УДК 631.333

**Д. А. Максимов, А. Ю. Брюханов, Н. П. Козлова, Э. В. Васильев***

# КОНЦЕПЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИНТЕНСИВНОМ ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт экологических проблем сельскохозяйственного производства» (ИАЭП)
*Россия, 196625, г. Санкт-Петербург, пос. Тярлево, Фильтровское шоссе, 3*
* E-mail: sznii@yandex.ru

В статье представлены основные подходы к формированию наилучших доступных технологий (НДТ) в интенсивном животноводстве, которые предстоит реализовывать в России в ближайшие годы. Приведены критерии НДТ и категории сельхозпредприятий, требующих перехода на НДТ. На основе мировой практики функционирования системы НДТ предложен методический подход к обоснованию НДТ, который основан на трехуровневой декомпозиции технологий, рейтинговом методе оценки с учетом данных по экономическим показателям и уровням эмиссий загрязняющих веществ. Определены основные объекты технологий и факторы их негативного воздействия на окружающую среду. Обосновано, что основное внимание при формировании НДТ будет обращено к технологиям и процессам переработки, хранения и использования навоза, помета. Разработанные в ИАЭП концепция формирования НДТ и перечень рекомендуемых методов и технологий могут быть приняты за основу для работы российской рабочей группы при составлении информационно-технических справочников НДТ «Интенсивное разведение свиней» и «Интенсивное разведение сельскохозяйственной птицы», которые должны быть разработаны к 2017 году.

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, сельскохозяйственное производство, отходы, навоз, наилучшие доступные технологии.

## A BAT DEVELOPMENT CONCEPT FOR INTENSIVE LIVESTOCK FARMING

**D. A. Maksimov, A. Yu. Bryukhanov, N. P. Kozlova, E. V. Vasiliev***

Federal State Budget Scientific Institution "Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production" (IEEP)
*3, Fil'trovskoe sh., Tiarlevo, St. Petersburg, 196625, Russia*
* E-mail: sznii@yandex.ru

The article presents the main approaches to development of best available techniques (BAT) in intensive livestock rearing to be implemented in Russia in the coming years. The BAT criteria and categories of agricultural enterprises that need a transition to BAT were specified. Relying on the world practice of BAT system functioning, a methodical approach to BAT justification was proposed on the basis of three-level decomposition and rating assessment of techniques with the use of economic indicators and emissions data. The main installations and adverse environmental impacts were identified for the techniques analyzed. Laying the emphasis in BAT development on manure and litter handling, storage, and use techniques and processes was substantiated. The BAT development concept and the list of recommended methods and techniques, proposed by IEEP, are a suitable basis for the preparation of "Intensive Rearing of Pigs" and "Intensive Rearing of Poultry" Information and Technical Reference Books on Best Available Techniques that are expected to be available from the Russian Technical Working Group by 2017.

**Keywords:** environmental safety; agricultural production; waste; manure; best available techniques.

Рост численности населения планеты с одновременным повышением его уровня жизни тесно увязаны с техническим прогрессом и ведут к существенным изменениям окружающей среды. Высокое качество жизни и здоровья населения могут быть обеспечены только при условии сохранения природных систем и перехода экономики на экологически безопасные технологии, обеспечивающие рациональное использование природных ресурсов.

Можно выделить ряд основных факторов, ведущих к негативным последствиям связанных с изменениями окружающей среды от производственной деятельности. Это высокий уровень загрязнения поверхностных вод, вызывающий деградацию водоемов, возрастающие выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников, размещение отходов с нарушением действующих санитарных норм, их низкий уровень обезврежи-

вания, переработки и вторичного использования, деградация земель, обусловленная нарушениями в их использовании, сокращение биологического разнообразия и связанное с этим снижение способности природы к саморегуляции.

Для решения возникающих проблем требуются законодательные решения, направленные на снижение негативной нагрузки на окружающую среду. На это нацелен Федеральный закон Российской Федерации принятый 21 июля 2014 года, № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды и отдельные законодательные акты Российской Федерации»», вступивший в силу 1 января 2015 года и предусматривающий внедрение наилучших доступных технологий (НДТ).

