



ОТЧЕТ

**LIP 1601-KS1441 проект “Внедрение экологически безопасной системы
сельского хозяйства как основы устойчивого развития приграничных
сельских районов – EcoAgRAS” Программы Приграничного сотрудничества
Юго-Восточная Финляндия – Россия 2014-2020**

**Рабочий пакет 1. Научное обоснование устойчивости и экологической
безопасности производства**

Санкт-Петербург

2019

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Сбор экологической информации о негативном влиянии сельскохозяйственных предприятий Ленинградской области	4
1.1 Сбор исходной информации	5
1.2 Анализ данных	6
1.2.1 Анализ данных по региону Южной Финляндии (источник: Институт природных ресурсов Финляндии - Luke)	6
1.2.2 Анализ данных по Ленинградской области	9
1.3 Анализ образования органических отходов	15
2. Анализ экологических рисков и идентификация их источников	17
2.1 Экологические риски	17
2.1.1 Экологические риски при биогенной нагрузке	17
2.1.2 Экологические риски при интенсификации производства	19
2.1.3 Экологические риски при диффузной нагрузке	20
2.2 Идентификация источников экологических рисков	21
2.2.1 Состояние существующих навозохранилищ	21
2.2.2 Достаточность машинно-тракторного парка	24
3. Разработка предложений по улучшению ситуации и повышению экологической безопасности региона путем принятия технологических и управленческих решений.	26
3.1 Разработка плана действий по повышению устойчивости и экологической безопасности сельской территории	27
3.2 Система мероприятий для принятия управленческих решений по регулированию нагрузки на сельские территории	29
3.2.1 Комплексный анализ существующей ситуации при функционировании сельскохозяйственных предприятий	29
3.2.2 Разработка плана технологической модернизации и научное обоснование перечня рекомендуемых НДТ	34
3.2.2.1 Критерии оценки при формировании эффективных машинных технологий утилизации навоза, помета (НДТ)	35
3.2.2.2. Формирование технологии переработки навоза и выбор наиболее рационального варианта на примере хозяйства КРС	38
3.2.3 Рекомендации по освоению системы производственного экологического контроля на уровне предприятий	42

3.2.4 Рекомендации по освоению системы регионального мониторинга и координации деятельности по работе с органическими и минеральными удобрениями	49
3.2.4.1 Порядок мониторинга и управления органическими и минеральными удобрениями	51
3.2.4.2 Эколого-экономические критерии обоснования переработки и использования навоза/помета в качестве органических удобрений	54
3.2.4.3. Применение геоинформационных систем.....	56
ВЫВОДЫ.....	56
Список литературы	59

Введение

Интенсификация сельскохозяйственного производства увеличивает экологическую нагрузку на окружающую среду. Слабое развитие соответствующей инфраструктуры и недостаточное использование инновационных технологий для переработки отходов животноводства и птицеводства может негативно повлиять на экологическую ситуацию в приграничных регионах. Особую озабоченность представляет загрязнение водных объектов, так как это территория водосборного бассейна Балтийского моря, подпадающая как под российское экологическое законодательство, так и Хельсинкскую конвенцию, согласно которой особое внимание уделяется мерам по сокращению поступления биогенных элементов в водные объекты, в том числе и от сельскохозяйственных предприятий. Традиционно по Приозерскому району проходят маршруты поездок между Россией и Финляндией; район является местом активного отдыха туристов, поэтому здесь требуется особый режим хозяйственной деятельности, обеспечивающей здоровую и безопасную окружающую среду.

Цель проекта – повысить экологическую безопасность и качество среды сельской территории путем создания системы проектных, технических, технологических и управленческих решений и инфраструктуры для утилизации отходов животноводческих и птицеводческих хозяйств.

Основные мероприятия проекта соответствуют Приоритету 3 Программы «Привлекательная, благополучная среда и регион».

Цель Рабочего пакета 1 – определение основных экологических проблем сельскохозяйственного производства в Ленинградской области и разработка стратегии их решения.

Задачи Рабочего пакета 1:

- Научно-экспертный анализ экологического состояния животноводства Ленинградской области;
- Обоснование наилучшей доступной технологии (НДТ) утилизации навоза;
- Проектирование НДТ утилизации навоза.

1. Сбор экологической информации о негативном влиянии сельскохозяйственных предприятий Ленинградской области

В настоящее время во исполнение постановлений правительства Российской Федерации осуществляется активное развитие агропромышленного комплекса, напрямую связанное с ключевыми положениями экономической стратегии государства, которая направлена на обеспечение продовольственной безопасности страны.

В соответствии со специализацией и концентрацией производства, а также конкретными экономическими условиями строятся новые животноводческие комплексы, существующие комплексы наращивают свои мощности. За счет этого повышается производительность труда, снижается себестоимость продукции. В то же время могут возникать проблемы с использованием навоза и помёта, образующегося в огромных количествах.

Ленинградская область является одним из лидеров в Российской Федерации по животноводству и птицеводству. В этом регионе могут возникнуть экологические риски, связанные с обработкой навоза/помета, поскольку вся ее территория находится в пределах водосборного бассейна Балтийского моря. Птицефабрики, фермы КРС и свиноводческие комплексы могут оказаться в сложной экологической ситуации, поскольку накапливаемый навоз/помет при его нерациональном использовании может стать источником загрязнения окружающей среды.

Навоз и помёт всегда рассматривались как ценное органическое удобрение, позволяющее повышать плодородие почв. Однако, если их не использовать в качестве органического удобрения и не соблюдать технологии их переработки, они теряют свои свойства и рассматриваются как отход производства с вытекающими последствиями.

Исследования, проводимые на протяжении последних лет в Институте агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства - филиале Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (ИАЭП-филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ) показали, что в целом в Ленинградской области наблюдается дисбаланс между отраслями животноводства/птицеводства и растениеводства. Крупные животноводческие и птицеводческие комплексы по большей части не имеют достаточного количества собственных земельных угодий сельскохозяйственного назначения для внесения всего получаемого органического удобрения. При этом многие растениеводческие предприятия покупают минеральные удобрения для повышения плодородия почв и получения запланированного урожая. Одним из путей решения данной проблемы может быть разработка отлаженной системы мониторинга по образованию питательных элементов на животноводческих/птицеводческих комплексах и потребности в данных питательных элементах на земельных угодьях растениеводческих предприятий.

1.1 Сбор исходной информации

Для сбора исходной информации по состоянию животноводческих/птицеводческих и растениеводческих предприятий Ленинградской области при участии Партнера 1 - Комитета по агропромышленному и рыбохозяйственному комплексу Ленинградской области, сельскохозяйственным предприятиям была разослана анкета для сбора исходной информации.

Для экологической оценки сельхозпредприятий Ленинградской области была рассмотрена следующая информация:

- тип предприятия (растениеводческое, животноводческое, птицеводческое, смешанное);
- направление деятельности предприятия (для свиноводческих предприятий – откорм, репродукция, законченный цикл; для птицеводческих предприятий – яичное или бройлерное производство; для комплексов крупного рогатого скота – молочное направление или откорм);
- поголовье животных/птицы на предприятии;
- посевная площадь сельскохозяйственных культур предприятия (с разбивкой по выращиваемым культурам), га;
- использование минеральных удобрений, т/год;
- использование органических удобрений, т/год;
- передача органического удобрения другим предприятиям, т/год.

При сборе экологической информации о негативном воздействии сельскохозяйственных предприятий Ленинградской области на окружающую среду использовались данные, полученные от Комитета по агропромышленному и рыбохозяйственному комплексу Ленинградской области, применялись натурные обследования типовых сельскохозяйственных предприятий и использовались данные спутникового анализа территорий Ленинградской области.

Для выполнения задачи 1 Рабочего пакета 1 использовались данные, предоставленные Партнером 1, результаты натурных обследований типовых сельскохозяйственных предприятий и данные спутникового анализа территорий Ленинградской области

1.2 Анализ данных

1.2.1 Анализ данных по региону Южной Финляндии (источник: Институт природных ресурсов Финляндии - Luke)

В Южной Финляндии всего насчитывается 22 200 хозяйств. Из них 79 % – это чисто растениеводческие хозяйства. Фермы крупного рогатого скота молочного направления составляют 7% от общего количества; 2,5% хозяйств специализируются на выращивании свиней, 4,5% – на мясном скотоводстве. Доля птицеводческих хозяйств составляет всего 2 %. Средний размер хозяйств в регионе Южной Финляндии колеблется в пределах 40-60 га обрабатываемых земель на одно хозяйство.

Характеристики сельскохозяйственного производства и хозяйств в Южной Финляндии и в целом по Финляндии в 2018 году представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 - Характеристики сельскохозяйственного производства в Южной Финляндии и в целом по Финляндии в 2018 году

Производство	Южная Финляндия (шт)	Всего в Финляндии (шт)	Хозяйств в Южной Финляндии (%)
Растениеводство	17564	35241	79.0
Хозяйства молочного направления	1638	6854	7.4
Свиноводство	552	1080	2.5
Фермы КРС мясного направления	986	3271	4.5
Птицеводство	334	514	1.5
Другое	1080	2446	4.9

Таблица 2 - Характеристики хозяйств в Южной Финляндии и в целом по Финляндии в 2018 году

Показатель	Значение
Общее количество хозяйств в Финляндии, приблизительно шт.	49000
Средний размер хозяйства по площади обрабатываемых земельных угодий, га	48
Количество хозяйств, имеющих более 150 га обрабатываемых земельных угодий, шт.	2258
Количество хозяйств, имеющих более 100 га обрабатываемых земельных угодий, шт.	5589
Среднее количество голов крупного рогатого скота на 1 хозяйство, гол.	91
Среднее количество голов свиней на 1 хозяйство, гол.	1887
Среднее количество голов птицы на 1 хозяйство, гол.	32506

В 2018 году в Финляндии количество хозяйств молочного направления превысило 6200 штук, из которых 145 – так называемые органические хозяйства. Только одна треть всех хозяйств молочного направления находится в Южной Финляндии. За последние пять лет общее количество хозяйств молочного направления сократилось на 29 %. Размер хозяйств молочного направления имеет широкий диапазон, однако хозяйства с поголовьем менее 100 голов составляют порядка 25% от общего количества (453 хозяйства). 55% всех дойных коров выращивается в хозяйствах с поголовьем свыше 50 коров. Общая численность молочных коров в Финляндии составляет 263 600 голов.

С учетом того, что структура производства и мощность хозяйств в российской части региона Балтийского моря и в Южной Финляндии совершенно различны, проблемы с навозом и питательными веществами несколько отличаются от тех, что существуют в Ленинградской области. По сравнению с крупными и многочисленными животноводческими предприятиями Ленинградской области финское производство в каждом производственном секторе представляет собой мелкотоварное фермерское (семейное) хозяйство.

Количество свиноводческих хозяйств в Финляндии приближается к 1000, причем половина из них расположена в Южной Финляндии, с концентрацией на юго-западе Финляндии. В последние годы количество свиноводческих хозяйств ежегодно сокращается на 7-10%. 50% свиней на дорастивании содержатся в хозяйствах с поголовьем свыше 1 000 голов. Более 50 % всех откормочных свиней содержатся в хозяйствах с поголовьем более чем 1 000 голов.

Всего в Финляндии насчитывается 171 птицеводческое хозяйство мясного направления (куры) и 54 индюшачьих хозяйства.

Общее количество кур-несушек в Финляндии составляет около 4 миллионов голов, а молодых кур - 607 000 голов. 86 % всех кур-несушек выращивается в 133 хозяйствах с поголовьем более чем 10 000 голов; однако почти 2/3 хозяйств имеют поголовье менее 50 кур.

Оценка биогенной нагрузки на водные объекты показывает, что 60 % общей годовой фосфорной нагрузки и менее 50% азотной нагрузки в Финляндии приходится на сельское хозяйство и животноводство/птицеводство. В качестве удобрения 9 кг общего фосфора в составе навоза плюс 6 кг фосфора в составе минеральных удобрений вносится ежегодно на один гектар земельных угодий.

Доля нагрузки по биогенным веществам (азоту и фосфору) от сельского хозяйства в районе Архипелага и Южной прибрежной зоне определенно выше среднего. 90% общей нагрузки по биогенным веществам отмечается вне вегетационного периода. Изменение климата, в том числе увеличение количества осадков в осенне-зимний период, вызывает все большую эрозию и нагрузку по биогенным веществам, особенно фосфору. Сосредоточение животноводческих/птицеводческих хозяйств и производства на определенных территориях безусловно приведет к избытку навоза, внесенного на поля в качестве органического удобрения, на региональном или местном уровне по сравнению с фактическими потребностями сельскохозяйственных культур в Финляндии. Основную проблему представляет фосфор. Общий объем производимого в Финляндии навоза/помета составляет 15,5 млн тонн в год. Также ежегодно используется 230 000 тонн минеральных удобрений. Из общей подкормки азотом, навоз и жижа от очистки стоков составляют 40%, остальное поступает в виде минеральных удобрений. Подкормка фосфором составляет 33000 тонн в год, из которых 60% приходится на навоз и жижу. Подкормка азотом в среднем составляет 70 кг/га, подкормка фосфором – 6 кг/га.

Качество воды в прибрежных районах хорошее или отличное только в 25% водных объектов и районов. В других частях Финляндии ситуация намного лучше. Цели по улучшению качества воды в Балтийском море и Финском заливе, поставленные финским правительством, на сегодняшний день не достигнуты. Основными причинами этого в сельском хозяйстве

являются увеличение размеров хозяйств и концентрация животноводства/птицеводства на отдельных территориях. Затраты на транспортировку навоза велики. 75% всего производимого навоза является жидким. При этом 40% всего жидкого навоза вносится в почву методом инъекции, остальное распределяется по почвенному покрову. Количество азота, вносимого с навозом, в среднем соответствует потребности сельскохозяйственных культур. Среднее же количество фосфора превышает расчетные потребности растений.

1.2.2 Анализ данных по Ленинградской области

Ленинградская область делится на 17 муниципальных районов, в которых расположено 142 сельскохозяйственных предприятия, из них 94 комплекса крупного рогатого скота, 8 свиноводческих комплексов, 12 птицефабрик, 2 предприятия смешанного типа (крупный рогатый скот и свиноводство) и 26 растениеводческих предприятий (рисунок 1).

Количество животноводческих/птицеводческих предприятий - 142

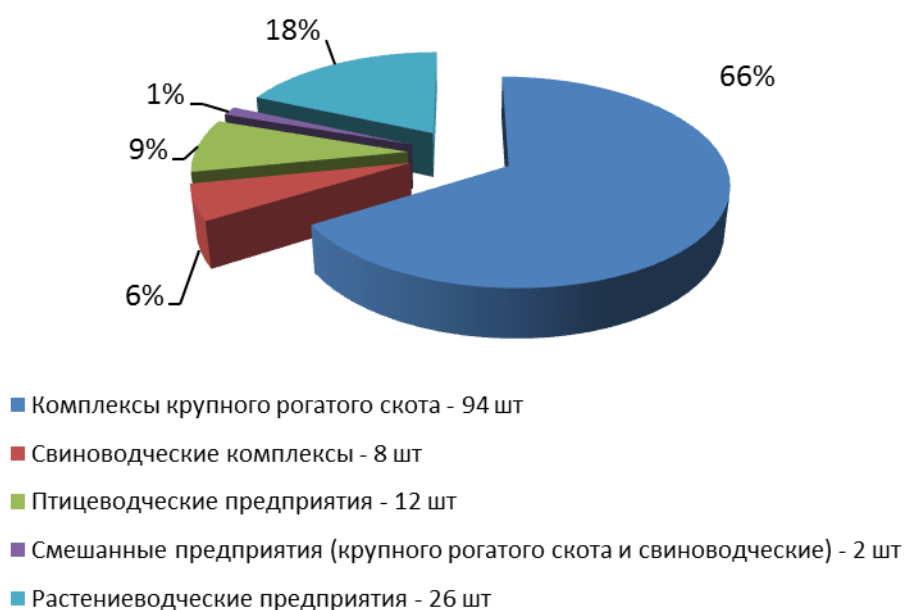


Рис. 1. Сельскохозяйственные предприятия Ленинградской области

В Ленинградской области расположено 116 животноводческих и птицеводческих предприятий, в которых содержится более 29 миллионов голов животных/птицы: 159783 головы крупного рогатого скота, 184867 голов свиней и 28969786 голов птицы.

Крупный рогатый скот (КРС)

В Ленинградской области расположены 96 сельскохозяйственных предприятий, занимающихся выращиванием крупного рогатого скота (94 – только КРС, 2 – смешанные: КРС и свиноводство). Наиболее распространенное направление комплексов крупного рогатого скота – молочное (92).

Животноводство КРС в Ленинградской области можно охарактеризовать как интенсивное – более 70% животноводческих комплексов имеют поголовье более 1000 голов единовременного содержания (Рис.2).

Распределение комплексов крупного рогатого скота по поголовью - всего 96

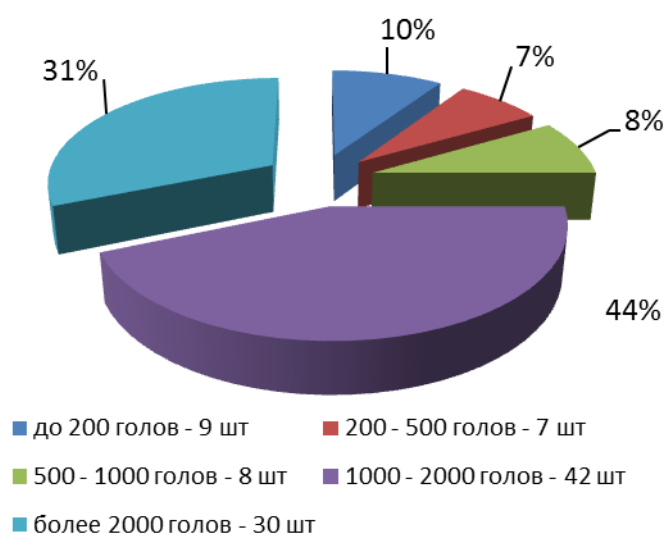


Рисунок 2 – Распределение комплексов крупного рогатого скота по поголовью в Ленинградской области

42 предприятия имеют поголовье КРС от 1000 до 2000 голов и 30 предприятий имеют поголовье более 2000 голов единовременного содержания.

