РАЗДЕЛ III ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА МЕХАНИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

УДК 631.147: 502.55

Э.В. ВАСИЛЬЕВ, канд. техн. наук; А.Ю. БРЮХАНОВ, канд. техн. наук; Н.П. КОЗЛОВА, канд. техн. наук

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИНТЕНСИВНОГО ЖИВОТНОВОДСТВА

В статье представлены основные подходы, применяемые при определении наилучших доступных технологий (НДТ). Раскрыта последовательность формирования НДТ: 1- производится декомпозиция анализируемой технологии для получения трехуровневой структуры; 2- оценка показателей элементов технологии по критериям НДТ;3 обработка результатов экспертной оценки элементов технологий;4 формирование справочника НДТ.Для примера рассмотрено технико-экономическое сравнение трех технологий переработки помета: базовая технология - длительное выдерживание на бетонированной площадке не менее 6 месяцев; кандидат в НДТ - компостирование с периодической аэрацией на открытой площадке; перспективная технология - биоферментация в биоферментаторе камерного типа. Экономическая эффективность от внедрения технологии переработки помета компостированием с периодической аэрацией на открытой площадке по сравнению с базовой технологией, составляет 81,92 тыс. руб. на тонну сохраненного азота в год, а технология биоферментации в биоферментаторе камерного типа 87,89 тыс. руб. на тонну сохраненного азота в год. Указано, что в настоящее время отсутствуют научно обоснованные данные об эмиссиях вредных веществ от сельскохозяйственных источников. Дальнейшие исследования, необходимые для реализации принципов НДТ, должны быть направлены на теоретическое и экспериментальное исследование всех элементов технологий интенсивного животноводства. С целью получения значений удельных выбросов загрязняющих и парниковых газов для обоснования технологических нормативов и данных для инвентаризации вредных выбросов (в том числе данных по выходу питательных веществ с экскрементами животных в зависимости от их вида, продуктивности и системы кормления), исследование и построение моделей потоков азота и фосфора на разных этапах производства животноводческой продукции с целью обоснования методов оптимизации эффективности использования питательных веществ и снижения негативного воздействия на окружающую среду.

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

E.V. VASILEV, Cand. Sc. (Engineering); A.Yu. BRIUKHANOV, Cand. Sc. (Engineering); N.P. KOZLOVA, Cand. Sc. (Engineering)

EFFECTIVENESS ASSESSMENT OF BEST AVAILABLE TECHNIQUES FOR INTENSIVE LIVESTOCK PRODUCTION

The paper presents main approaches to identification of Best Available Techniques (BAT) and describes the sequence of relevant procedures: 1 - decomposition of technology under consideration to receive the three-level structure; 2 - assessment of technology elements by BAT criteria;3 - processing of expert assessment results of technology elements;4 - compiling of BAT reference book. As an example a technical and economic comparison of three technologies of poultrymanure processing: basic technology - long-termstoring on the concrete pad for no less than 6 months; BAT candidate - composting with regulareration on the open pad; promising technology - biofermentation in the chamber-type biofermenter. The economic effect from implementation of poultrymanure composting with regular aeration on the open pad against the basic technology is 81.92 thousand rubles per ton of saved nitrogen per year; that of bioferementation in the drum-type biofermenter is87.89 thousand rubles per one ton of saved nitrogen per year. It is indicated that there currently is no scientifically valid data on emissions of harmful substances from the agricultural sources. Further research, which is needed to implement the principles of BAT, should be directed to theoretical and experimental study of all the elements of technologies of intensive animal husbandry in order to obtain the values of specific emissions of pollutants and greenhouse gases to support technological standards and data for the inventory of emissions (including the data on nutrients removal with the excrement of farm animals according to their type, productivity and feeding system); investigation and creation of models of nitrogen and phosphorus flows at different stages of livestock production in order to substantiate optimization methods of efficient use of nutrients and reduction of the negative impact on the environment.

Key words: environmentalsafety, bestavailabletechniques, agricultural production, waste, manure.