В нем сформулированы критерии определения НДТ:

— наименьший уровень негативного воздействия на окружающую среду в расчете на единицу времени или объем производимой продукции (товара);
— экономическая эффективность ее внедрения и эксплуатации;
— применение ресурсо- и энергосберегающих методов;
— период ее внедрения;
— промышленное внедрение этой технологии на двух и более объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

В соответствии с проектом постановления Правительства РФ «Об установлении критериев, на основании которых осуществляется отнесение объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий», определены категории сельскохозяйственных организаций требующих перехода на НДТ:

а) объекты по разведению сельскохозяйственной птицы проектной мощностью 40000 птицемест и более;
б) объекты по разведению откормочных свиней проектной мощностью 2000 мест и более, свиноматок проектной мощностью 750 мест и более.
в) объекты хранения отходов IV–V класса опасности с проектной производительностью 50 тонн в сутки и более.

Как видно, прежде всего, это касается крупных животноводческих предприятий с большим объемом выхода навоза и помета — до 100 тыс. тонн в год на одном предприятии [1].

Приказом № 665 Минпромторга России от 31 марта 2015 утверждены общеотраслевые «Методические рекомендации по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии», в которых описан общий подход и алгоритм выбора технологий, относящихся к области применения НДТ [2].

Алгоритмом предусматривается сбор и обработка сведений об отрасли, применяемых в ней процессах и технологиях, необходимых ресурсах для их осуществления и воздействиях, которые они оказывают. На основе анализа выбирают технологии, которые обеспечивают снижение или предотвращение эмиссий и других видов загрязнений, определяют для выбранных технологий параметры, обеспечивающие высокую экологическую эффективность. Таков механизм формирования технологий кандидатов в НТД.

Данная работа в Европе ведется уже в течение двадцати лет на основании Директивы ЕС по промышленным выбросам (IED) Industrial Emissions Directive 2010/75/EU. В 2003 году был опубликован первый справочник BREF, а начиная с 2009 года, ведется плановая ревизия справочников по интенсивному свиноводству и птицеводству, с участием ведущих научных организаций Европы [3].

В качестве основных показателей для экологической оценки элементов технологий используются: выбросы аммиака и запахи; выбросы мелких частиц (пыли); выбросы метана; выбросы закиси азота; потери N/P; энергопотребление; расход воды; обеспечение комфорта животных и людей; эффективность использования питательных веществ (материальный баланс) во всей цепочке производства продукции; экономическая оценка [3, 4].

Структурную схему производства животноводческой продукции можно представить в следующем виде (рисунок), где часть операций производится на объектах непосредственно в животноводческом помещении фермы, а часть за ее пределами.

Основные виды негативного воздействия, происходящие при производстве представлены в таблице 1.

Для каждой технологической операции проводится анализ ее влияния по предложенным выше показателям.

При формировании методологии определения НДТ в ЕС были апробированы два основных метода оценки (Helmut Döhler DoehlerAgrar Agribusiness Consultancy, Германия):

1. оценка всего жизненного цикла предприятия;

2. оценка в несколько последовательных шагов технологических цепочек (содержание животных / хранение навоза/ внесение (рисунок).

По результатам опыта работы европейских экспертных групп оказалось, что оценка всего жизненного цикла предприятия является трудно-