Свиноводство

Всего в Ленинградской области расположено 10 предприятий, занимающихся свиноводством (8 свиноводческих комплексов и 2 смешанных предприятия). Поголовье свиней по Ленинградской области распределено неравномерно – более 65% всего поголовья области (120577 голов) размещено в Тосненском районе на двух свинокомплексах: ООО «Идаванг Агро» и ООО «Агрохолдинг Пулковский. Только один свиноводческий комплекс имеет поголовье менее 5000 голов единовременного содержания; 4 комплекса имеют поголовье от 5000 до 10000 голов единовременного содержания, остальные комплексы имеют поголовье свыше 10000 голов единовременного содержания.

Птицеводство

По результатам 2018 года Ленинградская область занимает 1-е место в Российской Федерации по производству яиц (3166,7 млн штук), 2-е место в РФ по поголовью птицы (30,17 млн голов) и 5-е место в РФ по производству мяса птицы (314,1 тыс. тонн). Данный факт свидетельствует об интенсивном разведении сельскохозяйственной птицы в этом регионе.

В Ленинградской области расположено 12 птицеводческих предприятий, из которых 5 предприятий-лидеров, имеющих поголовье более 500000 голов единовременного содержания. Общее поголовье птицы по Ленинградской области составляет 28970 тыс. голов (по данным на июль 2019 г.), при этом 66% всего поголовья, или 18937000 голов, сосредоточено в Кировском районе.

Растениеводство

Основные возделываемые культуры в Ленинградской области – это многолетние и однолетние травы и зернобобовые. Площадь пашни (по данным на конец 2017 года) составляет 387,9 тыс. га – 13,1% от площади пашни в СЗФО [1]. Распределение площадей земельных угодий сельскохозяйственного назначения по районам Ленинградской области представлено на рисунке 3. В Бокситогорском муниципальном районе имеется менее 1% земельных угодий сельскохозяйственного назначения области.



Рисунок 3 – Площади земельных угодий сельскохозяйственного назначения по районам
Ленинградской области

Как видно из рисунка 3, наибольшая площадь земельных угодий сельскохозяйственного назначения имеется в Волосовском районе 36547 га. Второе место по площади земельных угодий занимает Гатчинский район – 26299 га.

Развернутая характеристика почв сельскохозяйственных угодий сделана на основе изучения материалов почвенного обследования и данных оценки земель сельскохозяйственных предприятий и районов Ленинградской области. Почвы сельскохозяйственных угодий области представлены более чем 300-ми разновидностями, объединенными в восемь агрогенетических групп (таблица 3) [31].

Таблица 3 - Структура почвенного покрова сельскохозяйственных угодий Ленинградской области

№	Почвы	% от общей площади Ленинградской области
1	Дерново-подзолистые	28
2	Дерново-подзолистые слабо глееватые	19
3	Дерново-подзолистые глееватые	17
4	Дерново-подзолистые глеевые	5
5	Дерново-карбонатные	18
6	Торфянисто-подзолистые	2
7	Торфяные низинные	6
8	Аллювиальные	5

Наибольшая площадь сельскохозяйственных угодий области имеет дерново-подзолистые автоморфные почвы (№ 1); однако, в целом более половины сельскохозяйственных угодий имеют почвы с различной степенью переувлажнения (№ 2, 3, 4, 6, 7, 8), то есть требующие регулирования водного режима. Примерно шестая часть земель сельскохозяйственных угодий имеет дерново-карбонатные почвы, которые в отличие от всех остальных почв не нуждаются в известковании.

На основе математической обработки показателей свойств пахотного (гумусового) горизонта для оценочных групп почв, установленных в ходе 4 тура оценки земель Ленинградской области, определены средние значения основных свойств для пахотного (гумусового) горизонта указанных выше групп почв (таблица 4).

Таблица 4 - Средние значения свойств пахотного (гумусового) горизонта по группам почв (числитель), варьирование средних значений по оценочным группам (знаменатель), баллы бонитета почв и классы качества земель

№	Почвы	Свойства			Баллы бонитета	Классы качества
		Гумус, %	pH	Сумма поглощенных оснований S, ммоль/ 100 г почвы		
1	Дерново-подзолистые	2.4 1.7–3.1	5.2 4.5–5.8	8.0 2.2–12.8	61.0–75.0	2.0
2	Дерново-подзолистые слабо глееватые	3.3 2.1–3.7	5.2 5.0–5.4	9.8 5.9–12.2	54.0–62.0	2.0–3.0
3	Дерново-подзолистые глееватые	4.5 3.6–4.7	5.4 5.1–5.8	14.1 9.5–15.9	44.0–54.0	3.0
4	Дерново-подзолистые глеевые	4.9 4.2–6.0	4.9 4.7–5.1	11.3 9.3–13.0	30.0–35.0	4.0
5	Дерново-карбонатные	3.6 2.6–5.8	6.6 6.3–6.9	22.7 12.1–36.0	67.0–88.0	1.0–2.0
6	Торфянисто-подзолистые	—	5.6 4.6–6.6	13.7 7.5–20.0	11.0–28.0	4.0–5.0
7	Торфяные низинные	—	5.9 5.3–6.5	35.6 33.0–38.3	20.0–26.0	5.0
8	Аллювиальные	3.5 1.4–6.0	5.4 5.2–5.6	13.9 7.7–20.6	15.0–67.0	2.0–5.0

На основании проведенных исследований дана характеристика и произведена оценка ресурсного потенциала основных агрогенетических групп почв сельскохозяйственных угодий. Впервые применительно к условиям Ленинградской области представлена классификация сельскохозяйственных угодий по классам качества земель на основе оценки ресурсного потенциала почв. Наибольшую площадь среди сельскохозяйственных угодий занимают хорошие земли (второй класс) -38.7% и земли среднего качества (третий класс) - (31%). Это преимущественно дерново-подзолистые почвы. Лучшие земли (первый класс) представлены в основном дерново-карбонатными почвами и частично дерново-подзолистыми почвами – 14.3% (таблица 5).

Таблица 5 - Классификация сельскохозяйственных угодий по классам качества земель

№	Район	Средний балл бонитета пашни	Средний балл бонитета с/х угодий	В том числе по классам земель				
				Лучшие	Хорошие	Средние	Ниже среднего	Худшие
				> 75.0 баллов	61.0–75.0	41.0–60.0	26.0–40.0	< 25.0 баллов

					баллов	баллов	баллов	
					%			
1	Бокситогорский	63.0	57.0	3.1	62.4	13.7	9.4	11.4
2	Волосовский	73.0	73.0	59.3	25.8	12.9	0.6	1.4
3	Волховский	65.0	52.0	3.5	39.9	35.1	7.9	13.7
4	Всеволожский	57.0	53.0	0.	41.5	41.7	8.1	8.7
5	Выборгский	57.0	46.0	0.0	14.1	50.8	20.7	14.4
6	Гатчинский	68.0	61.0	24.5	28.4	32.4	4.7	10.0
7	Кингисеппский	67.0	58.0	15.0	23.0	48.6	9.6	3.7
8	Киришский	63.0	57.0	0.0	51.1	37.1	6.8	5.0
9	Кировский	64.0	54.0	5.9	36.5	40.9	5.7	11.1
10	Лодейнопольский	59.0	52.0	0.0	48.2	25.8	4.4	21.6
11	Ломоносовский	69.0	63.0	27.5	33.7	28.0	6.9	4.0
12	Лужский	67.0	62.0	18.7	46.3	23.1	1.3	10.5
13	Приозерский	56.0	51.0	0.0	36.2	41.9	10.4	11.5
14	Сланцевский	66.0	61.0	7.4	58.2	20.3	6.3	7.9
15	Тихвинский	62.0	56.0	0.4	61.3	19.5	6.4	12.4
16	Тосненский	64.0	56.0	0.4	48.9	37.9	6.9	5.9
Ленинградская обл.		65.0	58.0	14.3	38.7	31.0	7.1	9.0

Во всех дерново-подзолистых почвах существенных различий по содержанию гумуса выявлено не было. Величина водородного показателя (рН) была максимальной в случае дерново-карбонатных почв, а минимальной – в дерново-подзолисто-глеевых почвах, обменная кислотность этих объектов достоверно отличалась от таковых других почвенных разновидностей.

Балл бонитета был максимальным в случае дерново-карбонатных почв, а минимальным – дерново-подзолисто-глеевых почв. С увеличением оглеенности дерново-подзолистых почв балл достоверно снижался. Исключение составляли дерново-подзолистые и дерново-подзолистые слабооглеенные почвы – между значениями балла бонитета в этих объектах существенных различий обнаружено не было.

Класс качества в дерново-карбонатных и дерново-подзолистых почвах был одинаковым, а в остальных объектах этот показатель достоверно возрастал с увеличением оглеенности дерново-подзолистых почв.

Проблема утилизации большого объема отходов животноводства и птицеводства может затруднить нормальное функционирование хозяйств и явиться серьезной преградой в развитии агропромышленного комплекса Ленинградской области. В то же время существует еще одна эколого-экономическая проблема – нехватка питательных элементов на полях Ленинградской области. Современные методы переработки навоза и помета обеспечивают получение высококачественных органических удобрений, использование которых будет способствовать улучшению структуры почв.

1.3 Анализ образования органических отходов

Для экологической оценки сельскохозяйственных предприятий проведен анализ состояния образования и накопление навоза и помёта в каждом районе Ленинградской области и возможность их внесения в качестве органического удобрения на земли сельскохозяйственного назначения, располагающиеся в этом же районе (таблица 6).

Таблица 6 - Масса навоза/помета и площадь земельных угодий сельскохозяйственного назначения (данные на конец 2018 года)

№	Район Ленинградской области	Масса образуемого навоза/помета, т/год	Имеющаяся площадь земельных угодий сельскохозяйственного назначения, га
1	Бокситогорский р-н	8160.0	350.0
2	Волосовский р-н	405004.0	36547.0
3	Волховский р-н	259843.5	11584.0
4	Всеволожский р-н	269202.1	9513.0
5	Выборгский р-н	483185.6	8374.0
6	Гатчинский р-н	489406.8	26299.0
7	Кингисеппский р-н	144248.0	10263.0
8	Киришский р-н	101689.0	8678.0
9	Кировский р-н	917175.7	2016.0
10	Лодейнопольский р-н	48946.5	2683.0
11	Ломоносовский р-н	203272.2	13010.0
12	Лужский р-н	665322.0	21571.0
13	Приозерский р-н	468083.3	19690.0
14	Сланцевский р-н	81796.5	6948.0
15	Тихвинский р-н	85008.5	5478.0
16	Тосненский р-н	568249.1	16105.0

96 сельскохозяйственных предприятий в Ленинградской области, занимающихся разведением крупного рогатого скота, производят в год более 3 млн. тонн навоза; на 8 свиноводческих комплексах образуется более 604 тыс. тонн навоза в год, а 12 птицефабрик производят более 1.3 млн. тонн помета (рисунок 4).

Масса образуемого навоза/помета - 5198592,7 тонн

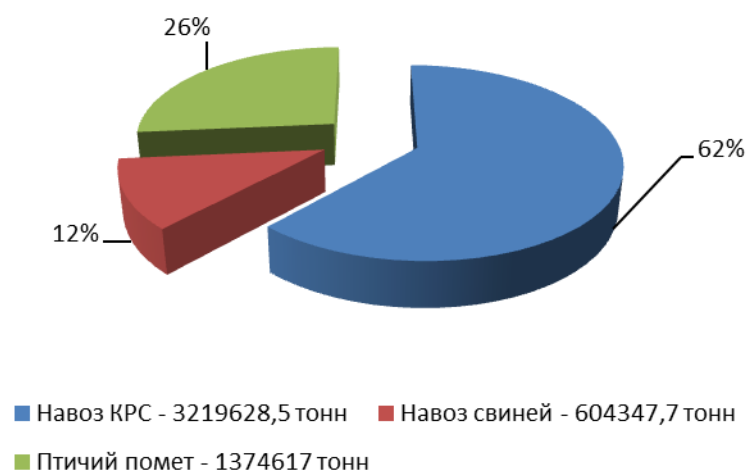


Рисунок 4 – Масса образуемого навоза/помета

Содержание питательных веществ в различных экскрементах животных/птицы представлено в таблице 7.

Таблица 7 - Содержание питательных веществ в различных экскрементах животных/птицы

Содержание в сухом веществе экскрементов крупного рогатого скота, %	
Общий азот (N)	3.2
Фосфор (P_2O_5)	1.8
Калий, (K_2O)	5.0
Содержание в сухом веществе экскрементов свиней, %	
Общий азот (N)	6
Фосфор (P_2O_5)	3.2
Калий, (K_2O)	2.5
Содержание в сухом веществе экскрементов птицы (подстилочное содержание), %	
Общий азот (N)	3.6
Фосфор (P_2O_5)	3.4
Калий, (K_2O)	2.0
Содержание в сухом веществе экскрементов птицы (бесподстилочное содержание), %	
Общий азот (N)	6.2
Фосфор (P_2O_5)	3.5
Калий, (K_2O)	2.1

Во всем образуемом навозе/помете содержится (по действующему веществу) N – 31900 т, P – 6800 т. Используя данные питательные вещества, можно удобрить более 190000 га земельных угодий сельскохозяйственного назначения.

2. Анализ экологических рисков и идентификация их источников

2.1 Экологические риски

2.1.1 Экологические риски при биогенной нагрузке

Для идентификации рисков при биогенной нагрузке со стороны животноводческих и птицеводческих комплексов была рассчитана масса азота, образующегося в органическом удобрении по каждому району.

Применяя существующие рекомендации HELCOM [2, 3] (170 кг/га азота) и РД-АПК 1.10.15.02-17 «Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета», рассчитана максимальная доза внесения для каждого типа органического удобрения на основе навоза КРС, свиней или птицы. Имея рассчитанные дозы внесения (тонн на гектар) и зная общую площадь сельскохозяйственных земель в каждом районе и возделываемые культуры, была определена потенциальная возможность полного использования навоза и помёта по районам Ленинградской области (таблица 8).

Таблица 8 - Потенциальная возможность полного использования навоза и помёта по районам Ленинградской области

№	Район Ленинградской области	Площадь земельных угодий, га	Может принять общего азота на земельные угодья, т/год	Образует общего азота в удобрении, т/год	Баланс (может дополнительно принять общего азота), т/год
1	Бокситогорский р-н	350.0	59.5	29.8	+29.7
2	Волосовский р-н	36547.0	6213	1458.1	+4755
3	Волховский р-н	11584.0	1969.3	907.9	+1061.4
4	Всеволожский р-н	9513.0	1617.2	935.9	+681.3
5	Выборгский р-н	8374.0	1423.7	3596.6	-2172.9
6	Гатчинский р-н	26299.0	4471.0	2587.9	+1883.1
7	Кингисеппский р-н	10263.0	1744.7	519.3	+1225.4
8	Киришский р-н	8678.0	1475.3	366.0	+1109.3
9	Кировский р-н	2016.0	342,9	8776,1	-8433,2
10	Лодейнопольский р-н	2683.0	456.1	137.0	+319.1
11	Ломоносовский р-н	13010.0	2211.7	872.1	+1339.6
12	Лужский р-н	21571.0	3667.3	1339.2	+2328.1
13	Приозерский р-н	19690.0	3347.2	1529.2	+1818.0
14	Сланцевский р-н	6948.0	1181.2	294.5	+886.7
15	Тихвинский р-н	5478.0	931.3	306.0	+625.3

16	Тосненский р-н	16105.0	2738.0	1689.2	+1048.8
	ИТОГО по области				+8508.1

Масса азота в органическом удобрении была скорректирована по сравнению с массой азота в исходном навозе по потере азота при переработке навоза в органическое удобрение.

Расчеты по Ленинградской области показывают, что загрузка районов происходит неравномерно. Большая часть районов имеет потенциал для внесения на земельные угодья сельскохозяйственного назначения дополнительно азота с органическим удобрением. Только 2 района - Выборгский и Кировский имеют дефицит земельных угодий (2172,9 и 8433,2 тонн азота в год соответственно), что может привести к экологическим рискам. Однако данные 2 района могут быть разгружены за счет внесения органических удобрений на земельные угодья близлежащих районов, о чем свидетельствует суммарный положительный (+8769,2 тонн азота в год) потенциал по области. Полученные данные также представлены в виде карты Ленинградской области (рисунок 5). Цифрами обозначены тонны азота в органическом удобрении за год.

Расчеты по Ленинградской области показывают, что биогенная нагрузка на окружающую среду в районах различна. Большинство районов имеют потенциал для внесения дополнительного азота вместе с органическими удобрениями на имеющиеся сельскохозяйственные угодья. Только два района - Выборгский и Кировский районы имеют дефицит земельных угодий для внесения произведенных 2172,9 и 8433,2 т N/год соответственно, что может привести к экологическим рискам. Тем не менее, биогенная нагрузка в этих двух районах может быть уменьшена путем внесения произведенных органических удобрений на сельскохозяйственные угодья в соседних районах, поскольку общий потенциал применения азота в Ленинградской области является положительным: +8769,2 тонны азота в год. Полученные данные также показаны на карте Ленинградской области (рис. 5).

