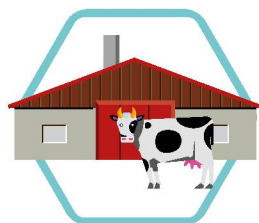


Племенной завод «Первомайский» берет свое начало в 1940-х годах. В это время на земли Пюхьярвского сельского совета — ныне Плодовского сельского поселения — приехали переселенцы из Орловской, Калининской, Киевской областей. Были организованы сельхозартели, а в послевоенные годы — колхоз имени Кирова и совхоз «Первомайский». Со временем перечисленные сельхозпредприятия объединялись, укрупнялись, и в итоге на территории Отрадненского сельского поселения был организован один крупный совхоз по выращиванию овощей и производству яиц, молока и мяса — совхоз «Первомайский».

На сегодняшний день АО «Племенной завод «Первомайский» является одним из крупнейших для СЗФО предприятий по выращиванию крупного рогатого скота с общим поголовьем 1960 голов, из которых 1000 фуражных коров с надоем молока свыше 8300 т в год на одну фуражную корову. Ежегодно на территории предприятия образуется 51 600 т навоза, средняя влажность которого составляет 92%. Наиболее перспективными технологиями переработки навоза КРС являются: 1) длительное выдерживание и внесение жидкого органического удобрения; 2) разделение навоза на фракции с последующей переработкой твердой фракции методом компостирования и длительным