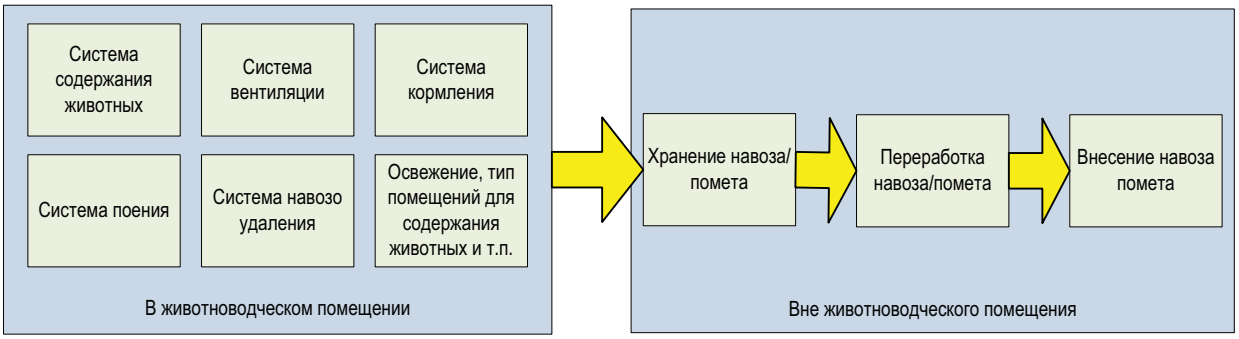


**Рисунок.** Общая структурная схема технологии получения животноводческой продукции.

Таблица 1

**Негативное воздействие производственных процессов животноводства**

| Объект, процесс | Экологическое воздействие | |
|---|---|---|
| | Потребление | Негативные факторы |
| Помещение для содержания животных:<br>• объемно-планировочное решение;<br>• способ содержания животных (клетки, свобода перемещения). | Энергия | Эмиссия в атмосферу аммиака, запах, шум |
| Помещение для содержания животных<br>• оборудование для создания и управления внутренним климатом;<br>• оборудование для кормления и поения животных;<br>• оборудование для уборки навоза;<br>• оборудование для доения коров. | Энергия, корма, вода | Шум,<br><br>аммиак; углекислый газ<br>пыль,<br><br>навоз;<br>сточные воды |
| Система кормления: | Энергия | Пыль |
| Хранилище навоза (отдельно стоящее) | | Эмиссия в атмосферу аммиака, запах, эмиссия фосфора в почву |
| Хранилище отходов (не навоза) | | Запах, эмиссия фосфора и азота в почву, грунтовые воды |
| Хранилище туш | | Запах |
| Погрузка и разгрузка животных | | Шум |
| Внесение навоза в почву | Энергия | Эмиссия в атмосферу, запах, эмиссия в почву, грунтовые воды и поверхностные воды азота, фосфора, кальция и др. шум |
| Переработка навоза на ферме | Добавки, энергия, вода | Эмиссия в атмосферу, сточные воды, эмиссия в почву |
| Измельчение зерна и измельчение корма | Энергия | Пыль, шум |
| Обработка сточных вод | Добавки, энергия | Запах, сточная вода |
| Сжигание отходов (например, туш) | Энергия | Эмиссия в атмосферу, запах |

реализуемой в виду ее сложности и невозможности выявления перекрестного влияния элементов технологий на конкретные критерии НДТ, недостаточности данных по эмиссиям и влиянию технологий на здоровье и комфорт животных.

Проведенный нами анализ подтвердил сложность сравнительной оценки по количественным показателям с целью определения претендентов в НДТ, прежде всего из-за недостатка имеющихся данных и невозможности их получить непосредственно от специалистов животноводческих предприятий. Поэтому в оценке большая роль отводится качественным показателям.

На основании этого предлагается:

- использовать рейтинговый метод оценки при выборе НДТ с ранжированием отдельных

технологий и методов по уровню воздействия на окружающую среду;
- для расчета экономических показателей разработать унифицированную методику;
- при оценке технологий на стадии выдачи комплексных разрешений использовать наряду с расчетными данными выбросов замеренные значения концентраций вредных веществ в воздухе;
- использовать данные по выбросам, приведенные в европейских справочниках BREF.

Для упрощения оценки технологий производится декомпозиция анализируемых технологий до трехуровневой системы:

1. уровень — производственные помещения и объекты по работе с навозом и пометом;

2. уровень — системы, способы и операции технологии, увязанные с элементами первого уровня;

3. уровень — показатели элементов второго уровня.

Все рассматриваемые технологии оцениваются путем сравнения с базовой (традиционной) технологией. В качестве базовой принимается наиболее широко распространенная технология; предполагается, что кандидаты в НДТ характеризуются меньшим воздействием на окружающую среду.

При определении НДТ одним из важнейших критериев оценки является экономическая эффективность внедрения. В виду отсутствия достоверных данных по эмиссиям для Российских условий, становиться сложным реализация подхода, описанного в информационно — техническом справочнике ЕС и методики, предложенной Минпромторгом [2, 3]. Поэтому экономические оценки могут быть получены на основе анализа проектно-сметной документации с использованием значения капитальных и эксплуатационных затрат, в соответствии с методикой определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники, ГОСТ Р 53056-2008 «Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки». Эта методика может быть использована на первом этапе внедрения НДТ.

Для реализации данной концепции нами были проанализированы действующие нормы и правила. В интенсивном животноводстве основными действующими руководящими документами являются методические рекомендации по технологическому проектированию ферм и комплексов, а также систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета [5].

Для сбора информации по проблемам отрасли и используемым технологиям в животноводстве были подготовлены опросные листы. Работа велась в рамках международного проекта ИАЭП и Федерального Агентства по окружающей среде Германии «Наилучшие доступные технологии (НДТ) для интенсивного выращивания свиней, птицы и крупного рогатого скота в странах ВЕКЦА — поддержка выполнения Гетеборгского протокола Конвенции ЕЭК ООН по трансграничному загрязнению воздуха на большие расстояния (UNECE-CLRTAP) и экологически безопасных технологий в соответствии с Директивой ЕС по промышленным выбросам (IED)».