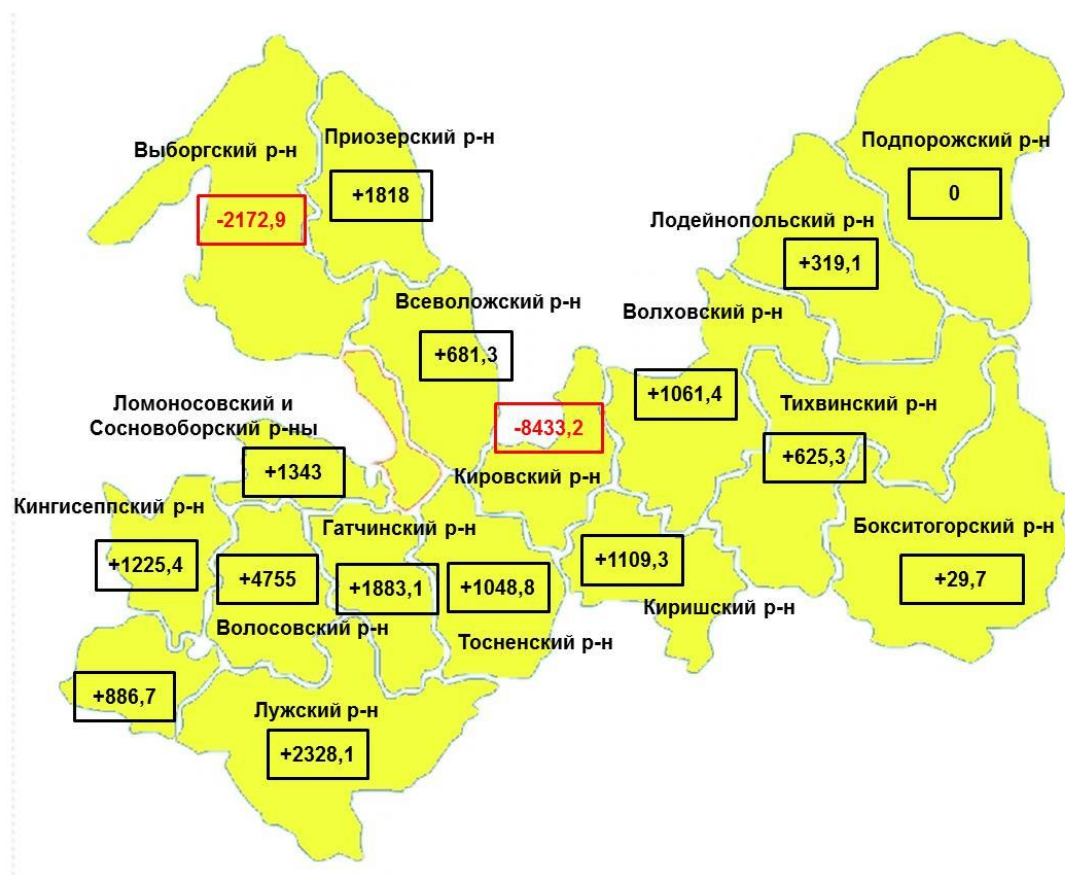


Рисунок 5 – Потенциал использования азота в органическом удобрении, тонн азота в год

Из карты, представленной на рисунке 5, видно, что в целом по Ленинградской области имеется определенный резерв сельскохозяйственных угодий для внесения органических удобрений, который способствует развитию животноводства в области. Как уже отмечалось, только два района имеют риск перегрузки животноводческими комплексами и на их территории не желательно увеличивать поголовье любых видов животных или же увеличение поголовья должно предусматривать внедрение наилучших доступных технологий переработки отходов и увеличение производства растениеводческой продукции.

2.1.2 Экологические риски при интенсификации производства

Интенсификация производства приводит к увеличению поголовья животных/птицы на локальных площадках.

В странах Балтийского региона условно безопасным значением плотности животных принят показатель 1,5 у.г. на 1 га сельскохозяйственных земельных площадей [4, 5]. Превышение диапазона значений 1,5 – 1,7 у.г. на 1 га может привести к риску накопления в почве избыточного количества питательных веществ и значительного увеличения выбросов в атмосферный воздух загрязняющих веществ.

Анализ ситуации показал, что средняя плотность поголовья животных и птицы на единицу обрабатываемых земель для Ленинградской области составляет 2.2 у.г./га, из этого следует, что Ленинградская область превышает рекомендованный уровень (рисунок 6),

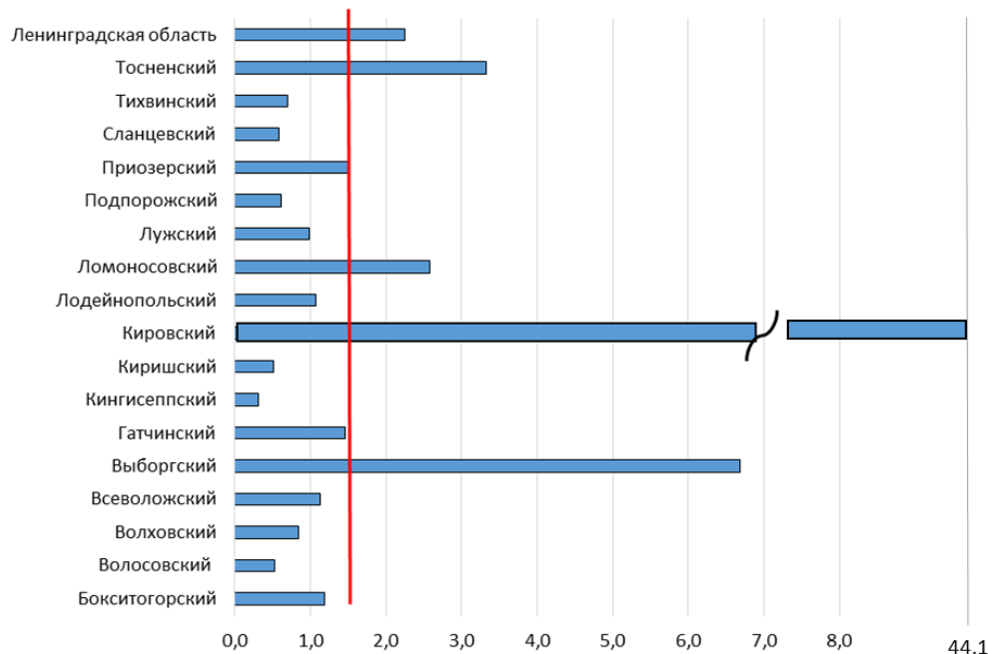


Рисунок 6 – Средний показатель плотности поголовья по районам Ленинградской области

Наибольшие экологические риски могут возникнуть в Кировском районе с показателем 44,1 у.г./га.

В целом по Ленинградской области 3 района имеют высокие экологические риски (плотность поголовья составляет более 3,1 у.г./га) и 13 районов имеют низкие экологические риски при дальнейшей интенсификации отраслей животноводства и птицеводства.

2.1.3 Экологические риски при диффузной нагрузке

Для учета распределенной нагрузки на водные объекты была использована методика оценки диффузной нагрузки от ведения сельскохозяйственной деятельности, разработанная в ИАЭП [6]. Увеличение диффузной нагрузки может привести к риску вымывания и миграции питательных веществ с полей, находящихся в водосборе водных объектов.

Фактическая диффузная нагрузка азота и фосфора на водосбор при ведении сельскохозяйственной деятельности по всей Ленинградской области составила по азоту 20,67 кг/га, а по фосфору – 1,24 кг/га. При этом рекомендованный норматив по нагрузке, не приводящей к экологическим рискам, для данного региона составляет $N = 8,5-19,3$ кг/га, $P = 0,07-2,03$ кг/га в зависимости от типа почвы.

Наращивание мощностей на существующих предприятиях и строительство новых комплексов интенсивного животноводства и птицеводства может привести к риску чрезмерного попадания азота и фосфора с водосборов в водные объекты.

2.2 Идентификация источников экологических рисков

2.2.1 Состояние существующих навозохранилищ

Был выполнен анализ состояния навозохранилищ сельскохозяйственных предприятий Ленинградской области. На рисунке 7 показано расположение сельскохозяйственных предприятий Ленинградской области.

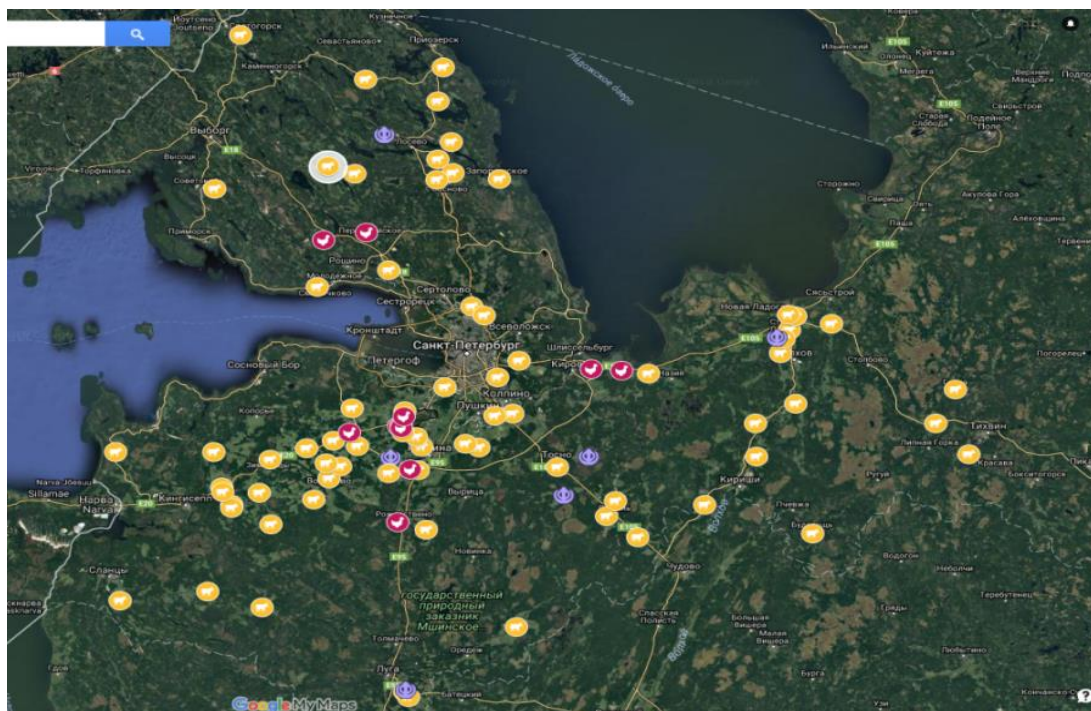


Рисунок 7 – Расположение различных типов сельскохозяйственных предприятий Ленинградской области

Вместимость применяемых навозохранилищ (площадки твердого навоза и хранилища полужидкого навоза, жидкого навоза и навозосодержащих стоков) должна быть достаточной для переработки и временного накопления всего производимого навоза/помета в органическое удобрение. Сравнивался объем образуемого навоза/помета с вместимостью существующих навозохранилищ/бетонированных площадок для обеспечения проведения технологических процессов переработки. Оценивались конструкции площадок и хранилищ на соответствие к предъявляемым к ним требованиям (герметичность, наличие системы обнаружения утечки, обеспечение минимальных эмиссий и т.п.).

Анализ состояния навозохранилищ Ленинградской области показал, что в удовлетворительном состоянии находятся 34% хранилищ, по расчетам около 23% имеют

недостаточную вместительность, 43% хранилищ не в полной мере отвечают требованиям действующего законодательства (рисунок 8).

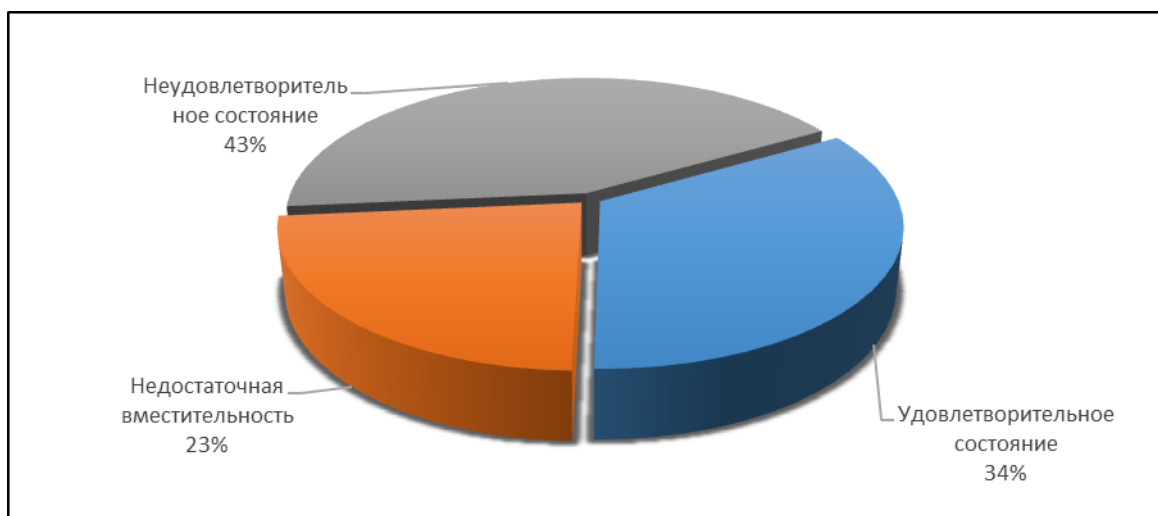


Рисунок 8 – Состояние навозохранилищ Ленинградской области

При обследовании сельскохозяйственных предприятий Ленинградской области установлено, что на ряде предприятий влажность получаемого навоза значительно превышает влажность естественных выделений животных, увеличивая его объем на 30–50%. Такое увеличение может привести к риску нехватки имеющейся вместимости навозохранилищ для переработки навоза в органическое удобрение в соответствии с установленными технологическими процессами переработки.

Более 50% всех навозохранилищ построены без защиты от возможных несанкционированных утечек, например, навозохранилища не имеют герметичных полов и стен; емкости для жидкого навоза и жидких отходов ферм изготавливаются из непрочного материала, непроницаемого для влаги и устойчивого к повреждениям во время работы с навозом. Хранилища жидкого навоза не накрываются и не защищены другими средствами для снижения выбросов аммиака. На сегодняшний день данные конструкционные особенности соответствуют нормам экологической безопасности, однако с учетом перехода на систему НДТ, навозохранилища будут требовать модернизации.

Что касается КРС, 29% хранилищ навоза находятся в удовлетворительном состоянии; 20%, по расчетам, имеют недостаточную вместимость, а 51% не полностью соответствуют требованиям действующего законодательства (рисунок 9).

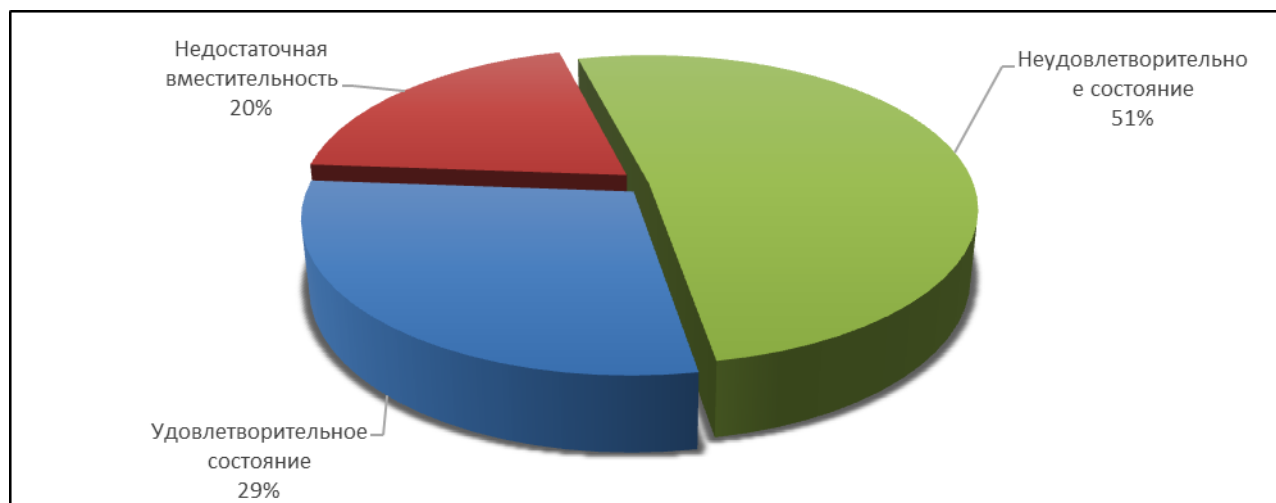


Рисунок 9 - Состояние навозохранилищ крупного рогатого скота в Ленинградской области

В интенсивном свиноводстве, 87% хранилищ навоза находятся в удовлетворительном состоянии, а около 13%, по расчетам, имеют недостаточную вместимость (рисунок 10).

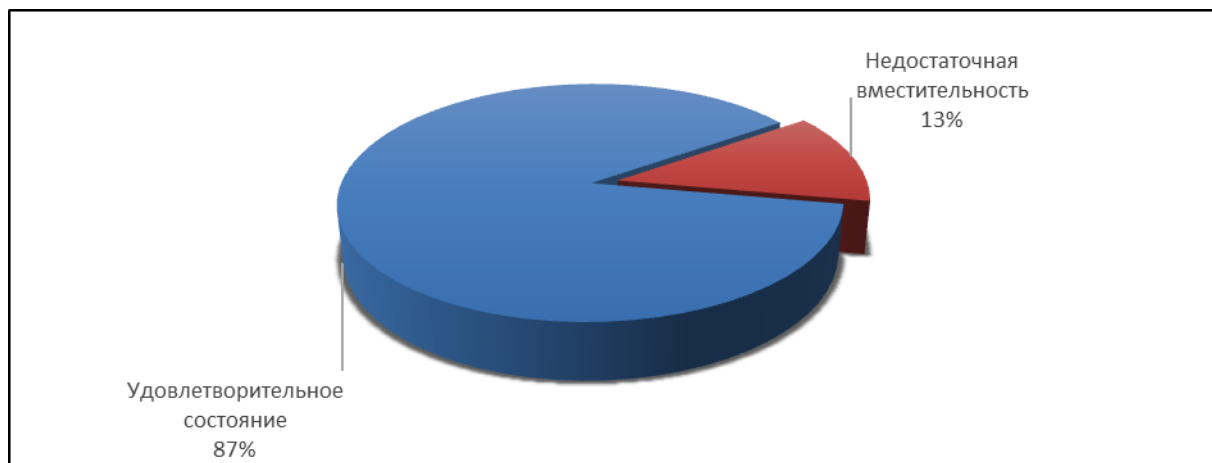


Рисунок 10 - Состояние навозохранилищ свиноводческих комплексов в Ленинградской области

В интенсивном птицеводстве, 27% хранилищ помета находятся в удовлетворительном состоянии; 55%, по расчетам, имеют недостаточную вместимость, а 18% не полностью соответствуют требованиям действующего законодательства (рисунок 11).