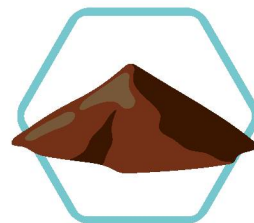
## 2019

### АО ПЗ «Первомайский»



2000 голов КРС

150 т навоза  
в сутки



Компостирование

Органические  
удобрения

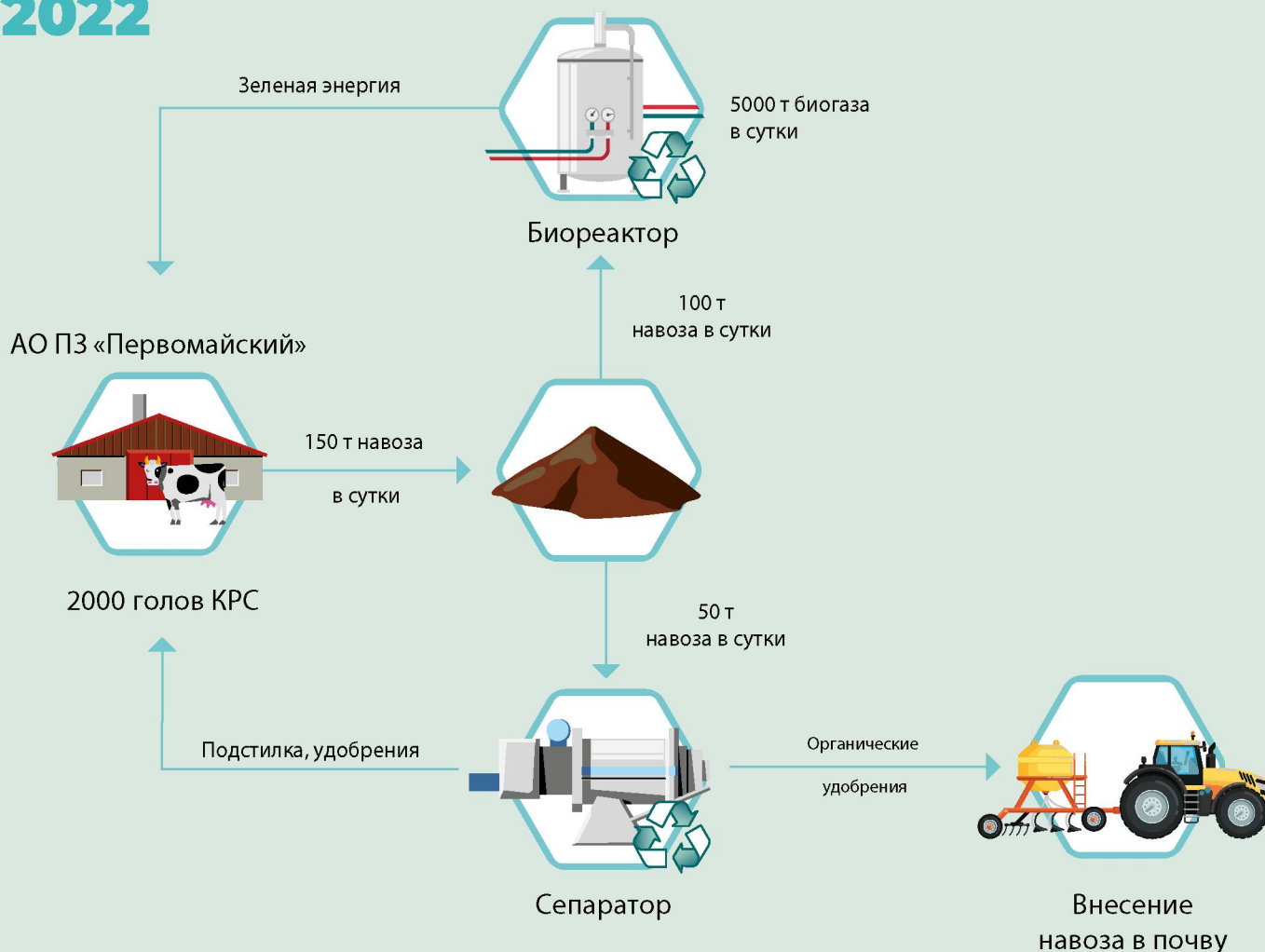


Внесение  
навоза в почву

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. Был принят третий вариант для адаптации и внедрения в пилотном хозяйстве. В результате внедрения

технологического процесса подготовки исходного сырья на предприятии после разделения жидкая фракция составляет 37 500 т/год, твердая — 14 100 т/год. Дополнительно на территории АО ПЗ «Первомайский» установлена биогазовая установка мощностью 140 кВт. Таким образом, при внедрении технологического процесса подготовки исходного сырья на предприятии получают органические удобрения и подстилку для содержания КРС, а также электроэнергию, которые используются для собственной деятельности хозяйствующего субъекта, связанной с реализацией сельскохозяйственной продукции.

## 2022



УДК 631.95

# ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАВОЗА И ПОМЕТА НА ТЕРРИТОРИИ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ



**М. Е. Астраханов**

научный сотрудник отдела легкой, строительной и сельскохозяйственной промышленности ФГАУ «НИИ «ЦЭПП»

**Е. В. Силитрина**

инженер отдела легкой, строительной и сельскохозяйственной промышленности ФГАУ «НИИ «ЦЭПП»

**О. В. Гревцов**

начальник отдела легкой, строительной и сельскохозяйственной промышленности ФГАУ «НИИ «ЦЭПП», к. м. н.

**По материалам статей**

1. Bryukhanov A.Yu., Vasilev E. V., Kozlova N. P., Shalavina E. V., Subbotin I. A., Lukin S. M. Environmental assessment of livestock farms in the context of bat system introduction in Russia // *Journal of Environmental Management*. 2019. T. 246. С. 283–288. DOI: 10.1016/j.jenvman.2019.05.105. <https://elibrary.ru/item.asp?id=39551480>

2. Briukhanov A., Vasilev E., Kozlova N., Shalavina E. Assessment of nitrogen flows at farm and regional level when developing the manure management system for large-scale livestock enterprises in North-West Russia // *Sustainability*. 2021. Vol. 13 (12). Pp. 6614. DOI: 10.3390/su13126614

3. Bryukhanov A.Yu., Huhta H., Shalavina E. V., Vorobyeva E. A., Vasileva N. S. The ecological status of livestock and poultry in the border regions of Russia and South-East Finland // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2020. № 14 (1). С. 4–9. DOI: 10.22314/2073-7599-2020-14-1-4-9. <https://elibrary.ru/item.asp?id=42577864>

4. Briukhanov A., Dorokhov A., Shalavina E., Trifanov A., Vorobyeva E., Vasilev E. Digital methods for agro-monitoring and nutrient load management in the Russian part of the Baltic Sea

catchment area // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020. Vol. 578. 012011. DOI: 10.1088/1755-1315/578/1/012011. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44389031>

5. Попов В. Д., Ерохин М. Н., Брюханов А. Ю., Васильев Э. В., Шалавина Е. В. Перспективы создания экологических центров промышленной переработки органических отходов животноводства // *Агроинженерия*. 2020. № 3 (97). С. 4–11. DOI: 10.26897/2687-1149-2020-3-4-11. <https://elibrary.ru/item.asp?id=43115999>

6. Попов В. Д., Федоренко В. Ф., Брюханов А. Ю. Приоритеты экологического развития животноводства России и пути их реализации // *Техника и оборудование для села*. 2020. № 12. DOI: 10.33267/2072-9642-2020-12-2-5

7. Брюханов А. Ю., Шалавина Е. В., Охтилев М. Ю., Коромысличенко В. Н. Навоз: мониторинг и оптимизация // *Сельскохозяйственные вести*. 2021. № 2 (125). С. 44–45

8. Международный экологический проект EcoAgRAS «Внедрение экологически безопасной системы сельского хозяйства как основы устойчивого развития приграничных сельских районов»

**ВВЕДЕНИЕ. АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Интенсификация агропромышленного производства увеличивает экологическую нагрузку на окружающую среду. Слабое развитие соответствующей инфраструктуры, низкая активность в сфере технического перевооружения основных производств, недостаточное использование современных

технологий для переработки отходов животноводства и птицеводства, нежелание производителя внедрять инновационные ресурсные и энергоэффективные решения может негативно повлиять на экологическую ситуацию и помешать созданию конкурентоспособных производств.

