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

характер и могут быть использованы только экспертами высокой квалификации. Также, эта недостаточная конкретность может вести к тому, что руководствуясь одинаковыми рекомендациями (справочными данными) и в одинаковых условиях, эксперты могут принимать разные (неодинаковые) решения. Авторы видят решение данной проблемы путём более строгой конкретизации системы критериев и алгоритма выбора технологии. Материал статьи основан на результатах российско-германского проекта EECCA BAT IRPP - "Наилучшие доступные технологии для интенсивного выращивания свиней, птицы и КРС 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)".

Ключевые слова: критерии, оценка технологий, НДТ; инженерная экология; технологии животноводства.

I.A. SUBBOTIN; E.V. VASILEV, Cand. Sc. (Engineering)

ADVANCED METHOD FOR ASSESSMENT OF BEST AVAILABLE TECHNIQUES FOR INTENSIVE LIVESTOCK FARMING

In Russia currently the regulation system of negative environmental impact is being introduced based on the principles of best available techniques (BAT). However, so far, provisions and recommendations of this approach are of general nature and can be used by only highly qualified experts. In addition this lack of specificity can lead to the fact that guided by the same recommendations (reference data) and in the same conditions, experts can make different decisions. The authors see the solution of this problem in more rigorous formalizing system of criteria and algorithm for technology choosing. The article is based on the findings of the Russian-German project «Project 43086. Best available techniques (BAT) for intensive rearing of pig, poultry and cattle in EECCA countries - support of implementation of Gothenburg Protocol of the UNECE-CLRTAP and environmentally sound techniques according to the EU Industrial Emission Directive (IED)».

Key words: criteria, assessment techniques, BAT; environmental engineering; livestock technology.

Современное сельское хозяйство оказывает значительное влияние на окружающую среду. Наиболее сильное негативное воздействие оказывают животноводческие предприятия, а основной источник загрязнений - навоз и помёт. Хорошим примером

территории с серьёзными сложностями, связанными с навозом/помётом может служить Ленинградская область. По официальным данным - для приготовления удобрений используется только около 35 % от всех образующихся объёмов навоза и помёта. Предпосылками данной проблемы являются преобладание животноводческого сектора над растениеводческим, преобладание недорогих кормовых культур в структуре посевов, неудачное территориальное расположение предприятий (большое расстояние транспортировки удобрений) и низкая концентрация питательных веществ в удобрениях (высокое содержание воды).

Для улучшения ситуации с негативным воздействием на окружающую среду, в настоящее время, проводится реформа законодательно-нормативной базы в области охраны природы. 1 января 2015 года вступил в силу 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)", предусматривающий внедрение наилучших доступных технологий.

В законе дано определение понятия НДТ, как совокупности применяемых для производства продукции на объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, производственных процессов, оборудования, технических методов, способов, приемов и средств, основанных на современных достижениях науки и техники, обладающих наилучшим сочетанием показателей достижения целей охраны окружающей среды и экономической эффективности, при условии технической возможности их применения.

Сформулированы общие 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 её внедрения;
- промышленное внедрение этой технологии на двух и более объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

Природоохранное регулирование на основе принципов НДТ подразумевает также механизмы экономического воздействия на

предприятия, поэтому возникает вопрос прозрачности процедуры идентификации НДТ. Анализ европейских справочников BREF показал, что в данной процедуре большая свобода действий предоставляется экспертам, однако в этом случае возникает риск неправильного принятия решения, поэтому предпочтительней более строгая формализация и научное обоснование данной процедуры. Материалы, представленные в данной статье, являются результатом российско-германского проекта EECABAT, целью которого является выработка рекомендаций по внедрению системы НДТ в России на основе анализа европейского опыта.

Материалы и методы

В ходе проведения исследования были проанализированы нормативные документы по НДТ для ЕС [1, 2], актуальные официальные российские документы[3] и литературные источники с данными о негативном воздействии животноводства на окружающую среду[4-14].

Для идентификации НДТ была использована методика, приведенная в справочнике Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs (2003) [1].

В соответствии с этой методикой, все технологии рассматриваются отдельно, а точнее путем оценки их по критериям НДТ и в сравнении с базовой (традиционной) технологией. Оценивание технологий производится методом экспертного опроса.

В соответствии с данным подходом, были рассмотрены следующие процессы в животноводческом предприятии:

- Внутри животноводческого помещения:

- Система кормления;
- Система содержания животных;
- Объемно - планировочные решения здания;
- Поение;
- Обеспечение микроклимата (вентиляция, отопление, освещение);
- Навозоудаление

- Вне животноводческого помещения:

- Сбор и хранение навоза;
- Переработка навоза;
- Внесение навоза в почву.

Каждый процесс необходимо оценивать с учётом соответствующих критериев. На основании оценок, предприятие получает статус использующего или не использующего технологии

НДТ. Если хотя бы в одном процессе используется технология, процесс или метод, не соответствующий уровню НДТ, то предприятие получает статус не использующего НДТ.