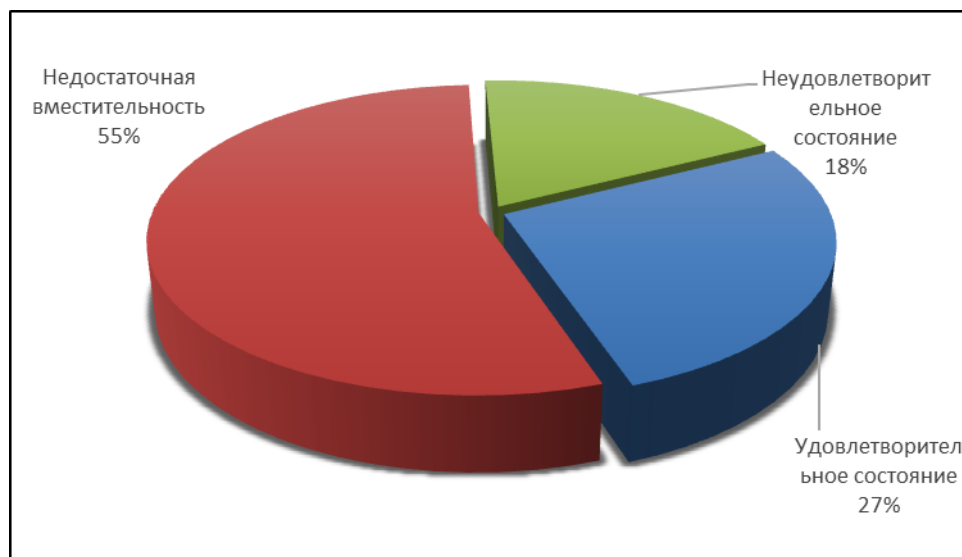


Рисунок 11 – Состояние хранилищ птицефабрик

В целом, исходя из проведенного анализа, можно сделать вывод, что порядка 66% предприятий из общего числа должны модернизировать навозохранилища.

На сегодняшний день в Ленинградской области много действующих организаций, готовых при наличии финансирования провести полную модернизацию хранилищ в течение 5-7 лет.

Ориентировочная стоимость различных видов навозохранилищ [32]:

- открытое пленочное хранилище – от 800 рублей за 1 кубический метр
- закрытое пленочное хранилище – от 900 рублей за 1 кубический метр
- открытое бетонное хранилище – от 1100 рублей за 1 кубический метр

2.2.2 Достаточность машинно-тракторного парка

При анализе сельскохозяйственных предприятий Ленинградской области особое внимание уделялось машинно-тракторному парку, задействованному при работе с навозом/пометом и полученным на его основе органическим удобрением.

Акцент делался на следующих вопросах:

- наличие единиц техники, необходимых для выполнения всех технологических операций обращения с навозом/пометом;
- срок службы применяемых технических средств;
- достаточность и коэффициент загрузки применяемых технических средств при транспортировке навоза/помета от помещений содержания животных/птицы до места его переработки в органическое удобрение;

- достаточность и коэффициент загрузки применяемых технических средств при переработке навоза/помета в органическое удобрение с учетом соблюдения режимов технологии переработки;

- достаточность и коэффициент загрузки применяемых технических средств при транспортировке органического удобрения к месту внесения на земельные угодья сельскохозяйственного назначения с учетом агротехнических сроков;

- достаточность и коэффициент загрузки применяемых технических средств при внесении органического удобрения на земельные угодья сельскохозяйственного назначения в агротехнические сроки.

Недостаточность технических средств, задействованных на каком-либо этапе обращения с навозом и органическим удобрением, может привести к риску накопления навоза/помета перед переработкой, сбоем технологического процесса и несоблюдению агротехнических сроков внесения удобрений.

Анализ сельскохозяйственных предприятий Ленинградской области показал, что крупные свиноводческие комплексы и птицефабрики вынуждены транспортировать органическое удобрение на расстояние более 50 км, что приводит к значительной загруженности машинно-тракторного парка в агротехнические сроки и может привести к риску несоблюдения данных сроков. К примеру, при массе жидкого органического удобрения 36400 тонн в год расчетные затраты, включая затраты на топливо, амортизацию, техническое обслуживание и ремонт на транспортировку и внесение органического удобрения при дальности транспортировки 50 км и агротехническом сроке внесения 120 дней, составляют 15,4 млн. руб. в год. В соответствии с расчетом, для экологически безопасного функционирования технологии транспортировки и внесения, необходимо не менее 7 тракторов класса тяги 1,4, агрегатируемых с машинами для внесения жидких органических удобрений вместимостью 11 тонн и 7 машин для внесения жидких органических удобрений вместимостью 11 тонн каждая.

Разработка плана технологической и технической модернизации сельскохозяйственного предприятия поможет устранить источники экологических рисков: обеспечить достаточность навозохранилищ с учетом применяемых технологических решений, уточнить состав и количество машинно-тракторного парка, необходимого для экологически безопасного и экономически эффективного обращения с навозом/пометом и полученным на его основе органическим удобрением. Данный план технологического и технического переоснащения будет описывать каждое технологическое решение с учетом перехода на систему НДТ.

Внедрение системы мониторинга и координации при использовании органических удобрений позволит уменьшить экологические риски при интенсификации животноводства и

птицеводства, разгрузить районы, имеющие высокие экологические риски и повысить плодородие почв районов, имеющих нехватку питательных элементов на земельных угодьях сельскохозяйственного назначения. Одним из элементов данной системы мониторинга является логистический аппарат распределения органического удобрения, получаемого на животноводческих/птицеводческих комплексах, на земельные угодья сельскохозяйственного назначения с учетом потребности культур и дальности транспортировки.

Для обоснованного технологического решения по обращению с навозом/пометом и органическим удобрением, разрабатывается технологический регламент переработки навоза/помета и использования готового органического удобрения. Данный документ описывает всю технологическую цепочку работы с навозом/пометом с момента образования экскрементов до внесения готового органического удобрения на земельные угодья сельскохозяйственного назначения.

3. Разработка предложений по улучшению ситуации и повышению экологической безопасности региона путем принятия технологических и управленческих решений.

Предварительное рассмотрение данных по Ленинградской области показало, что основные экологические риски наступают при утилизации органических отходов, что объясняется неэффективностью использования питательных элементов (азота и фосфора) в интенсивных машинных технологиях и отсутствием налаженного взаимодействия между секторами животноводства и растениеводства. Основной задачей при разработке предложений по улучшению экологической ситуации и повышению экологической безопасности региона посредством адекватных технологических и управленческих решений является оценка сельхозпредприятия в целом и выявление внутри него критически неэффективных элементов технологий.

Поставленная задача решается путем

- определения рентабельного радиуса транспортировки органических удобрений для каждого из предприятий-поставщиков как в пределах своего района, так и в близлежащие районы;
- научного обоснования и создания новых технологий и технических решений переработки и использования навоза/помета, позволяющих повысить сохранность питательных веществ;
- научного обоснования и организации логистических связей между предприятиями, на которых производятся органические удобрения, животноводческими предприятиями с меньшей плотностью животных и растениеводческими предприятиями, для экологически безопасного применения удобрений с учетом эколого-экономической эффективности;

- создания централизованных комплексов по глубокой переработке навоза/помета с целью концентрации питательных элементов в меньших объемах удобрений для последующего рационального применения их на более отдаленных территориях;
- организации постоянного мониторинга машинных технологий, снижающих негативное воздействие на окружающую среду;
- создания банка данных технологических решений, технических средств и оборудования, задействованного при работе с навозом/пометом, для оптимизации их работы и способствования переходу на НДТ;
- осуществления поиска оптимальной совокупности машинных технологий с предварительным ранжированием экологических, энергетических и экономических показателей;
- разработки научно-обоснованных предложений по системе мониторинга в режиме реального времени экологической ситуации на сельскохозяйственных предприятиях.

Основной задачей данной системы мониторинга будет сбор и обработка поступающей информации о количестве образуемого навоза/помета, технологиях их переработки, хранения и дальнейшего использования органического удобрения с учетом данных о земельных угодьях сельскохозяйственного назначения. Система мониторинга позволит держать на контроле весь процесс обращения с навозом в соответствии с ограничительными экологическими нормами.

3.1 Разработка плана действий по повышению устойчивости и экологической безопасности сельской территории

Сельскохозяйственное предприятие как источник негативного воздействия на окружающую среду – очень сложная система с множеством взаимозависимых показателей. Анализ процессов сельскохозяйственного производства как источников воздействия на окружающую среду показал, что основные загрязнения связаны с системами обращения с навозом: удаление навоза из животноводческого помещения, переработка, хранение и внесение [7, 8].

Основными индикаторами воздействия на окружающую среду являются биогенные элементы – азот и фосфор.

В настоящее время основным направлением повышения экологической безопасности промышленного производства и интенсивного сельскохозяйственного производства является переход на систему наилучших доступных технологий (НДТ). Это система регулирования негативного воздействия на окружающую среду, основанная на внедрении современных технологий и соответствующих систем мониторинга и принятии оптимизационных решений по результатам мониторинга.

Поэтапное освоение НДТ утилизации органических отходов в сельскохозяйственном производстве можно представить в виде последовательности следующих действий (рисунок 12).

В рамках реформирования экологического законодательства в РФ разрабатывается алгоритм поэтапного освоения НДТ. Этапы данного алгоритма находят свое отражение в подзаконных актах и распоряжениях.



Рисунок 12 - План действий для снижения нагрузки на окружающую среду

Первый этап «Оценка существующего уровня технологий и менеджмента» позволяет оценить реальное техническое состояние сельскохозяйственных объектов и качество учета обращения с органическими отходами. На основе анализа и результатов оценки должен быть подготовлен план технологической модернизации с обоснованным перечнем рекомендуемых НДТ и способам контроля над функционированием технологий.

Второй этап «Переход на применение современных технологий работы с органическими отходами» предусматривает реализацию плана технологической модернизации на основе перечня рекомендуемых НДТ. Учитывая высокую стоимость и длительность реализации плана модернизации, должен быть определен ее порядок, предусматривающий приоритетность по направлениям, состоянию и специализации сельскохозяйственных предприятий. В первую очередь должны быть модернизированы предприятия, создающие наибольший риск диффузного загрязнения водных объектов.

Третий этап «Освоение системы производственного экологического контроля на уровне предприятий» предусматривает внедрение инструментов внутреннего экологического контроля

сельскохозяйственных предприятий, что может быть реализовано в разработке и соблюдении локальных технологических регламентов (стандартов предприятий).

Четвертым этапом последовательности сценариев освоения НДТ является «Освоение системы регионального мониторинга и координации деятельности по работе с органическими и минеральными удобрениями». Данный этап является наиболее важным для последующей оценки диффузной нагрузки от сельскохозяйственного производства. Данная система позволяет работать с уточненными данными в оперативном режиме, что позволяет повысить точность оценки нагрузки на окружающую среду, в том числе влияния НДТ.

3.2 Система мероприятий для принятия управленческих решений по регулированию нагрузки на сельские территории

С целью обеспечения сокращения нагрузки на окружающую среду, связанной с сельскохозяйственным производством, необходимо решить следующие задачи:

- Провести комплексный анализ существующей ситуации на действующих сельскохозяйственных предприятиях;
- Разработать план технологической модернизации и обосновать перечень рекомендуемых НДТ;
- Внедрить порядок работы животноводческих комплексов и птицефабрик с соблюдением локальных технологических регламентов по переработке навоза/помета и использованию органического удобрения (стандартов предприятий)
- Внедрить систему дистанционного мониторинга и контроля над обращением с навозом/пометом (регулярный сбор информации по образованию и использованию органических удобрений, проверка получаемой информации с помощью экспертных систем и принятие управленческих решений).

3.2.1 Комплексный анализ существующей ситуации при функционировании сельскохозяйственных предприятий

В Приложении III «Критерии и меры, касающиеся предотвращения загрязнения от наземных источников» Хельсинкской Конвенции 1992 г., Части II «Предотвращение загрязнения от сельского хозяйства» перечислены основные критерии, которые могут быть использованы для анализа и оценки предотвращения поступления загрязнений от сельского хозяйства, а именно:

1. Плотность животных

Для гарантии того, что количество навоза/помета не превышает при сопоставлении количества пахотных земель, должен быть рассчитан баланс между количеством животных на ферме и площадью угодий, на которые органическое удобрение вносится, выраженный как плотность животных. Максимальное количество животных необходимо определять с учетом

баланса между количеством NPK, в первую очередь фосфора и азота, в навозе/помете и требованиями по организации минерального питания растений. Странами региона Балтийского моря в качестве усредненного значения плотности животных приняты 1,5 условных головы (у.г.) на 1 га сельскохозяйственных обрабатываемых земельных площадей. Регионы с более высоким показателем считаются потенциально опасными с точки зрения биогенной нагрузки на водные объекты.

2. Расположение животноводческих ферм и комплексов

Фермы и комплексы должны проектироваться и размещаться таким образом, чтобы исключить загрязнение грунтовых и поверхностных вод. При этом должны соблюдаться санитарно-гигиенические нормативы.

3. Строительство навозохранилищ

Качество навозохранилищ должно быть таким, чтобы предотвратить/минимизировать потери. Навозохранилища должны быть достаточно большими, чтобы хранить все количество навоза/помета, образовавшегося до момента внесения в соответствии с наступлением действительной потребности растений в питательных веществах. Объем хранилища должен обеспечивать прием и хранение навоза/помета в течение не менее 6 месяцев и в соответствии с технологическими режимами технологий переработки.

Переработка и хранение навоза/помета в Российской Федерации в соответствии с нормами экологической безопасности являются единым процессом. Для жидкого навоза/органического удобрения процесс переработки и хранения совмещен, длительность в 6 месяцев обусловлена периодом переработки и накопления перед внесением на земельные угодья в соответствии с агротехническими сроками. Для твердого органического удобрения переработка навоза/помета осуществляется на гидроизолированной площадке, накопление твердого органического удобрения перед внесением возможно на специально подготовленной полевой площадке вблизи земельных угодий.

Навозохранилища должны строиться таким образом, чтобы избежать ненамеренных сбросов, а их качество должно гарантировать исключение утечек питательных веществ. Для всех типов навоза/помета необходимы гидроизолированные хранилища/площадки для переработки.

В зависимости от типа навоза необходимо учитывать следующие принципы:

- твердый навоз должен храниться в хранилищах с водонепроницаемым днищем и стенами;
- жидкий навоз и жидкие отходы ферм должны храниться в емкостях, изготовленных из прочного материала, непроницаемого для влаги и устойчивого к повреждениям во время работы с навозом.

Необходимо применять такие технологии, которые обеспечат максимальный коэффициент использования питательных веществ навоза/помета растениями. Необходимо содействовать сотрудничеству сельхозпредприятий в вопросах переработки и распределения органических удобрений

4. Сточные воды сельскохозяйственных предприятий, навоз и силосные стоки

Сточные воды от животноводческих ферм должны храниться в отдельных емкостях, в емкостях для жидкого навоза, либо перерабатываться таким образом, чтобы избежать загрязнения окружающей среды.

5. Внесение органических удобрений

Органические удобрения должны использоваться высокоэффективным образом. Органические удобрения должны вноситься таким образом, чтобы минимизировать риск потери питательных веществ. Их нельзя вносить на замерзшую, насыщенную влагой или покрытую снегом почву. Сразу после внесения в почву органические удобрения рекомендуется заделать. Необходимо установить периоды, когда органические удобрения вносить в почву нельзя.

6. Дозы внесения питательных веществ

Дозу вносимых в почву питательных веществ необходимо ограничивать, основываясь на балансе между расчетными потребностями растений в питательных веществах и поступлением питательных веществ из почвы и удобрения, с учетом необходимости выполнения условия по сокращению эвтрофикации.

Необходимо разработать национальные руководства с рекомендациями по использованию удобрений, и в них необходимо учитывать:

- свойства почв, содержание в них питательных веществ, тип почвы и рельеф;
- климатические условия и водный режим;
- форму землепользования и сельскохозяйственную практику, включая системы севооборотов;
- все внешние потенциальные источники поступления питательных веществ.

Максимальное количество органического удобрения, которое вносится каждый год, включая экскременты самих животных, поступающие в почву во время выпаса, рассчитывается по содержанию в нем азота и фосфора. С ним в почву должно вноситься не более

- 170 кг/га азота
- 25 кг/га фосфора

с целью не допустить избытка питательных веществ с учетом характеристик почв, сельскохозяйственных практик и типов культур.

7. Зимний растительный покров

В соответствующих регионах возделываемая почва должна иметь достаточный растительный покров зимой и осенью, чтобы эффективно сокращать потери питательных веществ.

8. Меры по охране водных объектов и зоны

Для исключения вымывания питательных веществ в водные объекты должны быть предприняты специальные меры:

- Поверхностные воды: при необходимости создаются буферные водоохранные зоны, зоны перехвата питательных веществ или пруды для осаждения.
- Грунтовые воды: при необходимости создаются специальные водоохранные зоны для защиты грунтовых вод. Должны быть введены в действие такие меры, как снижение доз применяемых удобрений, установление зон, где использование органического удобрения запрещено, создание лугов многолетнего использования.