Так, например, приоритетной экологической проблемой в свиноводческих комплексах является утилизация навоза на крупных сельхозпредприятиях с большим объемом выхода навоза.

Анализ работы сельскохозяйственных предприятий показал, что в 90% хозяйств наблюдается несоответствие вместимости хранилищ фактическому накоплению навоза в период невозможности

его внесения: многие хранилища переполнены, избыточные массы навоза складировываются навалом, что приводит к загрязнению территории хранилищ по периметру, стеканию жидкой фракции за пределы хранилища [1, 2].

В ряде хозяйств имеет место недостаточное количество сельскохозяйственных угодий для полного использования навоза в качестве органического удобрения.

## Текущая ситуация по развитию сельского хозяйства в Ленинградской области

Ленинградская область является одним из лидеров Российской Федерации по развитию животноводства и птицеводства.

В регионе расположены 142 сельскохозяйственных предприятия, из них:

- ▶ 94 комплекса крупного рогатого скота;
- ▶ 8 свиноводческих комплексов;
- ▶ 12 птицефабрик;

- ▶ 2 предприятия смешанного типа (крупный рогатый скот и свиноводство);
- ▶ 26 растениеводческих предприятий (рис. 1).

На 116 животноводческих и птицеводческих предприятиях Ленинградской области содержится более 29 миллионов голов животных/птицы: 159 783 головы крупного рогатого скота, 184 867 голов свиней и 28 969 786 голов птицы.

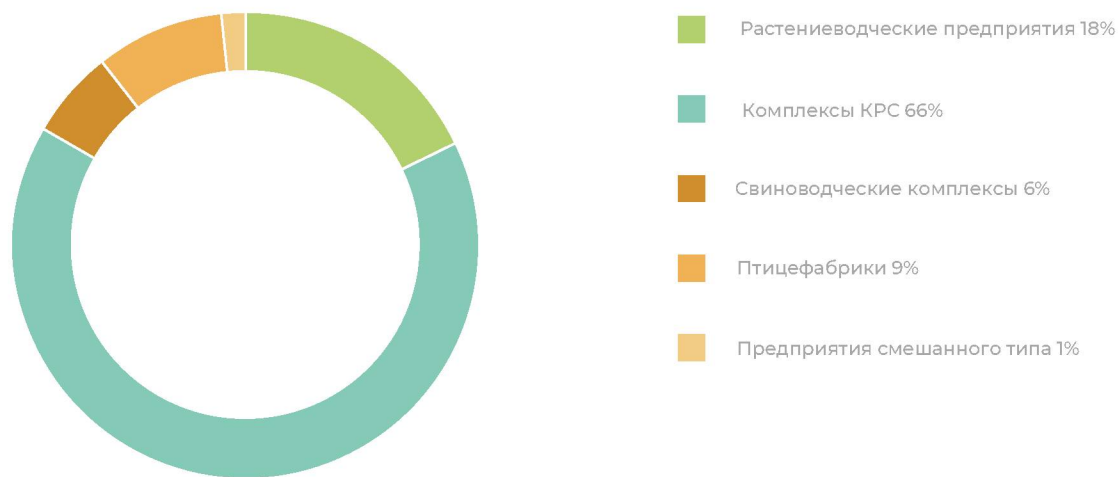


РИС. 1. Доля предприятий в регионе

## Распределение комплексов крупного рогатого скота и свиноводческих комплексов по поголовью

Животноводство крупного рогатого скота (далее — КРС) в Ленинградской области можно охарактеризовать как интенсивное — более 70% животноводческих комплексов имеют поголовье более 1000 голов единовременного содержания (рис. 2).

В регионе на долю животноводства приходится 71% валовой продукции, а 76% произведенной продукции — доля сельскохозяйственных организаций. Основной отраслью животноводства является молочное скотоводство: регион занимает первое место среди субъектов Российской Федерации по молочной продуктивности коров и девятое место по производству молока в сельхозорганизациях (617,7 тыс. т) [3].

По итогам 2020 г. производство молока в хозяйствах всех категорий составило 655,4 тыс. т, прирост — 2,8% к уровню 2019 г.

