноводства с целью обоснования методов оптимизации эффективности использо-

вания питательных веществ и снижения негативного воздействия на окружающую среду;

- разработать региональные концепции и программы по обращению с отходами сельхозпроизводства, предусматривающие стимулирование предприятий, осуществляющих природоохранную деятельность путем внедрения наилучших доступных технологий;

- создать «пилотные» хозяйства для демонстрации НДТ интенсивного свиноводства в России и получения независимых и достоверных данных о применяемых технологиях.

ИТС 42-2017

- усовершенствовать анкету по сбору данных, запрашиваемых от птицеводческих предприятий, по используемым технологиям выращивания и содержания птицы, а также о применяемых передовых технологических решениях переработки птичьего помета;

- отразить различия в используемых технологиях содержания и кормления сельскохозяйственной птицы и переработки помета в зависимости от различных климатических зон;

- регулярно собирать информацию о последствиях временного хранения помета на пометных площадках и в помехранилищах на поверхностные и подземные воды, качественный состав и питательность почвы;

- учитывать географические зоны и природные ресурсы при внедрении биоконверсии отходов АПК и перерабатывающих производств;

- проводить мониторинг выбросов вредных газов и пыли, возникающих на птицеводческих предприятиях промышленного типа, и их влияния на окружающую среду;

- разработать методику оценки влияния производственной деятельности птицеводческих предприятий на окружающую среду с использованием методов контроля, основанных на национальных и международных стандартах;

- принимать расход кормов на предприятии за год наиболее объективным показателем потенциального воздействия птицеводческих предприятий на окружающую среду;

- проводить исследования по технологии использования золы от

сжигания подстилочного помета в качестве минерального удобрения;

- включать в госзадание по проведению приоритетных фундаментальных и прикладных научных исследований тематику по экологической оценке интенсивного животноводства;

- создать «пилотные» хозяйства для демонстрации НДТ интенсивного свиноводства в России и получения независимых и достоверных данных о применяемых технологиях.

Практика показала, что назрела необходимость создания базы данных по технологиям в интенсивном животноводстве и птицеводстве Российской Федерации, проведения теоретических и экспериментальных исследований современных технологий производства животноводческой продукции с целью обоснования технологических нормативов при внедрении НДТ, получения независимых достоверных данных о технологиях интенсивного животноводства и птицеводства в пилотных хозяйствах, совершенствования нормативно-правовой базы внедрения системы НДТ в интенсивном животноводстве, проведения процедуры получения комплексного экологического разрешения, обеспечения финансовой поддержки разработчиков и сельхозпроизводителей с целью создания и освоения НДТ. Такая работа должна проводиться с участием профильных экспертов [52].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В России создана правовая основа экологической модернизации экономики и снижения уровня загрязнения окружающей среды на основе внедрения НДТ.

Исследования и практика применения НДТ за рубежом показывают, что улучшение экологической обстановки в Российской Федерации можно достичь путем адаптации положительного опыта европейских государств к условиям производства в России, которая была реализована в утвержденных в 2017 г. отечественных справочниках ИТС 41-2017 «Интенсивное разведение свиней», ИТС 42-2017 «Интенсивное разведение сельскохозяйственной птицы». Однако, как показала практика, внедрение концепции наилучших доступных технологий предполагает постоянное совершенствование подходов при реализации модели экологического нормирования агропромышленного комплекса и, в частности, свиноводства и птицеводства.

Развитие данных подотраслей животноводства характеризуется повышением доли промышленного производства продукции, при котором на ограниченной площади содержится большое количество животных и птицы. Результатом этого являются большие объемы навоза (помета), выделение в окружающую среду вредных веществ, нарушающих природный баланс почвы, водных источников и воздуха.

Проводимая с 2005 г. модернизация свиноводства и птицеводства позволила повысить технологический и технический уровень предприятий. Технологии, применяемые в этих отраслях, являются аналогами зарубежных, которые включены в зарубежные справочники НДТ 2003 и 2017 г. и в силу этого в России определены как наилучшие доступные. Так, в России при новом строительстве и реконструкции свиноводческих помещений широко применяется содержание животных на щелевых полах в сочетании с самотечной системой удаления навоза периодического действия, которая отличается небольшим расходом воды, устраняет проблемы отложения

твердой фракции навоза и обеспечивает снижение эмиссии запахов по сравнению с другими системами удаления навозных стоков. Однако в справочнике ИТС 41-2017 «Интенсивное разведение свиней» отсутствует информация об уровне снижения вредных выбросов при применении данной технологии на отечественных предприятиях. Такая же ситуация и с информацией, представленной в отечественном справочнике ИТС 42-2017 «Интенсивное разведение сельскохозяйственной птицы».