Процесс модернизации сельскохозяйственных предприятий уже идет, хотя и не очень быстрыми темпами. Ежегодно вводятся в эксплуатацию новые технологические элементы по переработке навоза и новые хранилища. При проектировании хранилищ учитывается такой аспект климата, как количество осадков, который влияет на увеличение объемов перерабатываемого навоза/помета.

Также необходимо учитывать, как минимизировать потери аммиака и метана наиболее эффективными способами. Методы сокращения выбросов аммиака из навозохранилищ [33]:

- применение плотной крышки – сокращение выбросов более чем на 80%
- применение пластикового покрытия - сокращение выбросов более чем на 60%
- применение плавающего покрытия - сокращение выбросов более чем на 40%
- создание условий для образования естественной корки путем сокращения перемешивания и добавления нового навоза ниже уровня поверхности - сокращение выбросов более чем на 40%
- применение навозных мешков - сокращение выбросов на 100%
- замена лагуны и т.д. закрытой емкостью или высокими открытыми резервуарами (глубина >3 м) – сокращение выбросов на 30 – 60%

9. Зоны для сокращения потока питательных веществ

Необходимо поддерживать и, по возможности, восстанавливать заболоченные участки, чтобы имелась возможность сократить вымывание питательных веществ и поддержать биологическое разнообразие.

10. Выбросы аммиака на животноводческих фермах

Чтобы сократить выброс аммиака на животноводческих фермах, необходимо исключить образование избытка азота в навозе/помете за счет регулирования рациона питания в соответствии с потребностью отдельных животных/птицы. В птицеводстве выбросы аммиака необходимо сокращать за счет снижения содержания влаги в помете или за счет быстрого удаления помета из внутренних помещений птицеферм во внешние хранилища помета. Необходимо разработать программы, включающие стратегии и меры по сокращению испарений аммиака на фермах. Хранилища с жидким и твердым навозом необходимо накрывать или содержать так, чтобы должным образом исключить выбросы аммиака.

11. Средства защиты растений

Средства защиты растений должны содержаться и использоваться только в соответствии с национальной стратегией снижения рисков, которая должна основываться на наилучшей экологической практике (НЭП). Стратегия должна основываться на инвентаризации существующих проблем и определять подходящие цели. Она должна включать такие меры как:

- Средства защиты растений нельзя продавать, импортировать или использовать до их регистрации и утверждения соответствующими национальными органами.
- Хранить и использовать средства защиты растений необходимо таким образом, чтобы исключить их потери. Важными элементами технологии защиты растений являются транспортировка средств защиты растений, заполнение и очистка оборудования. Не допускается попадание средств защиты растений за пределы обрабатываемых сельскохозяйственных площадей. Отходы средств защиты растений необходимо утилизировать в соответствии с национальным законодательством.
- Для коммерческого использования средств защиты растений требуется лицензия. Для получения лицензии необходимо провести соответствующее обучение и подготовку персонала по обращению со средствами защиты растений, чтобы воздействие на здоровье людей и окружающую среду было минимальным. Лица, работающие со средствами защиты растений, должны регулярно проходить переподготовку и повышение квалификации по вопросам обращения и использования средств защиты растений.
- Технология и практика внесения средств защиты растений должны предохранять от их ненамеренного уноса ветром или вымывания. Поощряется создание защитных зон вокруг водных объектов. Внесение с использованием самолетов должно быть запрещено; в исключительных случаях надо получать разрешение.
- Испытания оборудования для распыления средств защиты растений необходимо проводить регулярно через определенные промежутки времени, чтобы гарантировать надежный результат при распылении средств защиты растений.

- Необходимо поощрять разработку альтернативных методов защиты растений.

12. Разрешение на природопользование

Животноводческие фермы больше определенного размера должны получать разрешение на природопользование с учетом экологических аспектов и воздействия ферм на окружающую среду. Фермы для интенсивного выращивания птиц, свиней и крупного рогатого скота, более чем с 40000 мест для птицы, 2000 мест для откорма свиней (более 30 кг), 750 мест для свиноматок или 400 единиц крупного рогатого скота, должны получать разрешение, полностью согласованное с соответствующими властными структурами. В разрешении необходимо учитывать полное экологическое воздействие предприятий на окружающую среду, включающее, например, выбросы в атмосферу и сбросы в воду и почву, образование отходов и меры, направленные на предотвращение экологических аварий. Условия в разрешении должны быть основаны на наилучших доступных технологиях (НДТ). Компетентные органы при определении условий разрешения, должны учитывать технические характеристики предприятия, его географическое положение и местные экологические условия.

13. Мониторинг и оценка

Национальные программы стран региона Балтийского моря должны включать описание выполнения и мониторинга мер, указанных в Рекомендациях ХЕЛКОМ. Страны должны разработать проекты для оценки результатов и эффективности мер, указанных в Рекомендациях, и влияния сельскохозяйственного сектора на окружающую среду.

14. Обучение, информирование и консультационные услуги

Страны Балтийского региона должны способствовать созданию систем обучения, информирования и дополнительных (консультационных) услуг по вопросам охраны окружающей среды в сельскохозяйственном секторе.

3.2.2 Разработка плана технологической модернизации и научное обоснование перечня рекомендуемых НДТ

Разработка плана технологической модернизации и научное обоснование перечня рекомендуемых НДТ подразумевает создание основы для региональной программы повышения эффективности использования органических и минеральных удобрений с целью сохранения плодородия почв и охраны окружающей среды. Работа должна включать в себя обоснование перечня технико-технологических решений, обеспечивающих наилучшие показатели эффективности в рассматриваемых природно-климатических и производственных условиях. Должна быть определена последовательность освоения технологий, начиная с наиболее опасных для окружающей среды объектов и процессов. Должны быть предусмотрены меры экономического стимулирования при переходе на НДТ.

3.2.2.1 Критерии оценки при формировании эффективных машинных технологий утилизации навоза, помета (НДТ)

В соответствии с утвержденными Министерством промышленности и торговли Российской Федерации методическими рекомендациями по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии, основным критерием оценки является экономическая эффективность применения экологических мер и технологий в тыс. руб./т в год, определяемая следующим выражением [9]:

$$E_{\text{НДТ}} = \frac{Z_{\text{экс}}^{n+1}}{L^n - L^{n+1}}, \quad (1)$$

где $E_{\text{НДТ}}$ – экономическая эффективность внедрения НДТ, тыс. руб./т в год;

$Z_{\text{экс}}^{n+1}$ – эксплуатационные затраты сравниваемой технологии с базовой, тыс. руб./год;

L^n – количество эмиссий загрязняющих веществ при выполнении базовой технологии, т /год;

L^{n+1} – количество эмиссий загрязняющих веществ при выполнении сравниваемой технологии с базовой, т /год.

Использование только критерия экономической эффективности внедрения НДТ не позволяет детально анализировать технологии, так как не отражает величину капитальных затрат, а также величину эколого-экономического эффекта от получения дополнительной продукции (органических удобрений, эклектической и тепловой энергии и т.д.).

Для комплексной оценки технологий утилизации навоза/помета обосновано использование следующих критериев:

1) обобщенный критерий $Z_{K_{\text{эко}}}$, выражающий удельные капитальные и эксплуатационные затраты на сохранение азота, так как именно потери азота являются основным индикатором негативного воздействия на окружающую среду технологий утилизации навоза/помета. Величина обобщенного критерия $Z_{K_{\text{эко}}}$ определяется по формуле:

$$Z_{K_{\text{эко}}} = \frac{Z_{\text{уд}}^K + Z_{\text{уд}}^{\text{э}}}{K_{\text{эко}}} \quad (2)$$

где

$Z_{K_{\text{эко}}}$ – приведенные затраты на утилизацию 1 тонны навоза/помета с учетом сохранности азота, руб/т;

$Z_{\text{уд}}^K$, $Z_{\text{уд}}^{\text{э}}$ – удельные капитальные и эксплуатационные затраты на 1 т произведенных и внесенных органических удобрений, руб/т;

$K_{\text{эко}}$ – коэффициент сохранности азота технологий утилизации навоза/помета:

$$K_{\text{эко}} = \frac{Q_N^1}{Q_N}, \quad (3)$$

Где Q_N^I – количество азота, внесенного с органическими удобрениями, т;

Q_N – количество азота в свежем навозе/помете (исходной смеси до переработки), т.

2) эколого-экономический эффект $\mathcal{E}_{эф}$ при внедрении технологии переработки навоза/помета и использования органических удобрений, руб.

Данный критерий применяется для оценки соответствующих технологий и выбора их рациональных вариантов. Он отражает экономические выгоды от снижения негативного воздействия на окружающую среду и дополнительный доход от использования органических удобрений и получаемых энергетических ресурсов.

$$\mathcal{E}_{эф} = \Pi_{ур} + \mathcal{E}_{эн} + \mathcal{E} \quad (4)$$

где $\mathcal{E}_{эф}$ – эколого-экономический эффект при внедрении технологии переработки навоза/помета и использования органических удобрений, руб;

$\Pi_{ур}$ – доход от реализации прибавки урожая при использовании органических удобрений, руб;

$\mathcal{E}_{эн}$ – доход от реализации или экономическая выгода от использования дополнительных энергетических ресурсов (например, биогаза).

\mathcal{E} – экологический эффект от снижения негативного воздействия на окружающую среду, руб.

Экологический эффект от снижения негативного воздействия на окружающую среду определяется из выражения:

$$\mathcal{E} = B_{поч} + B_{вод} + B_{воз}, \quad (5)$$

где

где $B_{поч}$ – снижения негативного воздействия на почвы, руб;

$B_{вод}$ – снижения негативного воздействия на водные объекты, руб;

$B_{воз}$ – снижения негативного воздействия на атмосферный воздух, руб;

Для определения общего эколого-экономического эффекта от повышения продуктивности земель установлены зависимости между эколого-экологическим эффектом, коэффициентом сохранности азота и прибавкой урожая для органических удобрений на основе навоза КРС, свиней и помета птицы, как показано на рисунках 13-15. Зависимости определялись на основе полученных данных по сохранности азота и справочных данных о прибавках урожая при использовании различных видов органических удобрений. Экономический эффект от реализации дополнительного урожая (на примере картофеля) определялся по оптовой цене его реализации 7500 рублей за тонну.

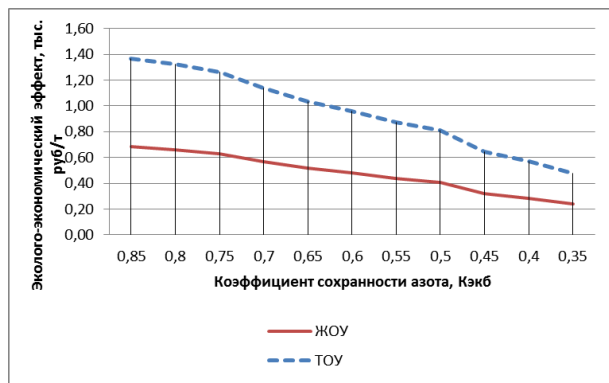


Рисунок 13 - Зависимость эколого-экономического эффекта от значения $K_{э\kappa б}$ для органических удобрений на основе навоза КРС.

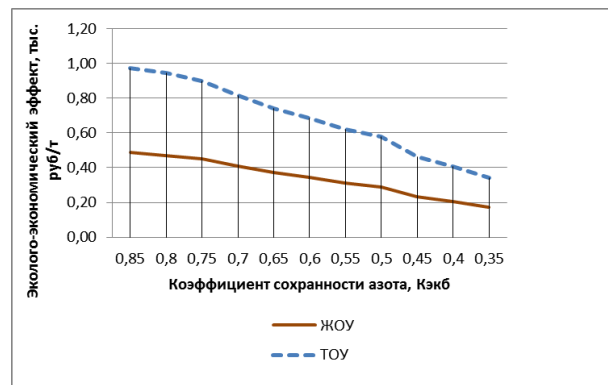


Рисунок 14 - Зависимость эколого-экономического эффекта от значения $K_{э\kappa б}$ для органических удобрений на основе навоза свиней.

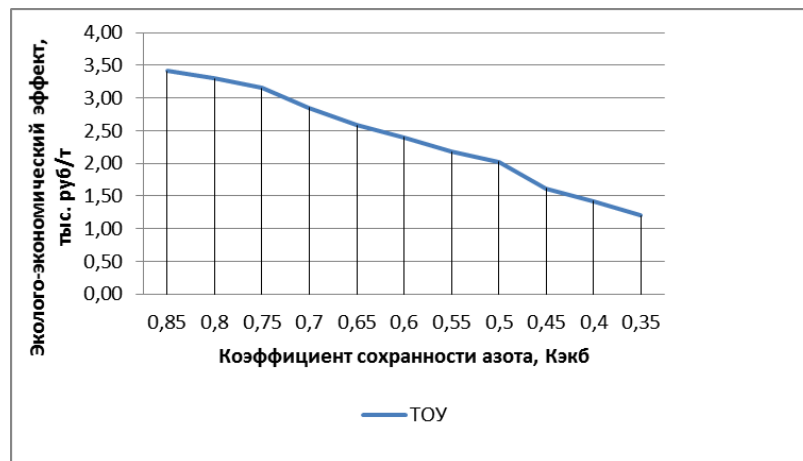


Рисунок 15 - Зависимость эколого-экономического эффекта от значения $K_{э\kappa б}$ для органических удобрений на основе куриного помета

Как следует из рисунков 13-15, чем выше значение $K_{э\kappa б}$ тем выше эколого-экономический эффект [10-14].

Формирование и выбор технологий происходит в соответствии с представленными критериями в два этапа:

1. Определение рекомендуемых технологий, оценка их технико-технологических особенностей и эколого-экономических показателей, принятие одной технологии для адаптации к условиям предприятия.

2. Определение возможных вариантов сочетания сооружений и технических средств для реализации принятой технологии, расчет значений заданных критериев и выбор наиболее эффективного решения.

3.2.2.2. Формирование технологии переработки навоза и выбор наиболее рационального варианта на примере хозяйства КРС

Технология переработки навоза КРС была рассмотрена на примере предприятия, выступающего в качестве пилотного в рамках данного проекта – АО Племенной завод «Первомайский» (Приозерский район Ленинградской области).

Пилотное предприятие является типичным для СЗФО современной фермой КРС с беспривязной системой содержания животных общим поголовьем 1960 голов, из них 1000 фуражных коров с надоем молока свыше 8300 тонн в год на одну фуражную корову. Средняя влажность навоза – 92%; средний радиус транспортировки органических удобрений – 10 км.

На основании вышеуказанного анализа состояния отрасли животноводства в Ленинградской области были выделены и рассмотрены на первом этапе четыре наиболее перспективные технологии переработки навоза КРС:

1. Длительное выдерживание и внесение жидкого органического удобрения.
2. Разделение навоза на фракции с последующей переработкой твердой фракции методом компостирования и длительным выдерживанием жидкой фракции и внесением жидкого и твердого органического удобрения.
3. Разделение навоза на фракции с последующей переработкой твердой фракции методом биоферментации и длительным выдерживанием жидкой фракции и внесением жидкого и твердого органического удобрения.
4. Анаэробная обработка с генерацией электричества и тепла (биогазовое производство) и внесение жидкого и/или твердого органического удобрения.

При определении эколого-экономического эффекта при технологии анаэробного сбраживания учитывалась дополнительная прибыль от реализации 3 МВт электроэнергии по цене 5 руб/кВт.

Определены основные технико-экономические и экологические показатели перечисленных технологий. На рисунках 16-20 в графическом виде показаны их сравнительные характеристики.