Прирост производства молока обеспечили 68 областных предприятий, из них ООО «ПЗ «Бугры», где производство молока увеличилось на 16,7%, ОАО «Труд» и АО «ПЗ «Рабитицы», АО «Сельцо», ООО «СПК Пригородный», АО «ПЗ «Агро-Балт», АО «ПЗ «Красногвардейский», АО «ПЗ «Гражданский», АО «ПЗ «Красноозерное», АО «Красносельское», ООО «ПЗ «Новолодожский» [3].

Поголовье свиней по Ленинградской области распределено неравномерно — более 65% всего поголовья области (120 577 голов) размещено в Тосненском районе на двух свинокомплексах: ООО «Идаванг Агро» и ООО «Агрохолдинг Пулковский» (рис. 3).

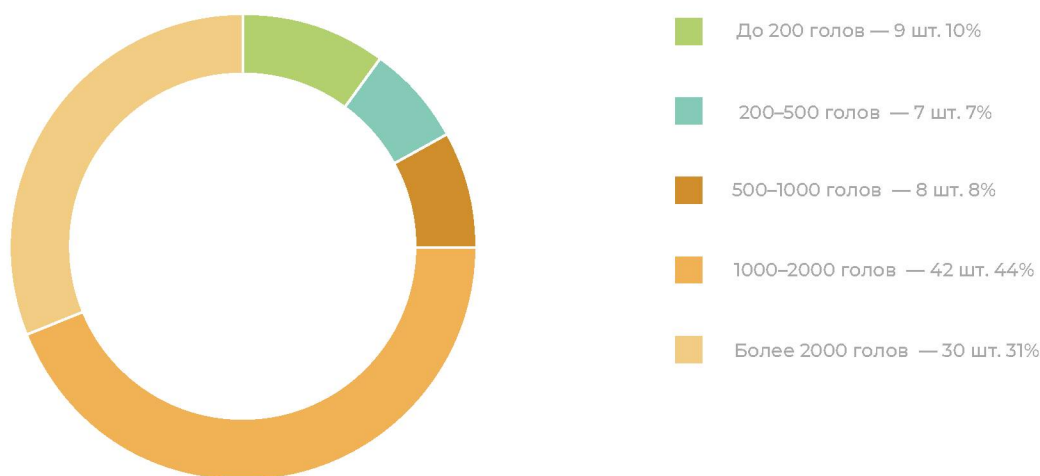


РИС. 2. Доля комплексов крупного рогатого скота



РИС. 3. Доля свиноводческих комплексов

## Распределение птицеводческих предприятий по поголовью

Ленинградская область занимает 1-е место в Российской Федерации по производству яиц (3166,7 млн шт.), 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. т) (рис. 4).

В 2020 г. в птицеводстве производство яиц увеличилось на 4,3% по всем категориям хозяйств и на 4,4% по сельскохозяйственным организациям. Общее поголовье птицы в регионе

насчитывает 30,2 млн голов. Основной прирост — у птицефабрик «Синявинская» и «Роскар».

По производству мяса птицы надо отметить птицефабрику «Северная», где строится 16 корпусов, после их ввода в эксплуатацию и запуска на полную мощность прирост производства мяса птицы составит до 25 тыс. т. Проектируется в Тосненском районе птицефабрика для родительского яйца до 44,4 млн шт. яиц в год [3].

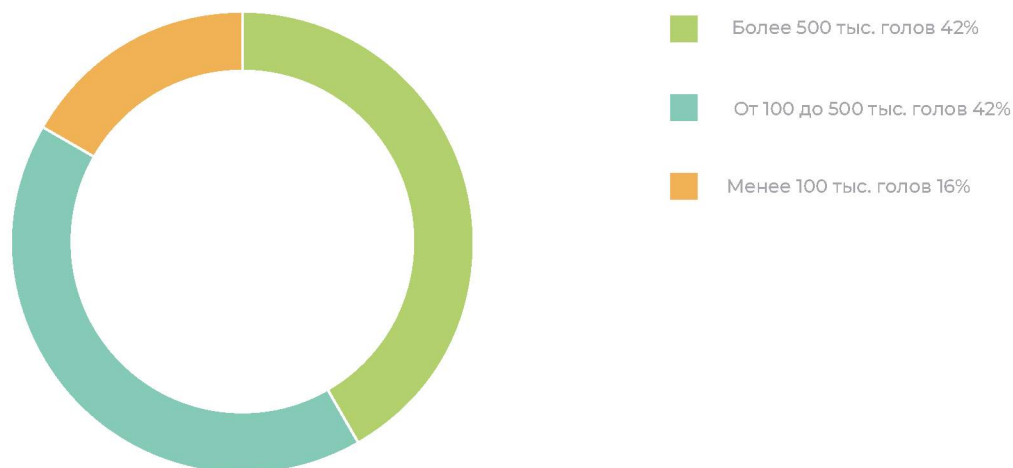


РИС. 4. Доля птицеводческих предприятий

## Растениеводство

Основные возделываемые культуры в Ленинградской области — это многолетние и однолетние травы и зернобобовые. Площадь пашни региона составляет 387,9 тыс. га — 13,1% от площади пашни в СЗФО.