За рубежом работы по созданию справочников о наилучших доступных технологиях при интенсивном содержании свиней и птицы ведутся уже не одно десятилетие. Накоплен огромный фактический материал по результатам применения данных технологий, позволяющий сравнивать их.

В России данная работа проводится с 2014 г. при полном отсутствии экологической оценки применяемых технологий производства продукции. Данные, полученные в результате анкетирования отечественных свиноводческих и птицеводческих предприятий, не позволяют определить уровень снижения вредных выбросов в окружающую среду при использовании наилучших доступных технологий.

За годы, прошедшие после утверждения отечественных справочников, произошли изменения: были приняты новые нормативно-правовые документы, разработаны новейшие технологии, что является основанием для обновления данных документов.

Анализ содержания отечественных справочников позволил определить направления их актуализации:

- при приведении в соответствие с новыми нормативными документами [46 и 47] следует учесть изменение значения мощности предприятий, в соответствии с которой предприятия относятся к I категории, на которую распространяется действие информационно-технических справочников: было 2000 мест и более для выращивания и разведения свиней, 750 свиноматок, 40 тыс. птицемест, стало – по выращиванию и разведению свиней: с проектной мощностью 20 тыс. мест и более для свиней массой более 30 кг (для объектов, введенных в эксплуатацию до 1 января 2005 г.), с проектной мощностью 42 тыс. мест и более для свиней массой более 30 кг (для

объектов, введенных в эксплуатацию после 1 января 2005 г.), в птицеводстве – с проектной мощностью 2 млн птицемест и более;

- исключение несовпадений перечней маркерных веществ, представленных в [46, 47] и утвержденных справочниках;
- обновление, исправление и дополнение описаний технологий и значений объемов выбросов загрязняющих веществ при применении НДТ на основании проведенных в России исследований, перечня перспективных технологий отечественными разработками.

Актуализация отечественных справочников должна стать работой постоянной и непрерывной, иметь научное и практическое обоснование, для чего необходимо создать базу данных по технологиям в интенсивном животноводстве и птицеводстве Российской Федерации, проводить теоретические и экспериментальные исследования современных технологий производства животноводческой продукции с целью обоснования технологических и технических нормативов при внедрении НДТ, получать независимые достоверные данные о технологиях интенсивного животноводства и птицеводства в пилотных хозяйствах, обеспечить финансовую поддержку разработчиков и сельхозпроизводителей для создания и освоения НДТ.

При выполнении данных условий отечественные информационно-технические справочники «Интенсивное разведение свиней» и «Интенсивное разведение сельскохозяйственной птицы» станут понятным и востребованным документом, облегчающим получение комплексного экологического разрешения (КЭР).

ЛИТЕРАТУРА

1. Загрязнение почв: авторы доклада ФАО бьют тревогу [Электронный ресурс]. – URL: https://agri-news.ru/novosti/zagryaznenie-pochv-avtoryi-doklada-byut-trevogu/?sphrase_id=144 (дата обращения: 16.02.2022).
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). FAOSTAT. Compare Data [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.fao.org/faostat/ru/#compare> (дата обращения: 22.06.2022).
3. **Нагорная А.А.** Повышение эффективности систем экологической безопасности на животноводческих предприятиях путем внедрения наилучших доступных технологий (на примере птицеводческих предприятий) // Аллея Науки. – 2020. – № 3 (42). – С. 203-205.
4. Глобальная оценка загрязнений почвы [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.fao.org/3/cb4894en/online/src/html/chapter-08-2.html> (дата обращения: 16.02.2022).
5. ПНСТ 22-2014. Наилучшие доступные технологии. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2014. – 12 с.
6. **Свинарев И.Ю., Клименко А.И., Острикова Э.Е., Ратошный А.Н.** Отраслевые проблемы промышленного свиноводства России, решаемые путем внедрения наилучших доступных технологий // Науч. журн. КубГАУ.– 2017. – № 134 (10). [Электронный ресурс]. – URL: <http://ej.kubagro.ru/2017/10/pdf/98.pdf> 10 (дата обращения: 17.02.2022).
7. **Третьякова О.Л., Свинарев И.Ю., Святогоров Н.А., Романцова С.С.** Проблемы негативного влияния на окружающую среду при производстве свинины // Селекция и технология производства продукции животноводства: сб. матер. Междунар. науч.-практ. конф. (пос. Персиановский, 2021). – С. 45-50.
8. **Федоров В.Х., Свинарев И.Ю., Гревцов О.В., Рудомзин В.В.** Экспертная поддержка внедрения НДТ в промышленное свиноводство // Свиноводство. – 2020. – № 6. – С. 8-10.
9. **Свинарев И.Ю.** Проблемы и перспективы индустриального свиноводства // Животноводство России. – 2020. – № 11. – С. 20-23.
10. **Литвинова Е.** Производство свинины в этом году может вырасти на 200 тыс. т [Электронный ресурс]. – URL: <https://>