Согласно планам развития сельского хозяйства Российской Федерации, намечается увеличение поголовья животных и птицы за счет реконструкции существующих и строительства новых комплексов с использованием высокоинтенсивных технологий и концентрации поголовья на крупных животноводческих

предприятиях. Поэтому весьма актуальной становится проблема снижения негативного влияния на окружающую среду крупных животноводческих предприятий. Прежде всего, эти проблемы связаны с утилизацией больших объемов навоза и помета - до 200 тыс. тонн в год на одном предприятии. Одним из путей решения этой проблемы является внедрение наилучших доступных технологий (НДТ) в интенсивном животноводстве.

В настоящее время происходит реформирование российского экологического законодательства с целью его совершенствования и согласования с соответствующими европейскими стандартами. Применение критериев НДТ является одним из элементов гармонизации российской и европейской экологической политики. 1 января 2015 года вступил в силу Федеральный закон Российской Федерации № 219-ФЗ принятый 21 июля 2014 года «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды и отдельные законодательные акты Российской Федерации)», предусматривающий внедрение НДТ. Сформулированы критерии определения НДТ:

В соответствии с постановлением Правительства РФ № 1029 от 28.09.2015 г. «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий», определены категории сельхозорганизаций 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.

Общий порядок разработки российского справочника НДТ детально описан в имеющихся общих руководящих документах для всех секторов промышленности и совпадает с процедурой создания информационно-технических справочников в европейском союзе (BREF) [1, 2] (рис.1).

Рис.1. Последовательность разработки и освоения НДТ

В результате анализа зарубежного опыта и российского законодательства, сформулирована последовательность формирования НДТ, состоящая из четырех пунктов (рис. 2):

1 производится декомпозиция анализируемой технологии для получения трехуровневой структуры;

2 оценка показателей элементов технологии по критериям НДТ;

3 обработка результатов экспертной оценки элементов технологий;

4 формирование справочника НДТ.

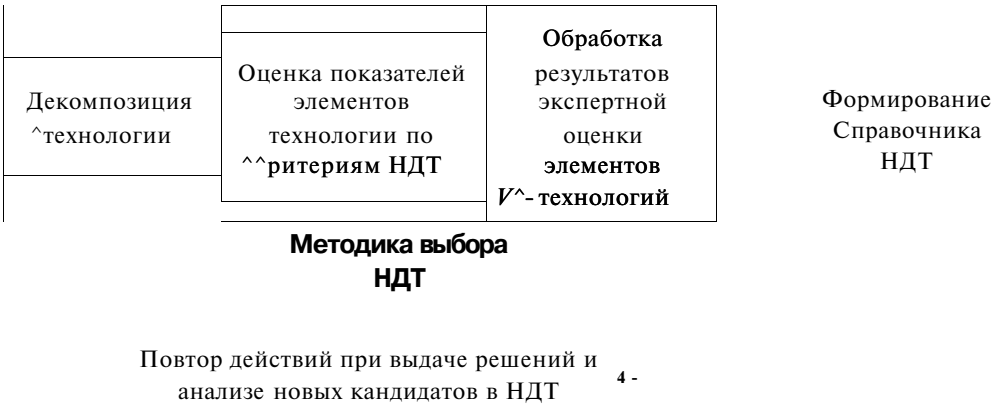

Рис. 2. Последовательность формирования НДТ

На первом шаге формирования НДТ, производится декомпозиция технологий (рис.3):

1 —крупные объекты технологии - производственные помещения, хранение переработка навоза/помета, внесение переработанного навоза/помета;

2 —элементы технологии;

3 — показатели, характеризующие элементы технологии.