Площадь сельскохозяйственных угодий в регионе составляет 616,6 тыс. га, из которых пашни — 359,7 тыс. га. В настоящее время не используется

более 70 тыс. га пашни, пригодной для вовлечения в сельскохозяйственный оборот. Начиная с 2015 г. наблюдается положительная тенденция увеличения посевных площадей.

В 2019 г. был рекордный урожай зерна — 160,7 тыс. т. Потребность области в зерне будет расти ежегодно с учетом увеличения объемов производства мяса птицы и яйца [3].



## Образование органических отходов

Анализ состояния образования и накопления навоза и помета в каждом районе Ленинградской области и возможность их внесения в качестве органического удобрения на земли сельскохозяйственного назначения, располагающиеся в этом же районе, представлен в таблице 1.

96 сельскохозяйственных предприятий в Ленинградской области, занимающихся разведением крупного рогатого скота, производят в год более

3 млн т навоза; на 8 свиноводческих комплексах образуется более 604 тыс. т навоза в год, а 12 птицефабрик производят более 1,3 млн т помета (рис. 5).

Анализ состояния навозохранилищ сельскохозяйственных предприятий Ленинградской области свидетельствует, что порядка 66% организаций должны модернизировать свои хозяйства и вводить современные технологии обращения с продуктами жизнедеятельности животных.

**Таблица 1.** Анализ состояния образования и накопления навоза и помета в Ленинградской области

№	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	405 004,0	36 547,0
3	Волховский р-н	259 843,5	11 584,0
4	Всеволожский р-н	269 202,1	9513,0
5	Выборгский р-н	483 185,6	8374,0
6	Гатчинский р-н	489 406,8	26 299,0
7	Кингисеппский р-н	144 248,0	10 263,0
8	Киришский р-н	101 689,0	8678,0
9	Кировский р-н	917 175,7	2016,0
10	Лодейнопольский р-н	48 946,5	2683,0
11	Ломоносовский р-н	203 272,2	13 010,0
12	Лужский р-н	665 322,0	21 571,0
13	Приозерский р-н	468 083,3	19 690,0
14	Сланцевский р-н	81 796,5	6948,0
15	Тихвинский р-н	85 008,5	5478,0
16	Тосненский р-н	568 249,1	16 105,0

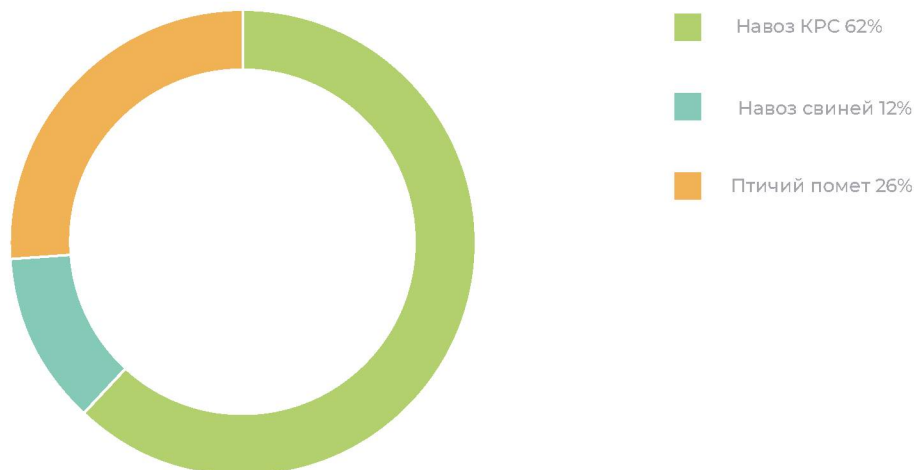


РИС. 5. Доля образуемого навоза/помета

## Технологии переработки и использования навоза на современных животноводческих комплексах

Комбинация методов/процессов, направленных на снижение образования отходов, их переработку и использование, приведена в качестве НДТ в информационно-техническом справочнике наилучших доступных технологий ИТС 41-2017 «Интенсивное разведение свиней» (таблица 2).

В качестве перспективной технологии упоминается внедрение процессов и технологий для полной глубокой переработки сельскохозяйственных отходов в биологические удобрения и энергию. Это позволит радикально решить экологическую проблему, полностью обеспечить потребности сельских хозяйств в удобрениях и энергии, повысить плодородие почв и увеличить свою конкурентоспособность [1].