Результаты и обсуждения

Для каждой технологии был проведён анализ влияния показателей ее элементов на негативное воздействие на окружающую среду. В таблице 1 приведены результаты оценивания значимости показателей оценок НДТ для технологических элементов. Таблица составлена по результатам опроса экспертов.

Таблица 1

Оценка влияния технологических операций на критерии НДТ

Ключевые индикаторы оценки	ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЕ ПОМЕЩЕНИЕ						ХРАНЕНИЕ НАВОЗА/ПОМЕТА	ПЕРЕРАБОТКА НАВОЗА ПОМЕТА	ВНЕСЕНИЕ ПЕРЕРАБОТАННО-ГО НАВОЗА
	Система содержания	Система вентиляции	Система кормления	Система поения	Система навозо - удаления	Лечение, освещение и др.			
Эмиссии в атмосферу									
-Аммиак / запах	X	X	X	-	X	X	-	X	X
-PM (PM10)	X	X			X	(X)	X		(X)
-Метан	X		X	-	X		X	X	X
-Оксид азота	X		X		X		X	X	X
-Прочее (шум, CO2, NOx, SO2)	X	X	X	-	X	X	X	X	X
-Пыль	X	X			X			X	X
Риск попадания №i P в почву	-	-	-	-	-	-	(X)	X	X
Ресурсы:									
Энергетические затраты	X	X	X	X	X	X	X	X	X
-Затраты воды	-	-	X	X	X	X	-	X	X
Здоровье животных	X	X	X	X	X	X	-	-	-
Комфорт животных	X	X	X	X	X	X	-	-	-
Экономические показатели	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Опыт эксплуатации	X	X	X	X	X	X	X	X	X

(X влияет на критерий, (X) возможно влияет на критерий - не влияет на критерий)

Расчёты экономического ущерба от различных видов загрязнений при сельхозпроизводстве показали, что наиболее существенным источником негативного воздействия на окружающую среду является навоза/помёт (рис. 1.). Потери азота и фосфора приводят к подкислению и эвтрофикации поверхностных вод, загрязнению грунтовых вод и ухудшению здоровья людей.

Рис. 1. Экономическая оценка ущерба от различных видов загрязнений

Ранее проведённый анализ возможных потерь азота, проведённый на основании экспериментальных и литературных данных, показал, что большинство потерь происходит вне мест содержания животных - при переработке навоза и внесении его в качестве удобрения (Рисунок 2)[8, 9, 10, 11, 13].

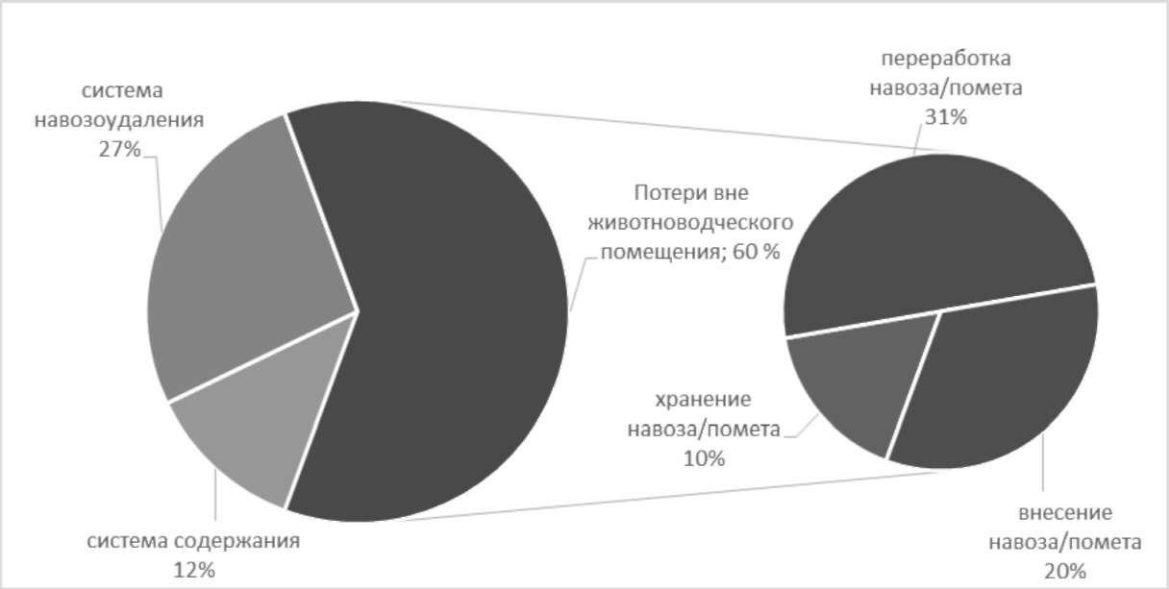

Рис. 2. Распределение потерь азота от животноводческого предприятия

Поэтому, с природоохранной точки зрения, технологии обращения с навозом необходимо рассматривать в первую очередь. Примеры экспертных оценок для технологий в условиях СЗФО приведены в таблице 2.