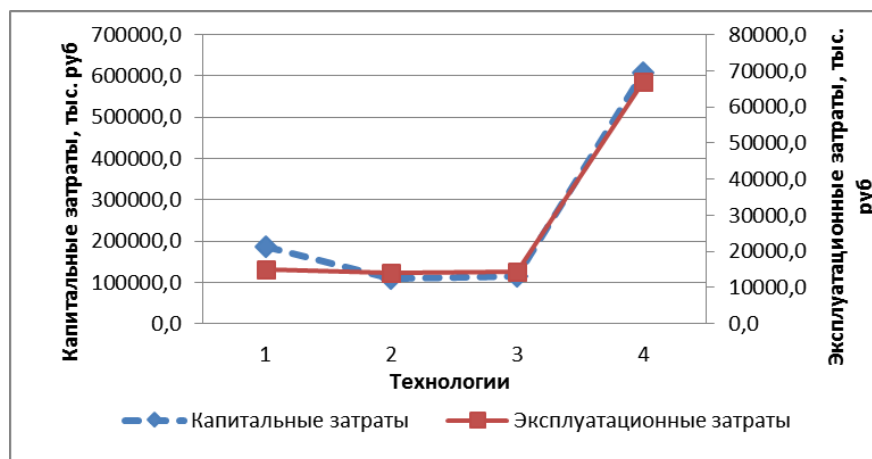


Рисунок 16 - Капитальные и эксплуатационные затраты по технологиям

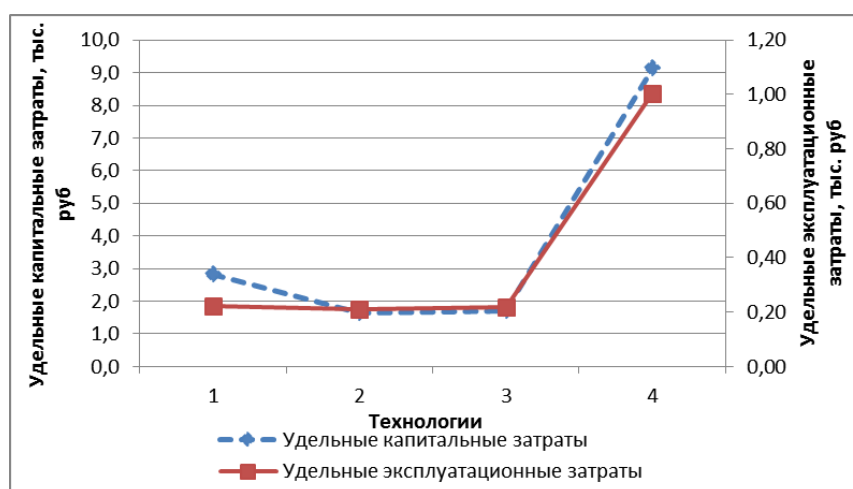


Рисунок 17 - Удельные капитальные и эксплуатационные затраты по технологиям

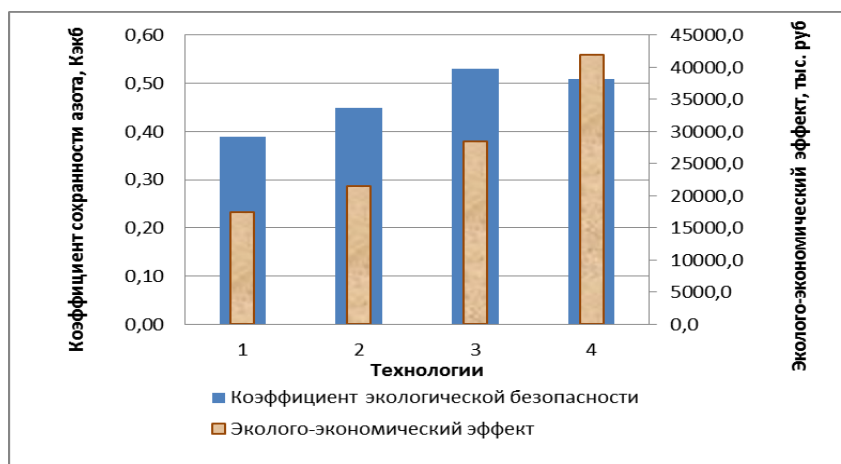


Рисунок 18 - Значения коэффициента сохранности азота и эколого-экономического эффекта по технологиям

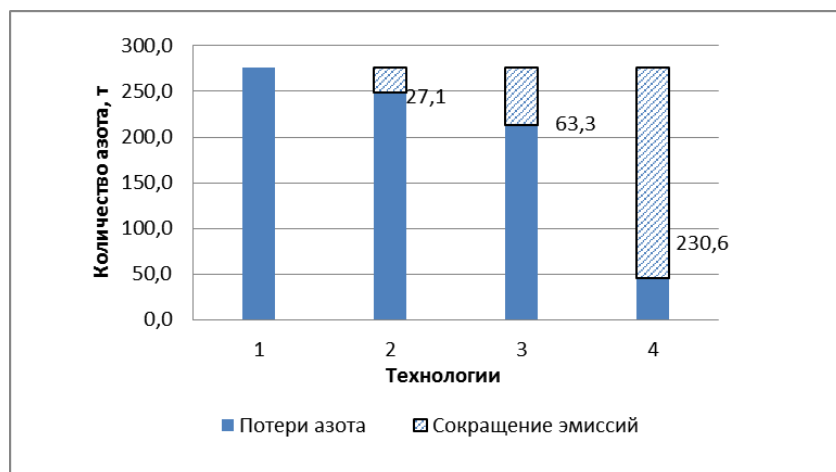


Рисунок 19 - Потери и сокращение эмиссий азота по технологиям

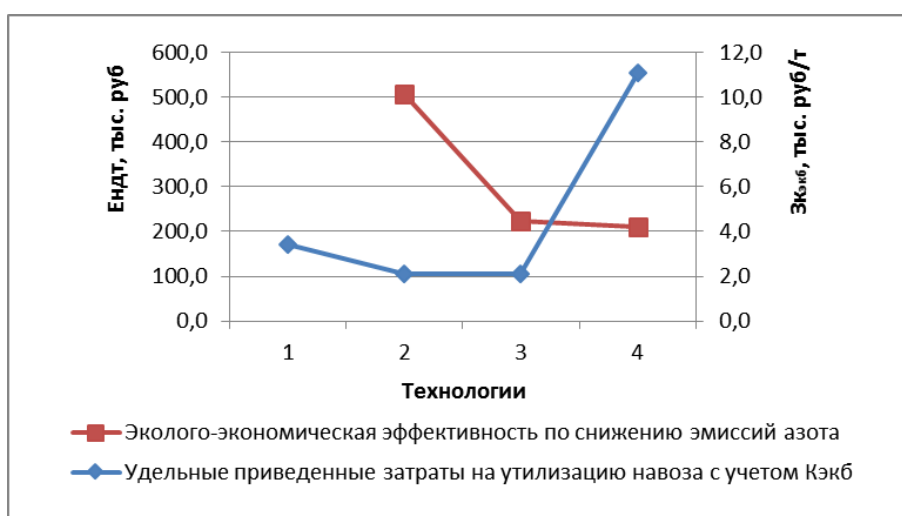


Рисунок 20 - Эколого-экономическая эффективность и удельные приведенные затраты на утилизацию навоза с учетом $K_{э\kappa\beta}$ по технологиям

Анализ полученных данных выявил, что наилучшие показатели удельных капитальных и эксплуатационных затрат на утилизацию навоза в условиях данного предприятия имеют:

- Технология 2 – разделение навоза на фракции с последующей переработкой твердой фракции методом компостирования и длительным выдерживанием жидкой фракции и внесением жидкого и твердого органического удобрения: $Z_{y\partial}^K = 1,6$ и $Z_{y\partial}^{\partial} = 0,21$ тыс. руб/т;

- Технология 3 – разделение навоза на фракции с последующей переработкой твердой фракции методом биоферментации и длительным выдерживанием жидкой фракции и внесением жидкого и твердого органического удобрения: $Z_{y\partial}^K = 1,7$ и $Z_{y\partial}^{\partial} = 0,21$ тыс. руб/т. При этом значения критерия $Z_{Kэ\kappa\beta} = 2,1$ тыс. руб. у данных технологий равны.

Технология 4 – анаэробная обработка с генерацией электричества и тепла (биогазовое производство) и внесение жидкого и/или твердого органического удобрения обладает лучшим показателем эколого-экономического эффекта $\mathcal{E}_{эф}$ и критерием внедрения НДТ. Это связано с

тем, что при анаэробном сбраживании происходят минимальные потери азота, который частично переходит в биогаз. При этом реализация полученной дополнительной электроэнергии дает предприятию до 15 млн. руб. в год. Однако стоит отметить, что капитальные затраты на внедрение технологии анаэробного сбраживания почти в 5 раз выше относительно Технологий 2 и 3, что делает ее внедрение затруднительным. Особо стоит отметить малый опыт функционирования подобных технологий в природно-климатических условиях СЗФО.

На основании вышесказанного Технология 3 – разделение навоза на фракции с последующей переработкой твердой фракции методом биоферментации и длительным выдерживанием жидкой фракции и внесением жидкого и твердого органического удобрения была принята для адаптации и внедрения в пилотном хозяйстве.

Технологией предусмотрено, что при содержании коров в боксах на резиновых матах с использованием подстилки лишь для подсушивания лежачих, влажность получаемого навоза составляет 87-88%, а с учетом стоков доильного зала – около 92%. Такой навоз необходимо хранить не менее 6 месяцев для обеззараживания. Поэтому в проекте LIP 1601-KS 1441 предлагается следующая технологическая линия навозоудаления для этих зданий. Уборка навоза из навозных и кормонавозных проходов коровников предусмотрена скреперными установками. Навоз в каждом здании сбрасывается в поперечный канал, перекрытый решетчатым полом, по которому он с помощью шнековых конвейеров поступает в накопительную емкость. По мере накопления навоза в емкости насос автоматически перекачивает его по трубам, проложенным на глубине промерзания, в приемную емкость промежуточной насосной. Туда же перекачиваются стоки от мытья полов в доильном зале. После предварительной гомогенизации с помощью механической мешалки собранные со всех дворов навозные стоки перекачиваются по трубам, проложенным в земле на глубине промерзания в цех разделения.

Работа линии сбора и перекачки навозных стоков из зданий осуществляется в автоматическом режиме по заданной программе.

В случае временного отказа насосов имеется возможность забора навоза из емкости промежуточной насосной непосредственно жижевозами.

Разделение навоза на фракции осуществляется с помощью шнековых пресс-фильтров. При этом в твердую фракцию выделяется до 15% от объема собираемого навоза. Влажность твердой фракции составляет 65-70%, что позволяет загружать ее в прицепы и перевозить на площадку для дальнейшего компостирования. Жидкая фракция после разделения имеет влажность 96-98%, практически не имеет в своем составе объедаев, семян сорняков,

значительно легче перекачивается насосами в накопительные резервуары по трубам, проложенным на глубине промерзания.

Планируется использовать часть твердой фракции навоза для производства мягкой безопасной подстилки. Для этого предусмотрена фильтрационно-сушильная установка, которая обеспечивает ускоренное аэробное компостирование, обеззараживание и подсушивание твердого навоза. Часть навозных стоков из первичной емкости цеха разделения подается в установку отдельным насосом. После разделения на фракции жидкая фракция сливается во вторичную емкость цеха разделения, а твердая фракция подается в барабан ферментатора. На выходе из барабана получается готовый компост влажностью около 55%, который вносится в помещения для содержания животных в качестве подстилки.

В соответствии с разработанным для данного предприятия Технологическим регламентом по переработке навоза и использованию его в качестве органического удобрения, общей годовой выход жидкой фракции навоза составит 37504 м³. Учитывая требования РД-АПК 1.10.15.02-17, объем хранилищ для жидкой фракции навоза рассчитывается из условия хранения в течение не менее 6 месяцев с учетом атмосферных осадков за этот период. Общий объем навозохранилищ должен составлять не менее 20 тыс.м³. В проекте LIP 1601-KS 1441 предусматривается строительство четырех стальных резервуаров по 6000 м³ каждый.

На втором этапе формирования и выбора варианта технологии утилизации навоза по результатам полученных данных проведены исследования выбранной технологии по составу технических средств и сооружений, а также приемов выполнения отдельных технологических операций, имеющих наилучшее сочетание эколого-экономических показателей.

3.2.3 Рекомендации по освоению системы производственного экологического контроля на уровне предприятий

Основным элементом при организации системы обращения с навозом/пометом и ведения производственного экологического контроля на предприятии является документ «Технологический регламент переработки и использования навоза/помета в качестве органических удобрений», разрабатываемый индивидуально для условий каждого предприятия.

Технологический регламент включает перечень организационных и технико-технологических мер, обеспечивающих безопасное удаление навоза/помета из помещения для содержания животных/птицы, переработку и рентабельное использование его на сельскохозяйственном предприятии с минимальным негативным воздействием на окружающую среду.

Федеральным классификационным каталогом отходов свежий навоз и помет отнесены, соответственно, к отходам III и IV классов опасности для окружающей среды в зависимости от

вида животных и птицы, если они не перерабатываются и не используются в качестве удобрения.

Федеральным законом № 89-ФЗ от 24.06.1998 г. (редакция от 25.12.2018 г. с изменениями от 19.07.2019 г.) «Об обращении с отходами производства и потребления» введено понятие накопления отходов как временное складирование отходов на срок не более, чем одиннадцать месяцев в местах (на площадках), обустроенных в соответствии с требованиями законодательства в области охраны окружающей среды и законодательства в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, в целях их дальнейших утилизации, обезвреживания, размещения и транспортирования.

23 мая 2016 года вышли Разъяснения Минприроды России «Об оформлении лицензии по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I - IV классов опасности при обращении с навозом» к Федеральному закону №219-ФЗ. В соответствии с данными Разъяснениями, навоз/помет, образующийся в результате хозяйственной деятельности, является не отходом, а сырьем, и при наличии и соблюдении Технологического регламента (стандарта организации), может быть реализован для собственных нужд в качестве продукции – органического удобрения. В данном случае требования природоохранного законодательства, включая требования к получению лицензий на деятельность по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I - IV классов опасности, на навоз/помет распространяться не будут.

Использование навоза/помета в собственном производстве для приготовления и внесения органических удобрений осуществляется в соответствии с Технологическим регламентом, утвержденным руководителем предприятия, на основании Федерального закона «О техническом регулировании».

Технологический регламент является стандартом организации, который разрабатывается и утверждается предприятиями самостоятельно, исходя из необходимости применения стандартов для целей, предусмотренных Федеральным законодательством (Федеральный закон N 162-ФЗ от 29.06.2015 г. «О стандартизации в Российской Федерации» и Федеральный закон № 184-ФЗ от 27.12.2001 г. «О техническом регулировании»). В число таких целей входит повышение уровня безопасности жизни и здоровья граждан, животных и растений, уровня экологической безопасности производства [15].

На этапе накопления отходов хозяйство перерабатывает (обезвреживает) навоз/помет в соответствии с РД-АПК 1.10.15.02-17 «Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета», утвержденными Министерством сельского хозяйства РФ [16]. Полученные органические удобрения должны соответствовать введенному в действие с 1 января 2010 года ГОСТ Р 53117-

2008 «Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия» и использоваться для внесения на поля с целью получения запланированного урожая сельскохозяйственных культур. Органические удобрения могут передаваться другим юридически лицам для использования вместе с документом ветеринарной службы, удостоверяющим соответствие качества и безопасности продукции требованиям указанного ГОСТ [17].

Количество образовавшихся и использованных отходов, в том числе навоза/помета, учитывается в соответствии с Порядком учета, утвержденным приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 1 сентября 2011 года № 721. Данные учета обобщаются по итогам очередного квартала (по состоянию на 1 апреля, 1 июля и 1 октября текущего года), а также очередного календарного года (по состоянию на 1 января года, следующего за учетным) в срок не позднее 10 числа месяца, следующего за указанным периодом [18].

Технологический регламент описывает условия и порядок проведения технологического процесса переработки навоза/помета в органическое удобрение, обеспечивающего получение экологически безопасного продукта с показателями качества, отвечающими требованиям утвержденных стандартов (технических условий), а также устанавливает безопасность ведения работ и достижение оптимальных технико-экономических показателей конкретного производства [15].

В условиях перехода к системе наилучших доступных технологий (НДТ) Технологический регламент может обеспечить своевременное получение комплексного экологического разрешения.

Технологический регламент включает следующие основные разделы:

1) Введение

Описывается назначение и юридический статус регламента.

2) Общая характеристика производственного процесса

Основными исходными данными для разработки регламента являются данные, содержащие информацию:

- о количестве ферм (промышленных площадок) предприятия;
- о виде и поголовье животных, птицы;
- о виде и количестве используемой подстилки (влагопоглощающего материала);
- о типе содержания животных, птицы и способе уборки навоза из помещений для содержания животных.

Данная информация представляется в виде текста, обобщается и сводится в таблицу.

К общей характеристике производственного процесса также относится описание существующей на данный момент системы переработки и использования навоза/помета (сколько

образуется, как транспортируется, перерабатывается, хранится и вносится). Представляется информация о наличии собственных земельных площадей, возделываемых на них культурах, об использовании минеральных и органических удобрений, о техническом оснащении, приводится агрохимическая характеристика почв.

3) Характеристика исходного сырья и готовой продукции

Основным исходным сырьем для приготовления органических удобрений является навоз и помет. Согласно ГОСТ Р 53042- 2008 «Удобрения органические. Термины и определения»: Навоз - это смесь твердых и жидких экскрементов сельскохозяйственных животных, с подстилкой или без нее, а также с водой, поступающей в систему навозоудаления при санитарной обработке помещений и потерях при поении. Помет - это экскременты птиц и кроликов с подстилкой или без нее.

При разработке Технологического регламента важно знать фактические характеристики образующегося навоза и помета (количество и химический состав), которые определяются путем отбора проб из каждого места выгрузки навоза (помета), с места накопления (хранения) навоза и готовых органических удобрений.

Практика разработки Технологических регламентов и аудита животноводческих предприятий показывает, что часто результаты исследований проб исходного навоза характеризуют существенные отклонения от норм технологического проектирования. Например, повышенная влажность навоза говорит о чрезмерном поступлении воды в навоз, что приводит к значительному изменению общего объема навоза. При увеличении влажности навоза с 88% до 94% его объем увеличивается в 2 раза.

В зависимости от принятой на предприятии технологии переработки навоза (помета) в органическое удобрение могут получаться сухие, твердые, полужидкие или жидкие органические удобрения. Технологический процесс переработки и использования навоза в целом должен соответствовать РД-АПК 1.10.15.02-17 «Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помёта».

Получаемые органические удобрения должны соответствовать ГОСТ Р 53117-2008 «Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия».

4) Описание технологического процесса удаления навоза/помета

Характеристики исходного навоза (помета), особенно влажность, во многом зависят от используемой технологии удаления его из здания, где содержатся животные. В данном разделе описывается система удаления и транспортировки навоза (помета) к месту переработки (тип и количество технических средств), указываются режимы и условия работы с целью получения исходного сырья постоянного качества и состава.

В систему удаления навоза входят промежуточные площадки или емкости, которые должны быть оборудованы в соответствии с РД-АПК 1.10.15.02-17. Емкости для накопления жидкого навоза должны соответствовать требованиям ГОСТ 26074-84 «Навоз жидкий. Ветеринарно-санитарные требования к обработке, хранению, транспортированию и использованию».

Удаление навоза и его транспортирование за пределы животноводческих помещений должно производиться механическими (скребковыми, штанговыми и шнековыми транспортерами, скреперными установками возвратно-поступательного действия, а также бульдозерами разных типов) и гидравлическими (самотечными системами непрерывного и периодического действия) способами.

В Технологическом регламенте важно отразить периодичность и время выгрузки навоза из помещений, где содержатся животные, для того, чтобы было легче осуществлять производственный контроль и согласовать процесс удаления навоза с последующей операцией в технологической цепочке переработки его в органическое удобрение.

5) Описание технологического процесса переработки навоза/помета

Основной задачей данного раздела является описание технологического процесса переработки навоза (помета) в органическое удобрение, а также указание условий выполнения технологических операций.

6) Нормы технологического процесса

Данный раздел содержит все необходимые технологические расчеты для определения количественных характеристик исходного сырья и готовых органических удобрений. При расчете общего выхода навоза в его массу включены потери воды, связанные с технологическими нуждами (утечки при поении, мойка оборудования и др.).