Таблица 2. Методы, направленные на снижение образования отходов

№	Метод/оборудование
а	Раздельный сбор различных видов отходов (включая разделение и классификацию отходов по степени опасности)
б	Объединение подходящих видов (фракций) для получения продуктов, которые могут лучше использоваться
в	Предварительная обработка отходов перед хранением, переработкой и использованием
г	Выработка энергии на месте или вне предприятия из навоза с высоким содержанием горючих органических веществ
д	Предварительная обработка и подготовка навоза перед переработкой

В информационно-техническом справочнике наилучших доступных технологий ИТС 42-2017 «Интенсивное разведение сельскохозяйственной птицы» в качестве НДТ по обращению с пометом птицы признано ускоренное компостирование — современный экологически чистый и экономически эффективный способ переработки птичьего помета. Этим решаются две очень важные задачи: решение экологической переработки птичьего помета и снижение себестоимости производства продукции за счет уменьшения расходов на удобрения.

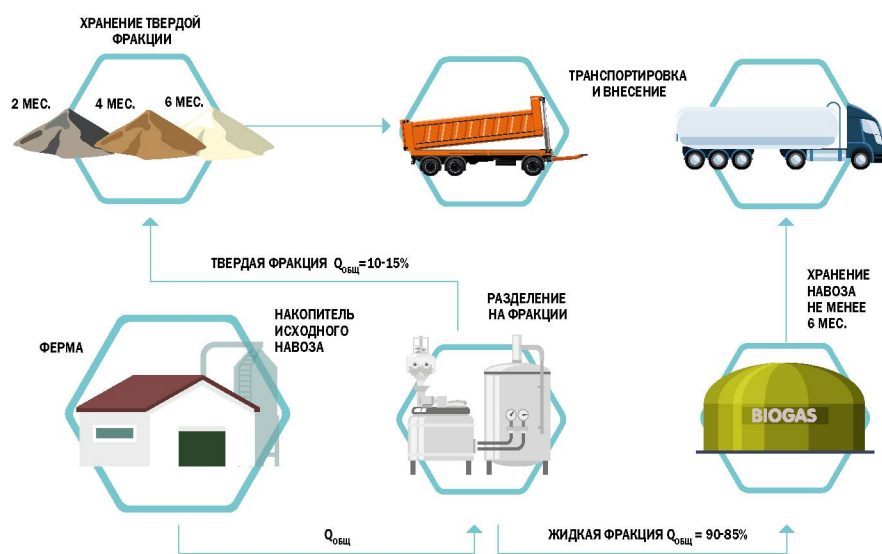
В сравнении с другими способами переработки органических отходов способ ускоренного промышленного компостирования является более простым, быстрым и дешевым, в результате которого на 81% сокращаются затраты на приобретение

минеральных удобрений, на 32% повышается плодородие почв, требуется меньше полива и сокращаются до 40% расходы на транспортировку и хранение. А самое главное, качественный компост — это биологически и экологически чистое органическое удобрение.

Другим способом является ускоренное компостирование птичьего помета в биореакторах, биоферментерах и закрытых установках камерного типа. Еще одним решением для утилизации неиспользуемого в качестве органического удобрения помета предлагается его сжигание с получением тепловой энергии.

В целом общая схема технологии переработки и использования навоза на современных животноводческих комплексах представлена на рис. 6 [2].

**Технология разделения навоза на фракции, хранения и внесения в почву**



Требования: влажность навоза (помета) – 90–94% и наличие с/х угодий для внесения органических удобрений не менее 0,7 га на одну условную корову КРС.

Технология позволяет уменьшить требуемый объем навозохранилищ на 17–20%, провести обеззараживание твердой фракции путем пассивного компостирования, повысить эффективность работы технических средств для транспортировки и внесения органических удобрений.

РИС. 6. Технология разделения навоза

## Состояние вопроса по осуществлению деятельности по переработке и использованию навоза и помета

Навоз и помет могут использоваться в качестве сырья для приготовления вторичного продукта (органического удобрения) либо стать отходом (рис. 7).

При этом в разъяснении Минприроды России от 25.05.2016 по вопросу лицензирования деятельности по переработке и использованию навоза и помета [4] сказано, что при наличии технологического регламента [5] и/или технических условий требования к получению лицензий на деятельность по сбору, транспортированию, обработке,

утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I–IV классов опасности, оформлению паспортов, разработке проектов нормативов образования и лимитов на их размещение, расчету и внесению платы за негативное воздействие на окружающую среду при размещении отходов производства и потребления на навоз, помет, органические вещества и материалы распространяться не будут.

Потребность в технологических регламентах по обращению с навозом и пометом по Ленинградской области составляет 100% (т.е. не менее 116 ед.).