www.agroinvestor.ru/analytics/news/38142-proizvodstvo-svininy-v-etom-godu-mozhet-vyrasti-na-200-tysyach-tonn (дата обращения: 22.06.2022).

11. Национальный доклад «О ходе и результатах реализации в 2020 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия». – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. – 172 с.

12. Агропромышленный комплекс России в 2005 году. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. – 560 с.

13. Агропромышленный комплекс России в 2020 году. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. – 564 с.

14. Ежегодник по племенной работе в свиноводстве в хозяйствах Российской Федерации (2020 год). – М.: ФГБНУ ВНИИплем, 2021. – 154 с.

15. **Кулистикова Т.** Импортёры не выбрали квоту на беспошлинный ввоз свинины в Россию. Импортная свинина оказалась неконкурентоспособной на внутреннем рынке [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.agroinvestor.ru/markets/news/38316-importery-ne-vybrali-kvotu-na-beshposhlinnyu-vvoz-svininy-v-rossiyu> (дата обращения: 22.06.2022).

16. ФТС России: данные об экспорте-импорте России за январь-декабрь 2021 года (опубликовано: 7 февраля 2022 г.) [Электронный ресурс]. – URL: <https://customs.gov.ru/press/federal/document/325325> (дата обращения: 22.06.2022).

17. **Шакурова Е.** Производители свинины предупредили о возможном снижении цен. Причина – рост производства и перенасыщение рынка [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.agroinvestor.ru/markets/news/38322-proizvoditeli-svininy-predupredili-o-vozmozhnom-snizhenii-tsen> (дата обращения: 22.06.2022).

18. **Бобылева Г.А.** Сохранить и приумножить // Агробизнес. – 2021. – № 3 (69). – С. 68-70.

19. **Колесников А., Васильева Н.** Размещение и специализация сельского хозяйства России // АПК: экономика, управление. – 2021. – № 9. – С. 32-48.

20. **Баруздина С.** Яичко ко Христову дню: рейтинг регионов РФ по производству яиц 2021 [Электронный ресурс]. – URL: <https://top->

rf.ru/places/341-rejting-po-proizvodstvu-yaits.html (дата обращения: 02.03.2022).

21. Рынок мяса птицы России – ключевые тенденции [Электронный ресурс]. – URL: <https://ab-centre.ru/page/gynok-myasa-pticy-rossii--klyucheve-tendencii> (дата обращения: 03.03.2022).

22. Птицеводы в «Космосе» [Электронный ресурс]. – URL: <https://agri-news.ru/zhurnal/2021/42021/pticevodyi-v-kosmose/> (дата обращения: 17.02.2022).

23. Интенсивное разведение свиней. ИТС 41-2017: справ. – М.: Бюро НДТ, 2017. – 311 с.

24. Постановление Правительства РФ от 28 сентября 2015 г. № 1029 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71105046/> (дата обращения: 08.06.2022).

25. **Водяников В.И.** Биологические аспекты интенсификации производства свинины на промышленной основе [Текст]: моногр. / В.И. Водяников, В.Н. Шарнин, В.В. Шкаленко. 2-е изд., перераб. и доп. – Волгоград: Волгоградское науч. изд-во, 2012. – 263 с.

26. **Водяников В.И., Николаев С.И., Шкаленко В.В.** Наилучшие доступные технологии – компромисс между производством сельскохозяйственной продукции и экологией // Приоритеты и перспективы эколого-экономического развития: региональный и муниципальный аспекты: сб. матер. Междунар. науч.-практ. конф. – 2018. – С. 318-324.

27. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs. European commission. – July 2003. – 383 pp.

28. Методические рекомендации по технологическому проектированию свиноводческих ферм и комплексов. РД-АПК 1.10.02.04-12. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. – 138 с.

29. Инновационные технологии, процессы и оборудование для интенсивного разведения свиней: брошюра / В.Ф. Федоренко [и др.]. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 128 с.

30. 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). – 2017. – 898 pp.

31. **Османян А.К.** Зоотехническая и экономическая эффективность выращивания цыплят-бройлеров в зависимости от продолжительности престартерной фазы кормления / А. Османян, Р. Махдави, В. Малородов // Гл. зоотехник. – 2018. – № 3. – С. 50-57.

32. **Хамитова В.З.** Продуктивность бройлеров при включении в полнорационные комбикорма цельного зерна пшеницы / В.З. Хамитова, А.К. Османян, В.В. Малородов // Птицеводство. – 2021. – № 1. – С. 22-24.

33. **Фисинин В.И.** Гистоструктура трахеальной стенки у цыплят-бройлеров в зависимости от условий циркуляции воздуха в закрытых помещениях / В.И. Фисинин, И.П. Салеева, А.К. Османян, В.П. Панов, В.В. Малородов, Н.Г. Черепанова, В.З. Хамитова // С.-х. биология. – 2021. – Т. 56. – № 4. – С. 782-794.

34. Интенсивное разведение сельскохозяйственной птицы. ИТС 42-2017: справ. – М.: Бюро НДТ, 2017. – 137 с.

35. **Шакурова Е.** В 2022 году производство комбикормов может вырасти на 2,2% [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.agroinvestor.ru/analytics/news/37906-v-2022-godu-proizvodstvo-kombikormov-mozhet-vyrasti-na-2-2> (дата обращения: 22.06.2022).

36. **Белая А.** Кому добавки? Перспективы импортозамещения специальных кормовых ингредиентов в России [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.agroinvestor.ru/analytics/article/31181-komu-dobavki/> (дата обращения: 23.03.2022).

37. **Тихомиров А.И.** Проблемы технологического импортозамещения животноводства России: теоретико-методологические и практические аспекты реализации // Вестн. аграрн. науки. – 2021. – № 6 (93). – С. 139-146.

38. **Субботин И.А., Васильев Э.В.** Усовершенствованная методика оценки эффективности наилучших доступных технологий для интенсивного животноводства // Технологии и техн. ср-ва механизированного пр-ва продукции растениеводства и животноводства. – 2016. – № 88. – С. 142-152.

39. **Брюханов А.Ю., Субботин И.А., Гревцов О.В.** Обоснование наилучших доступных технологий переработки и использования

помета птицы // Наилучшие доступные технологии. Применение в различных отраслях промышленности: сб. ст. 6. – М., 2017. – С. 106-120.

40. РД-АПК 1.10.15.02-17 Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета. – Правдинский: ФГБНУ «Росинформ-агротех», 2020. – 188 с.

41. **Мишуров Н.П., Кузьмина Т.Н.** Энергосберегающее оборудование для обеспечения микроклимата в животноводческих помещениях: аналит. обзор. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 96 с.

42. **Трунов С.С., Тихомиров Д.А., Ламонов Н.Г., Растимешин С.А.** Жидкостной теплообменник термоэлектрического модуля для нагрева воздуха в помещениях сельскохозяйственного назначения. Пат. на полезную модель RU 191662 U1, 15.08.2019. Заявка № 2019118406 от 13.06.2019.

43. **Тихомиров Д.А., Трунов С.С., Растимешин С.А.** Расчет основных конструкционных параметров установки охлаждения воздуха с использованием геотермальной энергии // Вестн. ВИЭСХ. – 2018. – № 1 (30). – С. 20-27.

44. **Тихомиров Д.А., Трунов С.С., Растимешин С.А., Кузьмичев А.В.** Термоэлектрическая система утилизации тепловой энергии на животноводческих фермах. Пат. на изобретение RU 2639408 С, 21.12.2017. Заявка № 2016112618 от 05.04.2016.

45. Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. № 2398 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400067826/> (дата обращения: 08.05.2022).

46. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 21 мая 2019 г. № 316 «Об утверждении нормативного документа в области охраны окружающей среды «Технологические показатели наилучших доступных технологий интенсивного разведения свиней» [Электронный ресурс]. – URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Minprirody-Rossii-ot-21.05.2019-N-316> (дата обращения: 08.06.2022).

47. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 12 апреля 2019 г. № 232 «Об утверждении нормативного докумен-

та в области охраны окружающей среды «Технологические показатели наилучших доступных технологий интенсивного разведения сельскохозяйственной птицы» [Электронный ресурс]. – URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Minprirody-Rossii-ot-12.04.2019-N-232> (дата обращения: 08.06.2022).

48. **Панова А.С., Юльметова Р.Ф.** Сравнительная характеристика наилучших доступных технологий очистки сточных вод перерабатывающей мясной промышленности // Альманах науч. работ молодых ученых XLVIII науч. и учебно-методич. конф. университета ИТМО. – Т. 5. – СПб, 2019. – С. 99-102.

49. **Плаксин И.Е., Трифанов А.В.** Модель автоматизации процесса навозоудаления на свиноферме // Агроэкоинженерия. – 2021. – № 1 (106). – С. 99-107.

50. **Брюханов А.Ю.** Обеспечение экологической безопасности животноводческих и птицеводческих предприятий (наилучшие доступные технологии). – СПб, 2017. – С. 296.

51. **Буяров В.С., Головина С.Ю., Буяров А.В.** Эффективность современных энергоресурсосберегающих технологий производства мяса бройлеров // Аграрн. вестн. Верхневолжья. – 2019. – № 2 (27). – С. 86-98.

52. **Брюханов А.Ю., Васильев Э.В., Шалавина Е.В., Уваров Р.А.** Методы решения экологических проблем в животноводстве и птицеводстве // С.-х. машины и технологии. – 2019. – Т. 13. – № 4. – С. 32-37.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЯ ПОДОТРАСЛЕЙ ЖИВОТНОВОДСТВА	6
1.1. Современное состояние свиноводства	6
1.2. Современное состояние птицеводства	19
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СВИНОВОДСТВА И ПТИЦЕВОДСТВА С УЧЕТОМ КОНЦЕПЦИИ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	31
2.1. Наилучшие доступные технологии, снижающие уровень эмиссии аммиака в воздух при содержании свиней	31
2.2. Наилучшие доступные технологии, снижающие уровень эмиссии аммиака в воздух при содержании птицы	51
2.3. Наилучшие доступные технологии, общеприменимые в свиноводстве и птицеводстве	70
2.3.1. Управление кормлением.....	70
2.3.2. Переработка навоза и помета.....	75
2.3.3. Очистка сточных вод	85
2.3.4. Внесение органических удобрений в почву	87
2.3.5. Эффективное использование энергетических ресурсов	95
2.3.6. Эффективное использование воды.....	102
2.3.7. Управление запахами.....	105
2.3.8. Снижение пылевой эмиссии в помещениях для содержа- ния свиней и птицы	112
3. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО АКТУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННО- ТЕХНИЧЕСКИХ СПРАВОЧНИКОВ ПО НАИЛУЧШИМ ДОСТУП- НЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ ДЛЯ ИНТЕНСИВНОГО РАЗВЕДЕНИЯ СВИНЕЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ.....	116
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	125
ЛИТЕРАТУРА.....	128

Татьяна Николаевна Кузьмина, Николай Петрович Мишуров
(ФГБНУ «Росинформагротех»);
Иван Юрьевич Свинарев, Виктор Викторович Малородов
(ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева);
Александр Юрьевич Брюханов
(ИАЭП-филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СВИНОВОДСТВА
И ПТИЦЕВОДСТВА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МОДЕЛИ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА
С УЧЕТОМ КОНЦЕПЦИИ
НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Аналитический обзор

Редактор *В.И. Сидорова*
Обложка художника *Т.Н. Лапишиной*
Компьютерная верстка *Т.П. Речкиной*
Корректоры: *В.А. Белова, О.С. Савостикова*

fgnu@rosinformagrotech.ru

Подписано в печать 19.08.2022 Формат 60×84/16

Печать офсетная Бумага офсетная

Гарнитура шрифта «Times New Roman»

Печ. л. 8,5 Тираж 500 экз. Изд. заказ 59 Тип. заказ 157

Отпечатано в типографии ФГБНУ «Росинформагротех»,
141261, Московская обл., г.о. Пушкинский, рп. Правдинский, ул. Лесная, д. 60

ISBN 978-5-7367-1704-0



9 785736 717040 >