7) Внесение органических удобрений на поля

В данном разделе Технологического регламента указываются нормы и сроки внесения органических удобрений с учетом количества содержащихся в них питательных веществ и в зависимости от природно-климатических и почвенных условий, принятых в хозяйстве севооборотов, структуры посевов и требуемого уровня урожайности сельскохозяйственных культур.

При определении доз внесения органических удобрений учтены ограничения по внесению питательных веществ, принятые в международных рекомендациях Хельсинкской комиссии (HELCOM), в частности, общее количество внесенного азота не должно превышать 170 кг/га в год. Компосты преимущественно вносятся при предпосевной обработке почвы и зяблевой вспашке. Жидкую фракцию рекомендуется вносить с апреля по конец сентября. Сроки и способы орошения жидкими органическими удобрениями устанавливаются в соответствии с

НТП-АПК 1.30.03.01-06 «Нормы технологического проектирования оросительных систем с использованием животноводческих стоков», а также с учетом «Ветеринарно-санитарных правил по использованию животноводческих стоков для орошения и удобрения пастбищ» [20].

При определении доз внесения важно учитывать вынос питательных веществ с урожаем сельскохозяйственных культур. Содержание питательных веществ в готовых органических удобрениях определяется в рамках производственного контроля путем сдачи средней пробы на агрохимический анализ [16].

Важно отметить, что внесению подлежат органические удобрения, характеристики которых соответствуют ГОСТ Р 53117-2008.

Важным моментом для выполнения Технологического регламента, в частности обеспечения своевременного вывоза и внесения органических удобрений, является наличие необходимого состава технических средств, поэтому в данном разделе разрабатывается технологическая карта процесса переработки навоза и использования органических удобрений [15].

8) Производственный экологический контроль технологического процесса

Утверждение Технологического регламента предусматривает внедрение производственного экологического контроля выполнения технологического процесса, поэтому в данном разделе представляется план организации и проведения мониторинга за соблюдением Технологического регламента по использованию навоза в качестве органического удобрения. Персонал, ответственный за выполнение Технологического регламента, ведет соответствующие журналы контроля и учета.

9) Обеспечение безопасности при производстве органических удобрений

В данном разделе указываются общие требования по обеспечению безопасности при производстве и внесении органических удобрений.

1. Органические удобрения, соответствующие ГОСТ Р 53117-2008, не являются токсичными продуктами. По степени воздействия на организм человека они относятся к веществам 4-го класса опасности по ГОСТ 12.1.007-76 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с Изменениями N 1, 2) [21].

2. Площадки для хранения навоза и компостов должны быть оборудованы с боковых сторон бортиками и канавками для стока избыточной влаги. Для сбора и отвода жидкости, атмосферных осадков на площадке предусмотрены жижесборники. Сама площадка имеет уклон 0,002-0,003 в сторону жижесборников.

3. Персонал, занятый в технологическом процессе производства органических удобрений, должен соблюдать требования соответствующих государственных стандартов: ГОСТ 12.2.002-91

ГОСТ 12.2.002-91 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Техника сельскохозяйственная. Методы оценки безопасности» [22]; и ГОСТ 12.3.020-80 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности» (с Изменением N 1) [23].

4. При попадании органических удобрений на кожные покровы следует промыть загрязненное место водой с мылом. При попадании органических удобрений в глаза – немедленно промыть большим количеством воды, при необходимости обратиться к врачу.

5. Во избежание несчастных случаев и аварий при работе на машинно-транспортных агрегатах необходимо соблюдать технику безопасности и должностные инструкции.

10) Требования по охране окружающей среды

Перечисляются необходимые меры и требования по обеспечению экологической безопасности при функционировании технологии:

1. Общие правила охраны окружающей среды при использовании компостов и органических удобрений должны соответствовать требованиям ГОСТ 26074-84 «Навоз жидкий. Ветеринарно-санитарные требования к обработке, хранению, транспортированию и использованию» и рядом санитарных правил и норм:

СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы» (с изменениями на 25 апреля 2007 года)

СанПиН 1.2.1330-03 «Гигиенические требования к производству пестицидов и агрохимикатов»

СанПиН 2.1.6.1032-01 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест»

СанПиН 1.2.2584-10 «Гигиенические требования к безопасности процессов испытаний, хранения, перевозки, реализации, применения, обезвреживания и утилизации пестицидов и агрохимикатов» (с изменениями на 10 июня 2016 года) [24-27].

2. Хранение полужидкого и жидкого навоза необходимо осуществлять в хранилищах с надежной гидроизоляцией, не допускающей инфильтрацию веществ, загрязняющих грунтовые воды, почву и растительную продукцию.

3. Хранение твердого навоза и компоста допускается на специальных площадках, оборудованных с боковых сторон бортиками и канавками для стока избыточной влаги. Избыточную влагу, навозную жижу засыпают сорбирующими материалами (опилками), которые после полного насыщения возвращают на площадку для производства удобрения.

4. Применение удобрений не должно приводить к сверхнормативному накоплению в почве различных элементов и их соединений [28, 29].

Технологический регламент переработки и использования навоза (помета) разрабатывается индивидуально для каждого хозяйства с учетом объемов и параметров исходного сырья, наличия и структуры сельскохозяйственных угодий, действующего севооборота, наличия и типа сельскохозяйственной техники.

Ввод в действие Технологического регламента предусматривает назначение приказом руководителя хозяйства ответственных лиц за его соблюдение и за организацию постоянного контроля обеспечения экологической безопасности. Так как руководитель хозяйства лично утверждает Технологический регламент, то он несет ответственность перед органами государственного экологического надзора за его выполнение. Имея строго регламентированную схему процесса утилизации навоза (помета), руководителю предприятия, а также ответственным за выполнение регламента лицам, проще осуществлять контроль над технологическим процессом. Как показывает практика, внедрение Технологического регламента предприятия ведет к сокращению потерь азота и фосфора до 30% и более за счет правильной организации работы.

Введение Технологического регламента позволяет предприятию перейти на безотходную технологию хозяйствования, т.к. на выходе получаются не отходы, а высококачественное органическое удобрение.

Сельскохозяйственное предприятие, как природопользователь, освобождается от платы за негативное воздействие на окружающую среду, повышает экологическую безопасность своего предприятия и получает дополнительную прибыль в виде прибавки урожая за счет повышения плодородия почв при применении органического удобрения в собственном производстве и за счет сокращения объемов закупки минеральных удобрений.

3.2.4 Рекомендации по освоению системы регионального мониторинга и координации деятельности по работе с органическими и минеральными удобрениями

Ключевой задачей рекомендаций является предложение порядка принятия решения для органов исполнительной власти, ответственных за развитие сельского хозяйства, при размещении новых и модернизации существующих животноводческих/птицеводческих комплексов с точки зрения их воздействия на окружающую среду (технологии переработки и логистика использования навоза/помета). Предложенный методический подход позволит организовать координацию по обеспечению экологической безопасности сельхозпроизводства на уровне субъекта РФ.

Структурная схема принятия решения по экологически безопасному размещению и функционированию животноводческих/птицеводческих предприятий показана на рисунке 21.

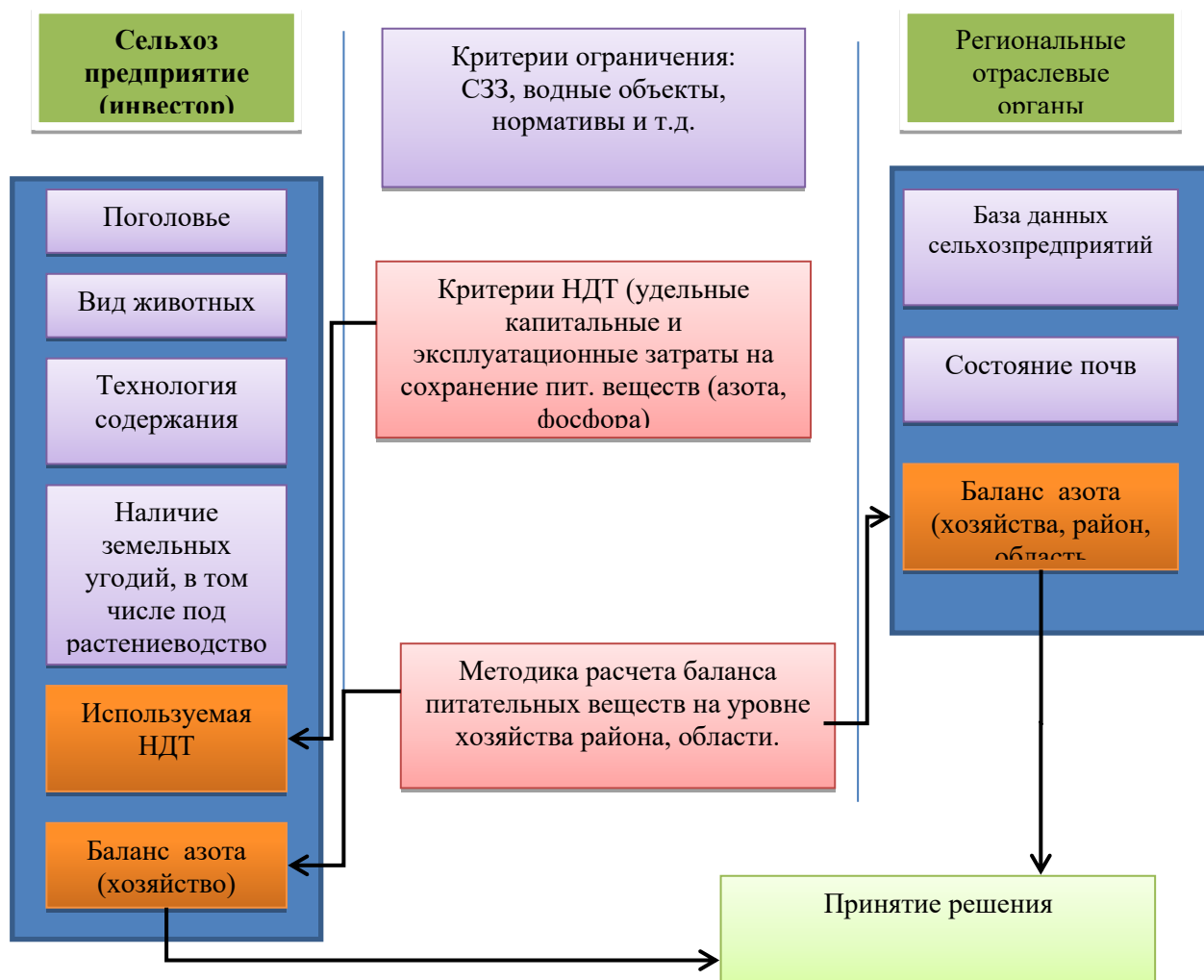


Рисунок 21 - Структурная схема принятия решений по экологически безопасному размещению и функционированию животноводческих и птицеводческих предприятий

Работа по данной схеме предусматривает взаимодействие между двумя заинтересованными сторонами: сельхозпредприятие (инвестор) и орган исполнительной власти, ответственный за функционирование АПК.

Порядок действий:

1. Уточнение вида деятельности и производственной мощности предприятия (источник исходных данных – сельхозпредприятие)
2. Выбор/анализ площадки для строительства/функционирования (источник исходных данных – сельхозпредприятие, орган исполнительной власти)
3. Уточнение объемно-планировочных и технико-технологических решений (источник исходных данных – сельхозпредприятие)

4. Проверка соответствия критериям ограничения: санитарно-защитная зона, водные объекты, нормативы и т.д. (источник исходных данных – сельхозпредприятие, орган исполнительной власти)

5. Сопоставление баланса питательных веществ (N, P) планируемого/действующего предприятия и баланса N, P района, в котором планируется размещение/функционирование сельхозпредприятия (источник исходных данных – сельхозпредприятие, орган исполнительной власти)

6. Принятие решения о размещении или расширении производства. В случае избытка N и/или P в планируемом/существующем сельхозпредприятии и невозможности их экономически обоснованного использования на уровне района/районов необходимо вернуться к пересмотру результатов действий 1, 2, 3.

3.2.4.1 Порядок мониторинга и управления органическими и минеральными удобрениями

Для осуществления мониторинга образования, переработки и использования навоза/помета в качестве органических удобрений должна быть создана база данных сельхозпредприятий по следующим показателям: количество образующихся навоза/помета, содержание в них N и P, площади сельхозугодий, пригодных для внесения органических удобрений, количество используемых органических удобрений. Для полноценного мониторинга и управления в органах исполнительной власти, ответственных за АПК, должна быть информация по этим показателям. На уровне района можно определить потенциальных поставщиков и потребителей органических удобрений.

Такая база данных создана при обследовании сельскохозяйственных предприятий (животноводческих, птицеводческих и растениеводческих). Вся информация имеется в Комитете по агропромышленному и рыбохозяйственному комплексу Ленинградской области. Наша задача – создать алгоритм эффективной работы с этими данными.

На основании созданной базы данных сельхозпредприятий Ленинградской области, содержащей информацию о поставщиках и потребителях органических удобрений, будет разработан интерактивный инструмент управления органическими удобрениями. Основной целью разрабатываемой модели транспортировки и распределения органических удобрений является получение оптимальной логистической схемы распределения органических удобрений на заданной территории с учетом содержания азота в органических удобрениях и его потребности для отдельных сельхозпредприятий.

Результаты многолетних исследований, проводимых в институте в рамках выполнения государственных заданий и международных проектов, показали, что логистическая модель должна учитывать следующие факторы

- вид и влажность полученного органического удобрения (твердое, жидкое);
- содержание питательных элементов (NPK) в полученном органическом удобрении;
- потребности земельных угодий сельскохозяйственного назначения в твердых и жидких органических удобрениях с учетом применяемого севооборота и возделываемых культур;
- агрохимические характеристики земельных угодий сельскохозяйственного назначения;
- запланированные урожаи с земельных угодий сельскохозяйственного назначения,

которые намечается использовать под внесение органических удобрений.

Учитывая эти факторы, подготовка научно-обоснованных предложений по логистике использования органического удобрения в разрезе районов и создание автоматизированной системы позволит повысить экологическую безопасность животноводческих/птицеводческих комплексов за счет

- решения логистической задачи по снижению биогенной нагрузки на окружающую среду в районах Ленинградской области, в которых земельных угодий сельскохозяйственного назначения недостаточно для внесения всего производимого органического удобрения;

- оптимизации выбора технических средств и оборудования для транспортировки и внесения органического удобрения;

- расчета необходимого количества технических средств и коэффициента их загрузки в зависимости от применяемых технологических решений.

Учитывая, что многие животноводческие и птицеводческие комплексы имеют собственные земельные угодья для внесения получаемого органического удобрения, в решаемой задаче будет сделан перерасчет массы общего азота в получаемом органическом удобрении с учетом имеющихся площадей земельных угодий

Для решения задачи будет использована экономико-математическая модель транспортной задачи. Для нее характерны две группы основных ограничений: наличие производственных ресурсов или объем мощностей и использование этих ресурсов или удовлетворение потребностей в них. Искомые величины – объемы ресурсов по каждому объекту, идущие на удовлетворение потребностей каждого потребителя

Структурную экономико-математическую модель транспортной задачи можно записать следующим образом:

$$z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij} \rightarrow \max (\min); \quad (6)$$

При условиях:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = A_i \quad (i = 1, 2, \dots, m); \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = B_j \quad (j = 1, 2, \dots, n); \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^m A_i = \sum_{j=1}^n B_j ; \quad (9)$$

$$X_{ij} \leq D_{ij} \text{ (or with } \geq, =) \quad (10)$$

$$X_{ij} \geq 0, \quad (11)$$

Где

- m - количество поставщиков органического удобрения,
- n - количество потребителей органического удобрения,
- A_i - масса производимого органического удобрения в i -м комплексе - поставщике,
- B_j - масса потребляемого органического удобрения на j -м комплексе - потребителе,
- C_{ij} - расстояние, скорректированное поправочным коэффициентом, учитывающим содержание питательных элементов в органическом удобрении, от i -го комплекса - поставщика к j -му комплексу- потребителю,
- X_{ij} - масса перевозимого органического удобрения от каждого поставщика каждому потребителю,
- D_{ij} – объемы дополнительных ограничений.

Для решения задачи транспортировки и использования органического удобрения с учетом содержания питательных веществ в удобрении будут использованы результаты лабораторного анализа образцов с более чем 70-ти сельхозпредприятий Ленинградской области, полученные в лаборатории ИАЭП в рамках исследований в 2014-2019 годах [30], в частности, содержание общего азота в готовом органическом удобрении, произведенном на основе:

- куриного помета – 7 кг/м³;
- навоза крупного рогатого скота (КРС) – 4,8 кг/м³;
- свиного навоза – 2,4 кг/м³.

При построении экономико-математической модели обращается внимание на размерность всех включаемых в нее величин. Все ограничения по строкам и столбцам должны быть в едином измерении. Такие же единицы измерения должны иметь переменные, а коэффициенты целевой функции должны соизмеряться с ее переменными.

Решение транспортной задачи применительно к Ленинградской области может быть выполнено по программе на языке программирования Фортран и визуализировано как на

рисунке 22. Цифры на рисунке показывают массу азота в перевозимых органических удобрениях.

