

### **РАЗДЕЛ III ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА МЕХАНИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА**

УДК 631.147: 502.55

#### **МЕТОДОЛОГИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

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

1 января 2015 года вступил в силу Федеральный закон Российской Федерации, принятый 21 июля 2014 года, "О внесении изменений в Федеральный закон "Об охране окружающей среды и отдельные законодательные акты Российской Федерации», предусматривающий внедрение наилучших доступных технологий (НДТ). Закон направлен на совершенствование нормирования в области окружающей среды и введение мер экономического стимулирования хозяйствующих субъектов для внедрения НДТ и снижения, таким образом, негативной нагрузки на окружающую среду. Экологически безопасное функционирование животноводческого предприятия осуществляется за счет обеспечения функционирования всей производственной цепочки предприятия с использованием наилучших доступных технологий; осуществления системы экологического менеджмента (экологического производственного контроля); мониторинга экологического состояния животноводческого предприятия и оценки эффективности использования питательных веществ.

Мониторинг ведется на основании информации, получаемой от средств учета (расход электроэнергии, воды и др.), а также по производственным и экономическим показателям соответствующей статистической отчетности предприятия. Все эти данные позволяют представить показатели предприятия для его оценки в целом с позиций НДТ: по затратам электроэнергии и топлива на единицу продукции, затратам кормов на единицу продукции, сбросам сточных вод; получить расчетные значения удельных выбросов вредных газов и парниковых газов. Полученные данные позволяют выполнить оценку эффективности использования питательных веществ на предприятии, что представляется одним из наиболее объективных показателей.

Применение алгоритма на примере СПК «Оредежский» показало: снижение поступления азота в атмосферу на 41%; сокращение расхода минеральных удобрений на 18 т/год.

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

#### **METHODOLOGY OF FUNCTIONING OF AN ENVIRONMENTALLY SAFE LIVESTOCK ENTERPRISE**

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

On 1 January, 2015, the Federal Law of the Russian Federation № 219-FZ "Concerning the Introduction of Amendments to the Federal Law "On Environmental Protection" and Certain Legislative Acts of the Russian Federation" came into force (previously adopted on 21 July, 2014), which stipulates introduction of Best Available Techniques (BAT). The law aims at improving the rate setting and regulation in the sphere of environment and use of economic incentives for business entities for BAT introduction and,

subsequently, reduction of the negative environmental impact. Environmental safety of a livestock enterprise is secured through: the functioning of the whole farm production chain with the use of BAT; the environment management (ecological on-farm production control); livestock farm monitoring of the ecological situation with the assessment of the nutrients use efficiency.

The monitoring is based on the information supplied by the metering devices (consumption of electric power, water, etc.) and on the production and economic indices in the relevant statistical reports of the enterprise. All these data allow obtaining the indicators of the farm to assess its performance as a whole in BAT criteria: by the electrical power, fuel and feed inputs per product unit and wastewater discharge. It is also possible to receive the estimated values of specific emissions of hazardous gases and greenhouse gases and to estimate the nutrients use efficiency on the farm that is one of the most objective indicators.

The above algorithm was tested to assess the performance of Agricultural Production Co-operative "Oredezhskij" and showed 41% reduction of nitrogen emission to atmosphere and reduction of mineral fertilizers input by 18 t/year.

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

## ВВЕДЕНИЕ

Согласно планам развития сельского хозяйства РФ планируется увеличение поголовья животных и птицы. Увеличение поголовья будет происходить за счет реконструкции существующих и строительства новых комплексов с использованием высокоинтенсивных технологий и концентрации поголовья в локальных точках. Данный путь развития позволяет повысить конкурентоспособность и эффективности сельскохозяйственного производства за счет рационального размещения производственных сил и выбора высокопроизводительных, энергосберегающих технологических решений развития животноводства. Однако, как показал опыт интенсивного развития сельского хозяйства, концентрация большого поголовья на локальных площадках создает существенные проблемы по обеспечению экологической безопасности предприятий. Прежде всего, эти проблемы связаны с утилизацией больших объемов навоза и помета (до 100 тыс. тонн в год на одном предприятии)[1, 2, 3].

В законе № 219-ФЗ 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.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования выполнялись путем аналитического изучения систем НДТ, использовался азотный баланс сельскохозяйственного предприятия (фермы) с производством животноводческой и растениеводческой продукции. Алгоритм функционирования экологически безопасного животноводческого предприятия был апробирован на животноводческом предприятии СПК «Оредежский» с поголовьем 1020 голов включая молодняк, имеющем 2715 га сельскохозяйственных угодий, на которых выращиваться

овощные и кормовые культуры. Весь образуемый навоз на предприятии используется в качестве органических удобрений на собственных полях.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенных исследований позволяют сформулировать следующие принципы формирования алгоритма обеспечения экологически безопасного функционирования сельскохозяйственного предприятия:

- Рассмотрение системы в целом во взаимосвязи - растениеводство и животноводство
- Обеспечение экологических требований на всех этапах функционирования предприятия: при проектировании; при строительстве; при эксплуатации предприятия.
- Применение критериев НДТ при оценке технологий.
- Применение структуры справочника НДТ при определении требований к системе экологического менеджмента на предприятии.
- Применение методов расчета баланса питательных веществ сельхозпредприятия для оценки мер по снижению экологической нагрузки.

База экологически безопасного функционирования предприятия закладывается на этапе проектирования при выборе месторасположения предприятия и выборе технических решений систем обращения с навозом.