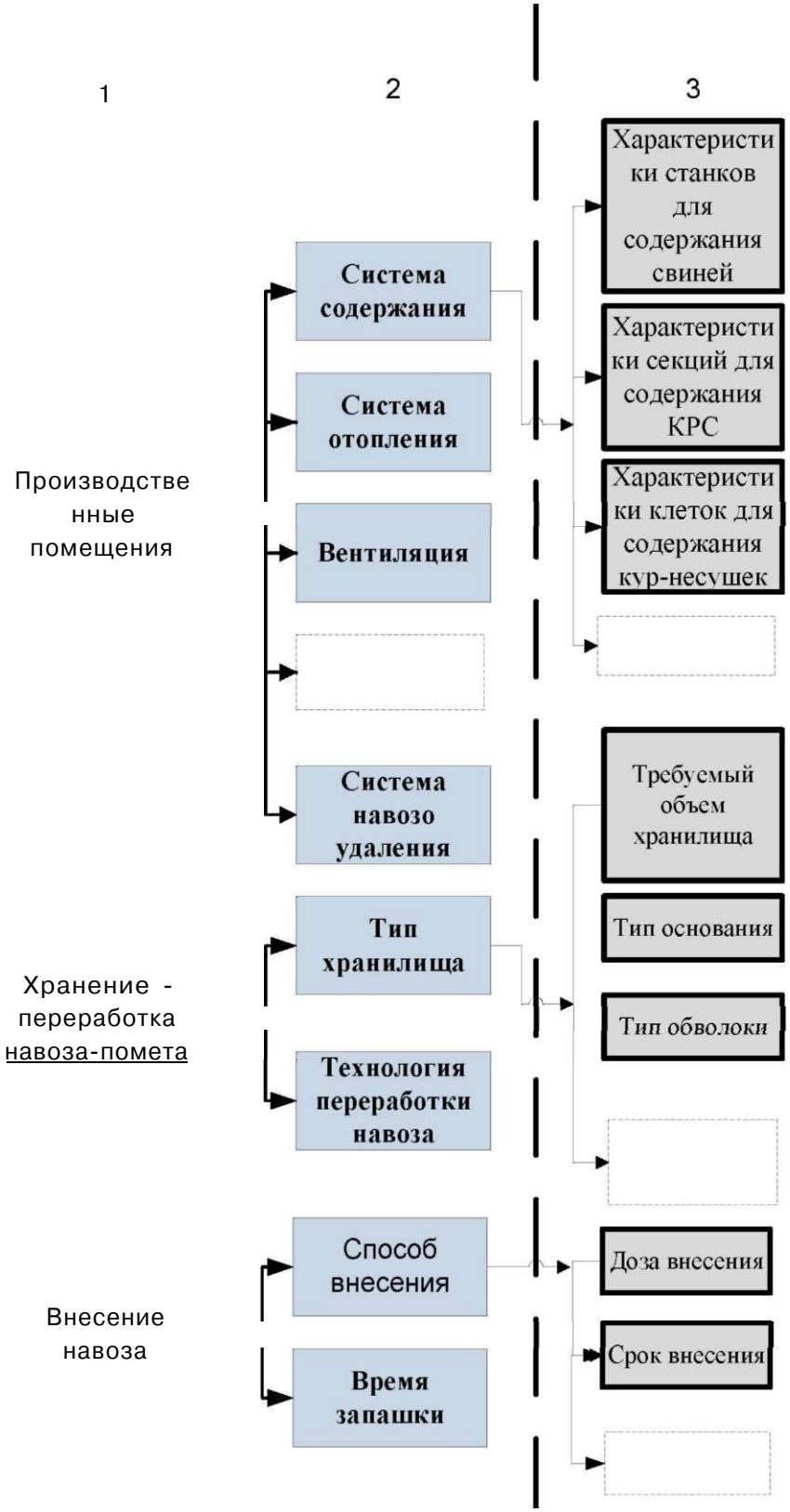

Рис. 3. Основные элементы технологий, рассматриваемые в системе НДТ

Декомпозиция упрощает процесс оценки технологии в целом путем анализа всех показателей каждого его элемента.

На втором шаге проводится анализ показателей элементов технологии по критериям НДТ. Используется два вида оценок технологии (количественные и качественные). Производится сбор всех достоверных количественных показателей. Показатели, по которым отсутствуют количественные показатели (уровни эмиссии при той или иной технологии), определяются на основании экспертных оценок.