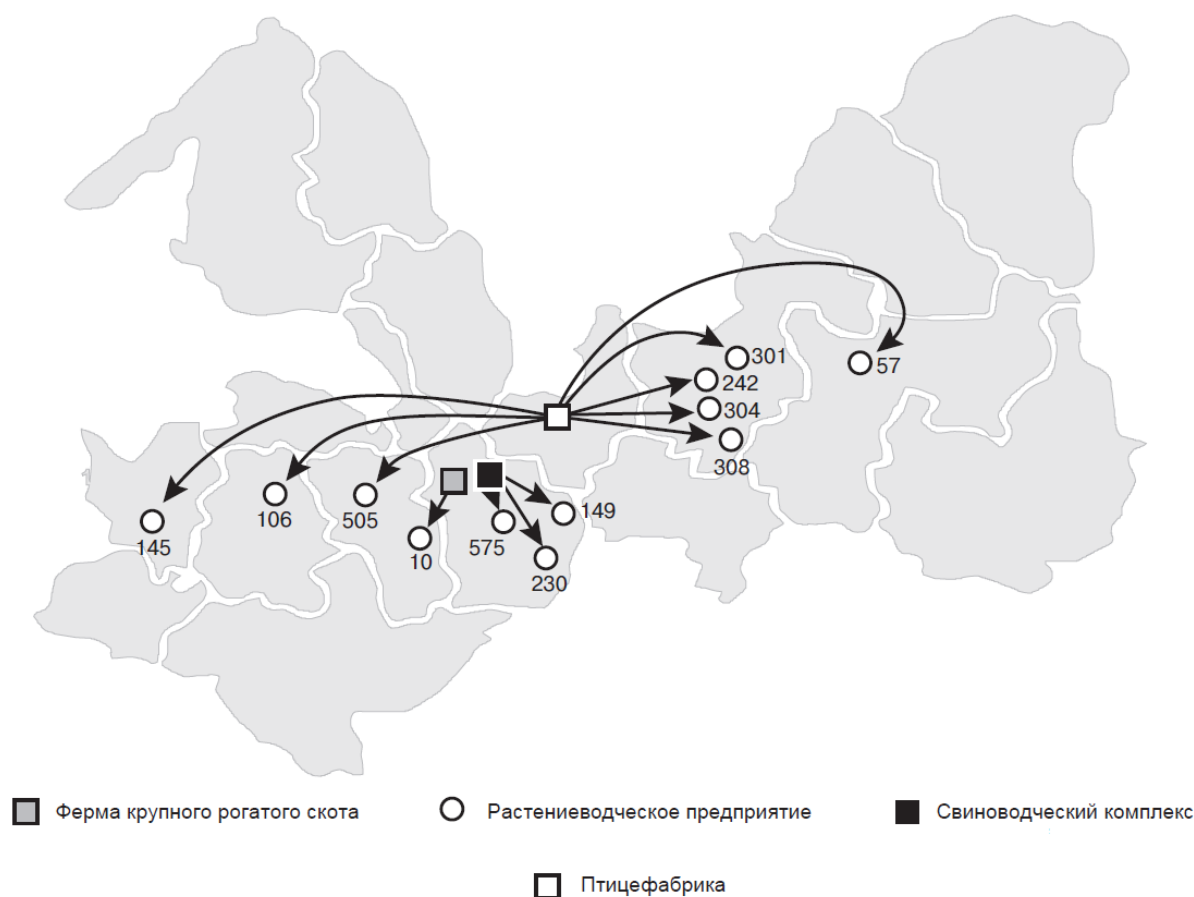


Рисунок 22 – Визуализация решения транспортной задачи на примере сельскохозяйственных предприятий Ленинградской области

В результате, пользователь данного инструмента, получит рекомендации по распределению органического удобрения: логистика транспортировки, масса перевозимого органического удобрения, технология транспортировки и внесения органического удобрения.

Есть частные примеры сотрудничества животноводческих и растениеводческих предприятий. Наша задача в рамках проекта сделать взаимодействие животноводческих и растениеводческих предприятий системным и регулируемым при содействии Комитета по агропромышленному и рыбохозяйственному комплексу Ленинградской области и при финансовой поддержке. Необходимо наладить координированную системную работу.

3.2.4.2 Эколого-экономические критерии обоснования переработки и использования навоза/помета в качестве органических удобрений

Основой эколого-экономического обоснования переработки и использования навоза/помета в качестве органических удобрений являются такие показатели как удельные капитальные затраты, удельные эксплуатационные затраты, эколого-экономический эффект от

использования органических удобрений и рентабельный радиус транспортировки органических удобрений.

Рентабельный радиус перевозок соответствует условию, когда получаемая дополнительная прибыль (эколого-экономический эффект от использования органических удобрений) превышает затраты на переработку навоза и транспортировку удобрения.

Чистая прибыль, полученная от использования органических удобрений, определяется как стоимость прибавки урожая за вычетом затрат на его уборку.

Экономическая эффективность использования органических удобрений ограничивается рентабельным радиусом транспортировки органических удобрений к месту внесения. Транспортировка на расстояния, превышающие рентабельный радиус, ведет к увеличению эксплуатационных затрат, к отрицательному экономическому эффекту от использования органических удобрений и, в конечном итоге, к увеличению себестоимости конечной продукции. Анализ сельхозпредприятий показывает, что фактический радиус транспортировки органических удобрений в большинстве случаев превышает значения рентабельного радиуса по всем категориям хозяйств (КРС, свиноводство, птицефабрики), соответственно переработка навоза/помета и использование органических удобрений являются убыточными.

Основной экологический и экономический эффект от использования органических удобрений на основе навоза и помета заключается в повышении качественных показателей почв сельхозугодий и урожайности в растениеводстве, поэтому необходимо рассмотреть возможность направления субсидий на оказание несвязанной поддержки, направленной на возмещение части затрат на проведение комплекса агротехнологических работ, повышение уровня экологической безопасности сельскохозяйственного производства, повышение плодородия и качества почв.

Животноводческие/птицеводческие предприятия, не имеющие достаточно земель для внесения органических удобрений, могут продавать органические удобрения, соответствующие ГОСТ Р 53117-2008 «Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия», предприятиям растениеводства, тем самым компенсируя часть затрат на переработку навоза/помета. Целесообразно установить минимальную цену на приобретение 1 тонны органических удобрений

Ранее отмечалось, что используемые удобрения, должны соответствовать ГОСТ Р 53117-2008. Соответствие удобрений ГОСТу достигается за счет соблюдения технологии переработки и ведения производственного экологического контроля (ПЭК). Для организации ПЭК и строгого соблюдения технологии утилизации навоза/помета необходимо внедрить на всех крупных сельхозпредприятиях Технологический регламент.

3.2.4.3. Применение геоинформационных систем

Одним из элементов визуализации разработанных систем могут быть геоинформационные системы. На их основе может быть создана база данных, содержащая отдельные слои со сведениями о сельскохозяйственном предприятии, почвенном покрове и рельефе прилегающей территории, водных объектах и дорожной сети. Наполнение базы данных будет осуществляться, главным образом, в ручном режиме. Недостающие сведения планируется получить при взаимодействии с предприятием, а также из открытых источников.

Информация о предприятии должна включать в себя следующие слои:

- расположение ферм;
- расположение хранилищ/мест переработки навоза;
- данные о сельскохозяйственных угодьях (расположение, фактическое использование, возделываемые культуры, их запланированная урожайность и урожайность в прошлом, результаты агрохимических обследований);
- применение минеральных и органических удобрений по каждому полю (агрохимическому контуру).

Слой с информацией о почвенном покрове должен включать в себя расположение почвенных разностей на территории (с обязательным указанием гранулометрического состава, мощности пахотного (гумусового) горизонта, почвообразующей и подстилающей породы).

ВЫВОДЫ

В рамках Рабочего пакета 1 было рассмотрено состояние сельскохозяйственных предприятий Ленинградской области с точки зрения их воздействия на окружающую среду и подготовлены предложения по повышению экологической безопасности сельскохозяйственного производства.

Для достижения цели Рабочего пакета – определения основных экологических проблем сельскохозяйственного производства Ленинградской области и разработки стратегии их решения, на первом этапе работы был выполнен научно-экспертный анализ экологического состояния животноводческих предприятий Ленинградской области. Для этого были разработаны и разосланы анкеты для сбора исходных данных, организованы выезды для натурного обследования отдельных предприятий, изучены спутниковые снимки сельскохозяйственных территорий Ленинградской области. Таким образом, была собрана экологическая информация, анализ которой позволил определить возможные риски негативного воздействия на окружающую среду со стороны сельскохозяйственных предприятий Ленинградской области. Наиболее существенными из них являются:

- экологические риски при интенсификации производства и повышенной биогенной нагрузке на окружающую среду. Превышение плотности поголовья животных диапазона значений 1,5 – 1,7 у.г. на 1 га и образование в районе больше органического удобрения, чем могут принять земельные угодья сельскохозяйственного назначения, приводит к риску накопления органического удобрения и значительного увеличения дозы внесения, что, в свою очередь, вызывает перенасыщение почвы питательными элементами. Складирование невносимого органического удобрения может привести к загрязнению окружающего воздуха и повышению диффузной нагрузки на водные объекты за счет вымывания питательных элементов с ливневыми стоками;

- экологические риски при диффузной нагрузке. Увеличение диффузной нагрузки может привести к риску вымывания и миграции питательных веществ с полей, находящихся в водосборе водных объектов;

- отсутствие достаточной вместимости навозохранилищ для накопления всего производимого навоза/помета и отсутствие налаженной логистики распределения органического удобрения от животноводческих/птицеводческих комплексов по земельным угодьям сельскохозяйственного назначения других хозяйств повышает риск вывоза органических удобрений на поля в зимний период.

Снижение рисков негативного воздействия на окружающую среду от сельскохозяйственных предприятий может быть достигнуто за счет выполнения следующих взаимосвязанных мероприятий:

1) Разработка и контроль выполнения рекомендаций по освоению системы производственного экологического контроля на уровне предприятий. Данная система подразумевает принятие и соблюдение локальных нормативных актов, таких как Технологический регламент. Технологический регламент - это основной инструмент внутрихозяйственной организации системы обращения с навозом/пометом, который должен учитываться при переходе к системе наилучших доступных технологий (НДТ).

2) Разработка рекомендаций по освоению системы регионального мониторинга и координации деятельности по работе с органическими и минеральными удобрениями. Данные рекомендации могут быть использованы органами власти для оценки экологической ситуации, налаживания взаимосвязей между сельскохозяйственными предприятиями в отношении эффективного использования органических удобрений при прогнозировании развития и функционирования сельскохозяйственного производства.

3) Создание демонстрационной площадки на пилотном предприятии с современными и соответствующими НДТ технологическими решениями обращения с органическими отходами. Демонстрационная площадка позволит создать действующий объект, на котором может

осуществляться обучение сотрудников всех сельскохозяйственных предприятий с целью повышения экологической грамотности и дальнейшего внедрения современных технологических решений.

Список литературы

1. Оценка эффективности деятельности агропромышленного комплекса Ленинградской области. [Электронный ресурс]: [old.agroprom.lenobl.ru/Files/file/6_17_04_2017_leningradskaya_oblast_doklad_chekmareva_p_a_\(pravlennui\)_1.pdf](http://old.agroprom.lenobl.ru/Files/file/6_17_04_2017_leningradskaya_oblast_doklad_chekmareva_p_a_(pravlennui)_1.pdf) (Дата обращения 02.09.2019)
2. Конвенция об охране морской среды региона Балтийского моря, 1992 (Хельсинская конвенция). [Электронный ресурс]: www.helcom.fi/documents/about%20us/convention%20and%20commitments/helsinki%20convention/1992_convention_1108.pdf (Дата обращения 02.09.2019)
3. Меры, направленные на сокращение выбросов и сбросов в сельском хозяйстве. Рекомендации Хелком 24/3. Приняты 25 июня 2003 принимая во внимание статью 20, параграф 1 b) Хельсинской конвенции. [Электронный ресурс]: www.helcom.fi/Recommendations/Rec%2024-3.pdf (Дата обращения 05.09.2019)
4. Stocking Rates of Land Capability for Agriculture Classes [Электронный ресурс]: <https://www.hutton.ac.uk/sites/default/files/files/ladss/Stocking-Rates-LCA.pdf> (Дата обращения 03.09.2019)
5. Mikołaj Piniewski, Ignacy Kardel, Marek Giełczewski, Paweł Marcinkowski, Tomasz Okruszko. Climate Change and Agricultural Development: Adapting Polish Agriculture to Reduce Future Nutrient Loads in a Coastal Watershed // AMBIO, 2014, Volume 43, Number 5, Page 644 [Электронный ресурс]: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13280-013-0461-z> (Дата обращения 16.08.2019)
6. Briukhanov A., Alexeev L., Oblomkova N., Subbotin I. Results of field studies on nitrogen and phosphorus input from agricultural production to selected water bodies in western Dvina. Proceedings of 17th International Scientific Conference “Engineering for Rural Development”. 2018. pp. 285-291.
7. Максимов Д.А., Брюханов А.Ю. Стратегия снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду при интенсификации сельскохозяйственного производства // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2013. № 84. С. 206-211
8. Уваров Р.А. Обзор технологий биоконверсии навоза КРС, наиболее адаптированных к условиям северо-запада России // Инновации в сельском хозяйстве. 2015. № 2 (12). С. 273-276.
9. Приказ Министерства промышленности и торговли Российской федерации от 23.08.2019 № 3134 [Электронный ресурс]: <https://in.minenergo.gov.ru/regulirovanie/zakony-i-dokumenty/prikaz-minpromtorga-rossii-ot-23-08-2019-3134> (Дата обращения 24.08.2019)
10. Еськов А.И., Новиков М.Н. и др. Справочная книга по производству и применению органических удобрений ВНИПТИОУ, Владимир, 2001. 495с.

11. Архипченко И.А., Рулкенс В. Микробные удобрения для земледелия и улучшения окружающей среды // Экология и промышленность России. 2006. № 3. С. 4-7.
12. Орлова О.В., Афанасьев В.Н., Архипченко И.А. Технология производства эффективных биоудобрений из птичьего помета с помощью микробных инокулюмов // Экология и промышленность России. 2009. № 11. С. 6-13.
13. Ресурсы органических удобрений в сельском хозяйстве России / Еськов А.И., Лукин С.М., Анисимова Т.Ю., Брайцева В.И., Еськова Л.И., Игнатова С.А., Касатиков В.А., Маругина Н.И., Новиков М.Н., Рябков В.В., Тарасов С.И., Тужилин В.М., Тысленко А.М., Русакова И.В., Шилов Г.Е., Шилова Н.А., Никитин В.А., Мерзлая Г.Е., Кузнецов А.В., Лысенко В.П. и др. Информационно-аналитический справочник. Владимир.: Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский, конструкторский и проектно-технологический институт органических удобрений и торфа Российской академии сельскохозяйственных наук, 2006. 213с.
14. Петрова В.И., Коновалов С.Н., Архипченко И.А. Эффективность биоорганического удобрения омуг в саду яблони // Плодоводство и ягодоводство России. 2014. Т. XXXVIII. № 2. С. 34-40.
15. Брюханов А.Ю., Максимов Д.А., Хухта Х., Васильев Э.В., Минин В.Б., Субботин И.А. Рекомендации по организации и проведению производственного экологического контроля систем переработки и использования навоза (помета) Порядок разработки Технологического регламента / Государственное научное учреждение Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук. Санкт-Петербург, 2012. 56 с.
16. РД-АПК 1.10.15.02-17 «Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помёта» [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/495876346> (Дата обращения: 20.02.2019)
17. ГОСТ Р 53117-2008. Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-53117-2008> (Дата обращения 14.02.2019)
18. Приказ Минприроды России от 01.09.2011 N 721 "Об утверждении Порядка учета в области обращения с отходами" (с изменениями на 25 июня 2014 года) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_120572 / (Дата обращения 14.02.2019).
19. ГОСТ 26074-84 Навоз жидкий. Ветеринарно-санитарные требования к обработке, хранению, транспортированию и использованию [Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/gost-26074-84> (Дата обращения 24.08.2019)

20. НТП-АПК 1.30.03.01-06 Система нормативных документов в агропромышленном комплексе Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. Нормы технологического проектирования оросительных систем с использованием животноводческих стоков [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200065582> (Дата обращения 14.02.2019)
21. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с Изменениями N 1, 2) [Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/5200233> (Дата обращения 24.08.2019)
22. ГОСТ 12.2.002-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Техника сельскохозяйственная. Методы оценки безопасности [Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/1200018537> (Дата обращения 24.08.2019)
23. ГОСТ 12.3.020-80 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности (с Изменением N 1) [Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/1200000300> (Дата обращения 24.08.2019)
24. СанПиН 2.1.7.1287-03 "Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы" (с изменениями на 25 апреля 2007 года) [Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/901859456> (Дата обращения 24.08.2019)
25. СанПиН 1.2.1330-03 "Гигиенические требования к производству пестицидов и агрохимикатов" [Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/901865555> (Дата обращения 24.08.2019)
26. СанПиН 2.1.6.1032-01 "Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест" [Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/901787814> (Дата обращения 24.08.2019)
27. СанПиН 1.2.2584-10 "Гигиенические требования к безопасности процессов испытаний, хранения, перевозки, реализации, применения, обезвреживания и утилизации пестицидов и агрохимикатов" (с изменениями на 10 июня 2016 года) [Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/902204851> (Дата обращения 24.08.2019)
28. ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве [Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/901966754> (Дата обращения 24.08.2019)
29. ГН 2.1.7.2511-09 Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве [Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/902163355> (Дата обращения 24.08.2019)
30. A Y Briukhanov, E V Vasilev, E V Shalavina and O N Kucheruk Engineering solutions of environmental problems in organic waste handling // Journal of Physics: Conference Series 87 (2017)

042001 IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. [Электронный ресурс]: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/87/4/042001/pdf>.

31. Суханов П.А. Научные основы оценки и управления агоресурсным потенциалом региона (на примере Ленинградской области). Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Санкт-Петербург, 2013. [Электронный ресурс]: www.agrophys.ru/Media/Default/Page/Dissertation%20board/Avtoreferat_SukhanovPA.pdf

32. Стройсистемы [Электронный ресурс]: <https://pvh-membrannaya-krovlya.ru/laguny-i-navozohranilishha/>

33. Сокращение выбросов аммиака: меры и действия. Рекомендации Целевой группы по химически активному азоту ЕЭК ООН [Электронный ресурс]: www.clrtap-tfrn.org/sites/clrtap-tfrn.org/files/documents/AGD%20-%20russian.pdf