Опрос был проведен в Ленинградской и Калининградской областях, имеющих развитое производство животноводческой продукции. По всем направлениям животноводства и птицеводства отмечена тенденция к укрупнению сельхозпредприятий, увеличению поголовья на отдельных площадках, что ведет к снижению затрат на производства продукции, но увеличивает экологические риски.

В таблице 2 представлены статистические данные по выходу животноводческой продукции в СЗФО.

Таблица 2

**Выход продукции от животноводства и птицеводства Ленинградской и Калининградской областей, в 2013 году, (данные Росстата www.fedstat.ru )**

| Регион | Поголовье, тыс. голов | | | Производство молока, тыс. тонн/год | КРС на убой (в живом весе), тыс. тонн | Свиньи на убой (в живом весе), тыс. тонн | Птица на убой (в живом весе), тыс. тонн | Выход яиц млн. шт./год |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | КРС | Свиньи | Птица | | | | | |
| РФ | 19564 | 19081 | 405950 | 30529 | 2910 | 3611 | 5140,5 | 41287 |
| СЗФО | 681,5 | 1047 | 42972 | 1684 | 95,3 | 174,1 | 464,5 | 4439,3 |
| Калиниградская область | 87,2 | 152,37 | 1642 | 148,8 | 9,1 | 32,1 | 21,1 | 195,5 |
| Ленинградская область | 177,1 | 190,8 | 28952 | 556,6 | 29,1 | 33,4 | 285,9 | 3170,6 |

Как видно из таблицы, доля поголовья животных Ленинградской и Калининградской областей составляет: по крупному рогатому скоту порядка 40 %; свиней около 33 %,по птице порядка 72 % от общего поголовья животных СЗФО. При этом более 90 % поголовья сосредоточено в средних и крупных предприятиях [6].

В таблице 3 представлено ориентировочное число сельхозпредприятий, которые должны будут перейти на НДТ в соответствии с установленными категориями воздействия на окружающую среду.

Приоритетной экологической проблемой животноводства и птицеводства является утилизация навоза и помета на крупных сельхозпредприятиях с большим объемом его выхода. Анализ статистических данных показывает, что перерабатывается и используется только около 30 % от общего количества образующегося навоза/помета. В качестве перспективных НДТ следует рассматривать технологии переработки навоза, позволяющие получить высококачественные удобрения, использование которых повысит плодородие почв и обеспечит высокие урожаи в растениеводстве [6, 7, 8, 9].

В рамках проекта были рассмотрены следующие технологии:

*Содержание животных.*

1. Технологии содержания кур несушек.
2. Технологии содержания свиней на откорме.
3. Технологии содержания супоросных свиноматок.
4. Технологии содержания подсосных свиноматок.
5. Технологии содержания поросят-отъемышей.
6. Привязная технология содержания дойных коров.
7. Беспривязная технология содержания дойных коров.

*Хранение и переработка навоза.*

8. Компостирование твердого навоза на бетонированной площадке с хранением готовых удобрений перед внесением на полевых площадках.
9. Биоферментация навоза в закрытых установках.
10. Хранение и переработка жидкого навоза, лагуны.
11. Хранение и переработка жидкого навоза, наземные и полузаглубленные хранилища.

На основе обобщения полученных данных был подготовлен перечень рекомендуемых технологий и методов НДТ для включения в российский информационно-технический справочник по интенсивному животноводству.

Таким образом, предложенная концепция и методические наработки, апробированные при реализации проекта, позволят успешно приступить к формированию российских справочников НТД по интенсивному животноводству. При их разработке аналогичный анализ должен быть сделан для всех категорий животноводческих предприятий подпадающих под требования НДТ, а так же с учетом особенностей технологий, используемых в других регионах России.

Дальнейшие теоретические и экспериментальные исследования должны быть направлены на определение значений удельных выбросов загрязняющих и парниковых газов, удельных показателей сбросов от всех технологических процессов и способов их снижения. Необходимо построение моделей потоков азота и фосфора на разных этапах производства животноводческой продукции для повышения эффективности использования питательных веществ и снижения негативного воздействия на окружающую среду.

На решение этих вопросов нацелена дальнейшая работа института.