Таблица 2

Экспертная оценка технологий внесения жидкого органического удобрения

	Базовая техно¬логия	Кандидат в НДТ №1	Кандидат в НДТ №2	Кандидат в НДТ №3	Кандидат в НДТ №4	Кандидат в НДТ №5
Ключевые индикаторы оценки	Поверхностное внесение ЖОУ разбрызгиванием по многолетним травам	Поверхностное внесение через штанговою система с навесными шлангами	Поверхностное внесение через штанговою система с навесными шлангами с наконечниками	Внутрипочвенное внесение на глубину от 10 до 25 с рабочим органом в виде культиваторной лапы	Внутрипочвенное внесение на глубину от 5 до 10 с дисковыми рабочими органами	Внутрипочвенно внесение на глубину от 5 до 10) с дисковыми рабочими органами с последующим закрытием анавок
Эмиссии в атмосферу						
-Аммиак / запах	0	+	+	+	+	+
-PM (PM10)	0	0	0	0	0	0
-Метан	0	0	0	0	0	0
-Оксид азота	0	0	0	0	0	0
-Прочее (шум, CO2, NOx, SO2)	0	0	0	0	0	0
-Пыль	0	0	0	0	0	0
Уплотнение почвы	0	0	0	+	+	+
Эмиссии в воду/почву						
-Риск попадания азота	0	0	+	+	+	+

фосфора

продолжение табл. 2

Ресурсы:

Энергетические затраты	0	0				
Экономи¬ ческие показатели						
Капиталь¬ ные затраты	0	-	-	-	-	-
Экспл. затраты	0	-	-	-	-	-
Затраты труда	0	0	0	0	0	0
Опыт эксплуата¬ ции	0	+				
Категория НДТ	0	I	I	I	I	I

В случаях, когда оценка всех негативных факторов воздействия на окружающую среду невозможна, предлагается определить коэффициент сохранения азота по формуле:

$$NUE = \frac{outputs}{inputs} \quad (1)$$

где N_{inputs} и $N_{outputs}$ - годовые объёмы поступления и выхода азота, измеряются в кг в год.

С учетом (1), стоимость сохранения общего азота можно определить по формуле:

$$C = \frac{Cpr}{NUEXNinputs} \quad (2)$$

где - стоимость сохранения общего азота [рублей / кг];

- стоимость затрат в год, связанных с выполнением процесса [рублей в год].

ВЫВОДЫ

1. Анализ критериев идентификации НДТ показал, что наиболее значимыми являются экономический критерий и критерий комплексного негативного воздействия, определение

которого представляет сложность ввиду комплексности загрязнений.

2. Экономическая оценка ущерба от различных факторов показала, что наибольший ущерб связан с процессами обращения с навозом.

3. Авторами предложена усовершенствованная методика оценки технологий, сочетающий как экологический, так и экономический аспекты.

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: hrtp://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. Нормативные правовые акты - Наилучшие доступные технологии: официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). [Электронный ресурс]. 2015. URL: http://www.gost.ru/wps/portal/pages/directions7WCM_GLOBAL_CONT EXT=/gost/GOSTGO/directions/ndt/npa (дата обращения: 05.05.2016).

4. 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.

5. IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.

6. Васильев Э.В. Результаты экспериментальных исследований процесса пассивного компостирования // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2015. № 86. С. 112-118.

7. Максимов Д.А., Оглуздин А.С., Васильев Э.В. Результаты исследования поверхностного способа внесения жидкого органического удобрения // Технологии и технические средства

механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2012. №83 С.93-99.

8. Briukhanov A.Yu., Minin V.B., Subbotin I.A. The assessment of nutrients content of manure in Russian part of Baltic Region // Международныйнаучно-исследовательскийжурнал. 2016. № 1-3 (43). С. 11-12.

9. Subbotin I.A., Briukhanov A.Yu., Uvarov R.A. Losses of nutrients at intensive processing of poultry manure // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 1-3 (43). С. 41-42.

10. 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.

11. Субботин И.А., Брюханов А.Ю., Ранта-Корхонен Т. Повышение экологической безопасности сельского хозяйства путём выбора технологических решений на основе критериев наилучших доступных технологий // День Балтийского моря 2015. С. 53-54.

12. Афанасьев В.Н., Афанасьев А.В., Субботин И.А. выбор оптимальной технологии утилизации навоза // Сельский механизатор. 2015. № 4. С. 22-23.

13. Брюханов А.Ю., Спесивцев А.В., Субботин И.А. Моделирование негативного воздействия технологий переработки отходов животноводства // АПК - стратегический ресурс экономического развития государства XXI международная агропромышленная выставка "АГРОРУСЬ", материалы международного конгресса. 2015. С. 9-11.

14. Уваров Р.А., Брюханов А.Ю. Перспективные технологии биоферментации навоза/помета для Северо-Запада России // Научное обозрение. 2015. № 16. С. 26-31.