На третьем шаге в соответствии с методикой оценки и выбора НДТ, все технологии рассматриваются отдельно путем оценки их по критериям НДТ. Они сравнивается с базовой (традиционной) технологий. Такой подход состоит из следующих шагов:

1. Создание матрицы оценки всех соответствующих факторов для каждой группы методов (техники, технологий, процессов)
2. Определение базовой (с которой сравнивают) технологии для каждой группы методов. В качестве базовой принимается наиболее широко распространенная технология; предполагается, что кандидаты в НДТ характеризуются меньшим воздействием на окружающую среду.
3. Выявление основных экологических проблем для каждой группы методов
4. Дается качественный рейтинг (-; 0; +) для каждого метода, где количественные данные недоступны. Ранжирование -; 0; + (в целом «-» - негативное воздействие, «+» - благотворное воздействие). Показателем 0 оценивается базовый вариант (с которым сравнивают).
5. Ранжирование методов по их экологической эффективности с точки зрения сокращения, например, выбросов аммиака
6. Оценка каждого метода по технической применимости, управляемости, и с точки зрения благополучия животных
7. Оценка сопутствующих, побочных воздействий на окружающую среду, вызываемых каждым методом
8. Оценка затрат (капитальных и эксплуатационных затрат) каждого метода при новом строительстве, и реконструкции
9. Определение НДТ и решение, является ли эта НДТ для нового строительства или для реконструкции.

Категории НДТ «0» - не является НДТ
«I» - является НДТ
«II» - является НДТ при определенных условиях.

На четвертом шаге путем анализа результатов экспертных оценок технологий формируется справочник НДТ.

При выдаче комплексных разрешений животноводческим предприятиям и анализе новых технологий (кандидатов в НДТ) последовательно выполняются все четыре этапа формирования НДТ При разработке справочника и принятии решения об отнесении технологий к НДТ самое сложное - получить количественные оценки воздействий, а затем - технологические нормативы. Главная особенность сельскохозяйственного предприятия - распределенность, диффузный характер источников загрязнения в отличие от большинства промышленных объектов, в которых можно выделить конкретные точки, откуда происходят выбросы в атмосферу, водные объекты и где можно замерить и оценить воздействие [3, 4,].

Животноводческое предприятие, как источник негативного воздействия на окружающую среду очень сложная система с множеством взаимозависимых показателей (рис.4).