Таблица 3

**Ориентировочное число сельскохозяйственных организаций, попадающих по действие системы НДТ**

| Регион | Кол-во предприятий, ед. | Кол-во предприятий с 2017г., ед. (без учета пред-й КРС) |
|---|---|---|
| Россия | 6850 | — |
| СЗФО | 610 | — |
| Ленинградская область | 128 | 26 |
| Калининградская область | 89 | 13 |

**Литература**

1. *Максимов Д. А., Брюханов А. Ю.* Научный подход к снижению нагрузки на окружающую среду интенсивных сельскохозяйственных технологий в СЗФО // Региональная экология. № 6 (41). 2015. С. 85

2. Приказ Минпромторга России от 31 марта 2015 г. № 665. Об утверждении методических рекомендаций по определению технологий в качестве наилучшей доступной технологии.

3. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs/ July2003 http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/irpp_bref_0703.pdf

4. *Брюханов А. Ю., Гаас А. В.* Стратегия управления отходами предприятий птицеводства на основе внедрения наилучших доступных технологий переработки помета // Экология и промышленность России. Том 20. № 2. 2016. С. 60–63.

5. Рекомендации по организации и проведению производственного экологического контроля систем переработки и использования навоза (помета) (Порядок разработки Технологического регламента) / А. Ю. Брюханов, Д. А. Максимов, Х. Хухта, Э. В. Васильев, В. Б. Минин, И. А. Субботин / Под ред. А. Ю. Брюханова. СПб: ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии. 2012. 56 с. ISBN 978-5-88890-074-1

6. Рекомендации по обоснованию экологически безопасного размещения и функционирования животноводческих и птицеводческих предприятий / А. Ю. Брюханов, Д. А. Максимов, Э. В. Васильев, Е. В. Шалавина, И. А. Субботин, А. С. Оглуздин, Х. Хухта, Р. А. Уваров / Под ред. А. Ю. Брюханова. СПб.: ИАЭП. 2015. 52 с.

7. *Валге А. М., Максимов Д. А., Васильев Э. В., Волков А. Н.* Выбор эффективных технико-технологических решений транспортировки и внесения ЖОУ на основе эколого-экономических показателей // Глобализация и развитие агропромышленного комплекса России: сборник научных трудов научно-практической конференции. СПбГАУ. СПб. 2014. С. 82–86.

8. *Уваров Р. А.* Обзор технологий биоконверсии навоза КРС, наиболее адаптированных к условиям северо-запада России // Инновации в сельском хозяйстве. № 2 (12). 2015. С. 273–277.

9. *Шалавина Е. В., Васильев Э. В.* Алгоритм принятия решений при выборе машинных технологий биоконверсии отходов животноводства // Вестник АПК Ставрополья. 2015. № 1 (17). С. 366–370.

**Информация об авторах:**

**Максимов Дмитрий Анатольевич,** к. т. н.

Заместитель директора ИАЭП. Старший научный сотрудник.

Специализация: разработка комплексных решений снижения негативного воздействия на окружающую среду сельскохозяйственных технологий

E-mail: maximov@sznii.ru

**Maksimov D.A.,** PhD (Tech.).

Deputy Director on Research of IEEP. Senior Researcher

Area of interests: development of integrated solutions for reduction of negative environmental impact of farming technologies

E-mail: maximov@sznii.ru

**Брюханов Александр Юрьевич,** к. т. н.

Заведующий отделом инженерной экологии сельскохозяйственного производства. Старший научный сотрудник.

Специализация: разработка адаптивных технико-технологических решений по переработке отходов животноводства

E-mail: sznii@yandex.ru

**Bryukhanov A.Yu.,** PhD (Tech.).

Head of Division of the Engineering Ecology of Agricultural Production. Senior Researcher

Area of interests: development of adaptive technical and technological solutions for livestock waste processing

E-mail: sznii@yandex.ru

**Козлова Наталья Павловна,** к. т. н.

Старший научный сотрудник

Специализация: инженерная экология сельскохозяйственного производства.

E-mail: natalia.kozlova@sznii.ru

**Kozlova N. P.,** PhD (Tech.).

Senior Researcher.

Area of interests: engineering ecology of agricultural production.

E-mail: natalia.kozlova@sznii.ru

**Васильев Эдуард Вадимович.**

Научный сотрудник

Специализация: инженерная экология сельскохозяйственного производства.

E-mail: sznii6@yandex.ru

**Vasiliev E. V.**

Researcher

Area of interests: engineering ecology of agricultural production.

E-mail: sznii6@yandex.ru