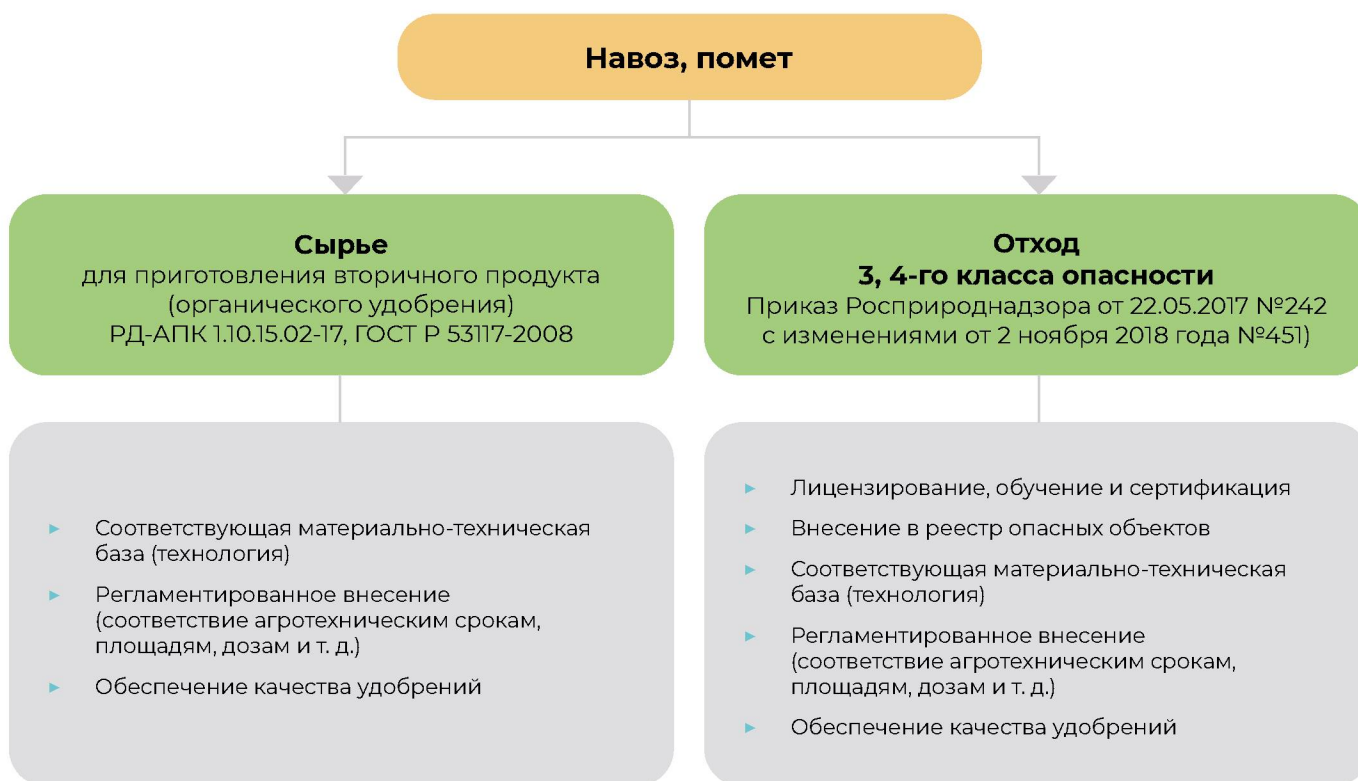


РИС. 7. Переработка и использование навоза/помета [6, 7]

## Технологии переработки навоза и выбор наиболее рационального варианта на примере хозяйства хозяйствующего субъекта Ленинградской области

Хозяйствующий субъект является типичным для СЗФО современным предприятием по выращиванию КРС с беспривязной системой содержания животных общим поголовьем около 2000 голов, из них половина фуражных коров с надоем молока свыше 8300 т в год на одну фуражную корову. Выход навоза — 51 600 т/год, средняя влажность навоза — 92%, средний радиус транспортировки органических удобрений — 10 км.

На действующем хозяйствующем субъекте Ленинградской области предусматривается строительство сооружений по подготовке к использованию органического удобрения на основе органического сырья — экскрементов крупного рогатого скота.

В состав объектов строительства входит:

- ▶ цех разделения;
- ▶ барабанный ферментатор;
- ▶ резервуары для жидкой фракции (4 шт.).

Конструктивные решения:

- ▶ сепаратор разделения на фракции — 2 ед.;
- ▶ резервуары хранения жидкой фракции на 6000 куб. м — 4 ед.;
- ▶ биоферментационная установка (производительность 8 куб. м/сут) — 1 ед.;
- ▶ машины для внесения жидкой фракции (емкость 18 куб. м) — 2 ед.