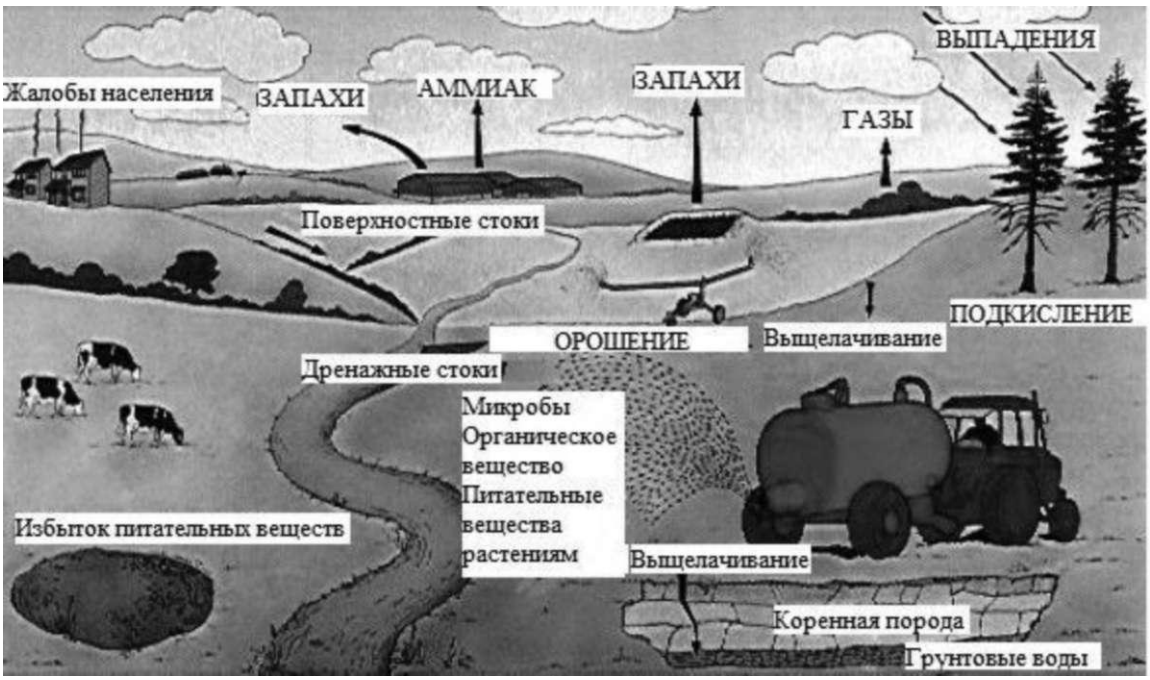

Рис. 4. Схема потенциального негативного воздействия на окружающую среду интенсивного животноводства

Основными загрязнителями окружающей среды, выделяемыми животноводческими предприятиями, являются соединения азота (N) и фосфора (P). Большая часть мер, предложенных в справочнике BREF, посвящена именно снижению эмиссии аммиака[1, 2].

В табл. 1 приведены основные загрязняющие вещества, образующиеся в интенсивном животноводстве.

Таблица 1

Перечень загрязняющих веществ производственных процессов животноводства [5, 6, 7, 81.

Операция	Экологическое воздействие	
	Потребле¬ние	Возможные эмиссии
Помещение для содержания животных: • объемно-планировочное решение; • способ содержания животных (клетки, свобода перемещения).	Энергия,	Эмиссия в атмосферу (NH_3), запах, шум,
Помещение для содержания животных • оборудование для создания и управления внутренним климатом; • оборудование для кормления и поения животных; • оборудование для уборки навоза; • оборудование для доения коров.	Энергия, корма, вода	Шум, (NH_3, CO_2); пыль, навоз; сточные воды
Система кормления:	энергия	пыль
Хранилище навоза (отдельностоящее)		Эмиссия в атмосферу (NH_3), запах, эмиссия в почву
Хранилище отходов (не навоза)		Запах, эмиссия 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 N,P,K 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

При определении НДТ одним из важнейших критериев оценки является экономическая эффективность внедрения. В методических рекомендациях по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии, утвержденной приказом Минпромторга России от 31 марта 2015 № 665, экономическую эффективность технологии рекомендуется определять по формуле:

$$E_{эф} = \frac{z^{n+1}}{L_{nl}\text{™}n+i}, \text{ тыс. руб./т в год}$$

где - экономическая эффективность внедрения технологии, тыс. руб./т в год;

- эксплуатационные затраты сравниваемой технологии с базовой, тыс. руб./год;

- количество потерь при выполнении базовой технологии, т. /год;

- количество потерь при выполнении сравниваемой технологии с базовой, т. /год.

Для примера рассмотрим технико-экономическое сравнение трех технологий переработки помета:

- базовая технология - длительное выдерживание на бетонированной площадке не менее 6 месяцев;,
- кандидат в НДТ - компостирование с периодической аэрацией на открытой площадке;
- перспективная технология - биоферментация в биоферментаторе камерного типа.

Результаты технико-экономической оценки этих технологий приведены в табл. 2.

Экономическая эффективность от внедрения технологии переработки помета компостированием с периодической аэрацией на открытой площадке по сравнению с базовой технологией (технология переработки длительным выдерживанием), составляет 81,92 тыс. руб. на тонну сохраненного азота в год, а технология биоферментации в биоферментаторе барабанного типа 87,89 тыс. руб. на тонну сохраненного азота в год.