Технологией предусмотрено, что при содержании коров в боксах на резиновых матах с использованием подстилки лишь для подсушивания лежаков 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 предлагается следующая технологическая линия навозоудаления для этих зданий. Уборка навоза из навозных и кормонавозных проходов коровников предусмотрена скреперными установками. Навоз в каждом здании сбрасывается

**Таблица 3.** Методы, направленные на снижение образования отходов

Параметры цеха разделения:		
Производительность по органическому сырью	куб. м/день	149,40
Объем жидкой фракции	куб. м/день	102,75
Объем твердой фракции	куб. м/день	46,65
Объем подстилки до	куб. м/день	20,00

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 составе объедьев, 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 подается в барабан ферментатора. На выходе из барабана получается готовый компост влажностью около 55%, который вносится в помещения для содержания животных в качестве подстилки.

Общий годовой выход жидкой фракции навоза составит 37 504 куб. м. Учитывая требования РД-АПК 1.10.15.02-17 [8], объем хранилищ для жидкой фракции навоза рассчитывается из условий хранения в течение не менее 6 месяцев с учетом атмосферных осадков за этот период. Общий объем навозохранилищ должен составлять не менее 20 тыс. куб. м. В проекте предусматривается строительство четырех стальных резервуаров по 6000 куб. м каждый, что отвечает требуемым условиям.

Дополнительно на территории хозяйствующего субъекта установлена биогазовая установка. Мощность генерации товарной электроэнергии — 140 кВт. Весь объем генерируемой энергии будет потребляться самим хозяйствующим субъектом.

Образуемые в процессе переработки навоза органические удобрения будут применяться на полях хозяйствующего субъекта с целью частичного замещения минеральных удобрений.

Таким образом, в результате технологического процесса подготовки исходного сырья получают органические удобрения и подстилка для содержания КРС, используемые для собственной деятельности хозяйствующего субъекта, связанной с реализацией сельскохозяйственной продукции.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ свидетельствует, что основными направлениями технологической и технической модернизации сельскохозяйственных предприятий по переработке и использованию навоза и помета следует считать:

- ▶ внедрение технологии разделения навоза на фракции для более эффективной переработки и последующего использования;
- ▶ обеспечение требуемого количества и вместимости навозохранилищ;
- ▶ увеличение доли хранилищ закрытого типа;
- ▶ внедрение ферментационных установок закрытого типа;
- ▶ внедрение заводов по сушке помета с целью его более эффективного использования;
- ▶ обеспечение необходимым количеством технических средств для транспортировки и внесения всего объема органических удобрений с учетом агротехнических сроков.



РИС. 8. Изготовление биоферментационной установки



РИС. 9. Машины для внесения жидких органических удобрений



РИС. 10. Монтаж емкостей накопления жидкой фракции



РИС. 11. Биокомплекс на территории хозяйствующего субъекта

## ЛИТЕРАТУРА

---

1. Информационно-технический справочник наилучших доступных технологий ИТС 41-2017. Интенсивное разведение свиней. URL: [http://burondt.ru/NDT/NDTDocsDetail.php?Urllid=1138&etkstructure\\_id=1872](http://burondt.ru/NDT/NDTDocsDetail.php?Urllid=1138&etkstructure_id=1872)
2. Информационно-технический справочник наилучших доступных технологий ИТС 42-2017. Интенсивное разведение сельскохозяйственной птицы. URL: [http://burondt.ru/NDT/NDTDocsDetail.php?Urllid=1140&etkstructure\\_id=1872](http://burondt.ru/NDT/NDTDocsDetail.php?Urllid=1140&etkstructure_id=1872)
3. Комитет по агропромышленному и рыбохозяйственному комплексу Ленинградской области. URL: <https://agroprom.lenobl.ru/ru/>
4. Позиция Минприроды России по вопросу лицензирования в области обращения с отходами животноводства. URL: [https://www.mnr.gov.ru/open\\_ministry/answers\\_to\\_collective\\_appeal/pozitsiya\\_minprirody\\_rossii\\_po\\_voprosu litsenzirovaniya\\_v\\_oblasti\\_obrashcheniya\\_s\\_otkhodami\\_zhivotno/](https://www.mnr.gov.ru/open_ministry/answers_to_collective_appeal/pozitsiya_minprirody_rossii_po_voprosu litsenzirovaniya_v_oblasti_obrashcheniya_s_otkhodami_zhivotno/)
5. 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. — СПб., 2012. — 56 с.
6. ГОСТ Р 53117-2008. Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-53117-2008>.
7. Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 №242 с изменениями от 02.11.2018 г. №451. URL: <https://ecology.government-nnov.ru/documents/active/11087/>
8. РД-АПК 1.10.15.02-17 «Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета». URL: <http://docs.cntd.ru/document/495876346>