Таблица 2

Сравнительная оценка технологий переработки помета для птицефабрики с общим поголовьем 280000 (данные получены при проектировании и внедрении технологий ИАЭП)

Технология переработки	Капитальные затраты, тыс. руб.	Эксплуатационные затраты, тыс. руб. в год	Количество потерь азота в процессе переработки, т/год	Экономический эффект, тыс. руб./т в год
Длительного выдерживания на бетонированной площадке (не менее 6 месяцев, базовая технология)	32738	3512,2	232,4	-
Компостированием с периодической аэрацией на открытой площадке	41100	14090,5	60	81,92
Биоферментация в биоферментаторе камерного типа	60477,44	17174,14	37	87,89

Современное состояние проблемы обеспечения экологической безопасности для интенсивного животноводства и внедрения системы нормирования требует соответствующего научного обеспечения. Анализ существующих методов формирования НДТ ведущих стран мира, показал необходимость их адаптации для условий конкретных стран и регионов.

Поскольку в настоящее время отсутствуют научно обоснованные данные об эмиссиях вредных веществ от сельскохозяйственных источников, предлагается: использовать экспертно-рейтинговый метод оценки при выборе НДТ; при оценке технологий на стадии выдачи комплексных разрешений использовать наряду с расчетными данными выбросов замеренные значения концентраций вредных веществ в воздухе; для ориентировочных оценок использовать данные по выбросам, приведенным в информационно-технических справочниках ЕС.

Дальнейшие исследования, необходимые для реализации принципов НДТ:

- научное сопровождение разработки справочника НДТ по интенсивному содержанию свиней и птицы с использованием, адаптацией существующего зарубежного аналога;

-научное сопровождение разработки справочника НДТ для крупных ферм КРС;

-теоретическое и экспериментальное исследование всех элементов технологий интенсивного животноводства с целью получения значений удельных выбросов загрязняющих и парниковых газов для обоснования технологических нормативов и данных для инвентаризации вредных выбросов (в том числе данные по выходу питательных веществ с экскрементами животных в зависимости от их вида, продуктивности и системы кормления);

-исследование и построение моделей потоков азота и фосфора на разных этапах производства животноводческой продукции, с целью обоснования методов оптимизации эффективности использования питательных веществ и снижения негативного воздействия на окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs / July 2003. [online] [17.03.2016]. Available at: http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/irpp_bref_0703.pdf

2. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs FINAL Draft - August 2015. [online] [17.03.2016]. Available at: http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/IRPP_Final_Draft_082015_bw.pdf

3. Ковалев, Н.Г. Органические удобрения в XXI веке (Биоконверсия органического сырья): Монография / Н.Г. Ковалев, И.Н. Барановский. — Тверь: Чу До, 2006. 304 с.

4. 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.

5. Максимов Д.А., Оглуздин А.С., Васильев Э.В. Результаты исследования поверхностного способа внесения жидкого органического удобрения/Д.А. Максимов, А.С. Оглуздин, Э.В.

Васильев//Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства: сб. науч. тр. ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии. СПб.: ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии, 2012. Вып. 83. С. 93-99. ISSN 0131-5226.

6. Уваров Р.А. Результаты исследований потерь питательных веществ при биоконверсии подстилочного птичьего помета в биоферментационной установке камерного типа // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства.2015. №86. С.139-147.

7. Bittman, S., Dedina, M., Howard C.M., Oenema, O., Sutton, M.A., (eds), 2014, Options for Ammonia Mitigation: Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen, Centre for Ecology and Hydrology, Edinburgh, UK.

8. Васильев Э.В. Результаты экспериментальных исследований процесса пассивного компостирования/Э.В. Васильев//Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства: сб. науч. тр. ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии. СПб.: ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии, 2015. -Вып. 86. С. 112-118. ISSN 0131-5226.

УДК 631.95:502.55

И.А. СУББОТИН; Э.В. ВАСИЛЬЕВ, канд. техн. наук

УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИНТЕНСИВНОГО ЖИВОТНОВОДСТВА

В России, в настоящее время, внедряется система регулирования негативного воздействия сельскохозяйственного производства на окружающую среду на основе принципов наилучших доступных технологий (НДТ). Однако, до сих пор ряд положений и рекомендаций данного подхода имеют общий