Рис. 1. Этапы выбора места расположения сельхозпредприятия

Выбор места расположения предприятия (рис. 1) состоит из следующих этапов:

1. Уточнение вида деятельности и производственной мощности предприятия (источник исходных данных – сельхозпредприятие)
2. Выбор площадки для строительства (источник исходных данных – сельхозпредприятие, региональный комитет или Минсельхоз)
3. Уточнение объемно-планировочных и технико-технологических решений (источник исходных данных – сельхозпредприятие)

4. Проверка соответствия критериям ограничения : СЗЗ, водные объекты, нормативы и т.д. (источник исходных данных – сельхозпредприятие, региональный комитет или Минсельхоз)
5. Сопоставление баланса питательных веществ (N, P) планируемого предприятия и баланса N, P района, в котором планируется размещение (источник исходных данных – сельхозпредприятие, региональный комитет или Минсельхоз)

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

Как показывают результаты обследования крупных сельхозпредприятий, ошибки проектирования или игнорирование требований приводят затем к трудно решаемым проблемам обращения с навозом.

При выборе технологий и технических средств обращения с навозом в качестве обобщённых критериев при НТД приняты удельные капитальные и удельные эксплуатационные затраты в расчете на 1 тонну получаемого органического удобрения, затраты на сохранение питательных веществ, с учетом их потерь на каждой стадии [4-8].

Экологически безопасное функционирование животноводческого предприятия осуществляется за счет:

- обеспечения функционирования всей производственной цепочки предприятия с использованием наилучших доступных технологий;
- осуществления системы экологического менеджмента (экологического производственного контроля);
- мониторинга экологического состояния с использованием оценки эффективности использования питательных веществ в агроэкосистеме (рис. 2)

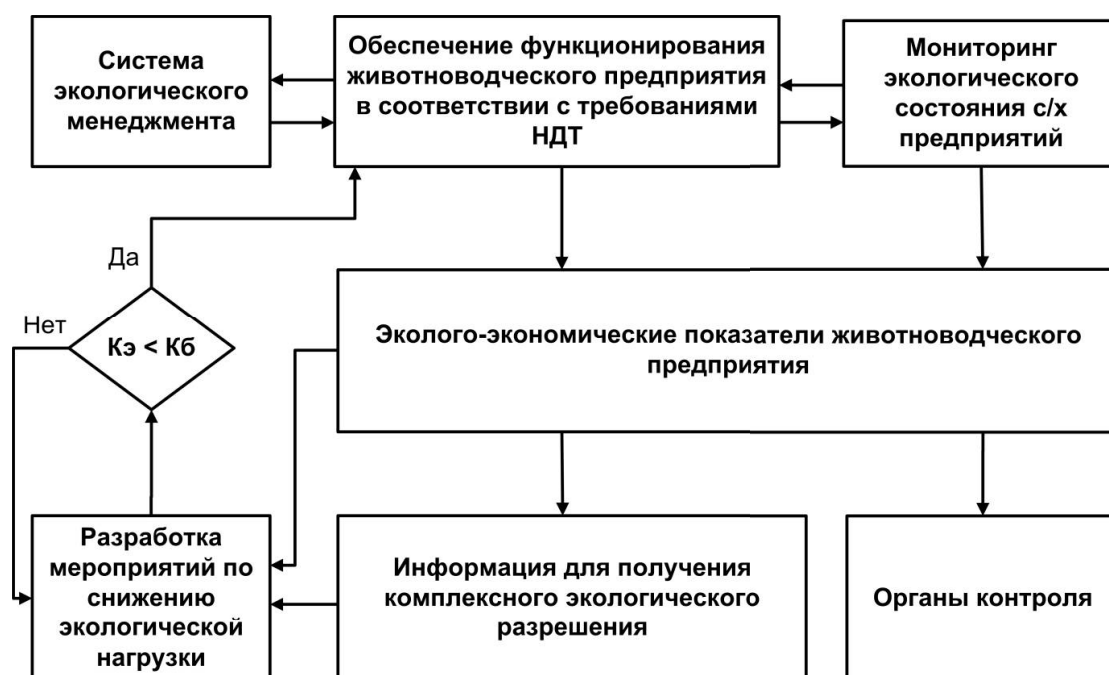


Рис. 2. Схема алгоритма функционирования экологически безопасного животноводческого предприятия

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

$$K_{эф} = \frac{Z_{экс}^{n+1}}{L^n - L^{n+1}}, \quad \text{тыс. руб./т в год}$$

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

$L^n$  – количество потерь при выполнении базовой технологии, т. /год;

$L^{n+1}$  - количество потерь при выполнении сравниваемой технологии с базовой, т. /год.

На рис. 2, 3 показан предлагаемый алгоритм обеспечения экологически безопасного функционирования действующего сельскохозяйственного предприятия, разработанный в соответствии с указанными выше принципами. В состав предприятия входят сектор животноводства и растениеводства; принято, что при оценке используется действующая законодательно-нормативная база, перечень заключений НДТ и технологические нормативы информационно-технических справочников, (ИТС) по выращиванию свиней и птицы. Поскольку российские ИТС находятся на стадии разработки, на данном этапе используются материалы справочника ЕС BREF [4] и результаты работы по российско-немецкому проекту 43086. Анализ системы обеспечения экологически безопасного функционирования сельхозпредприятия при помощи разработанного алгоритма позволит сформулировать требования и предложения по системе выдачи комплексного экологического разрешения для сельхозпредприятий [9-11].

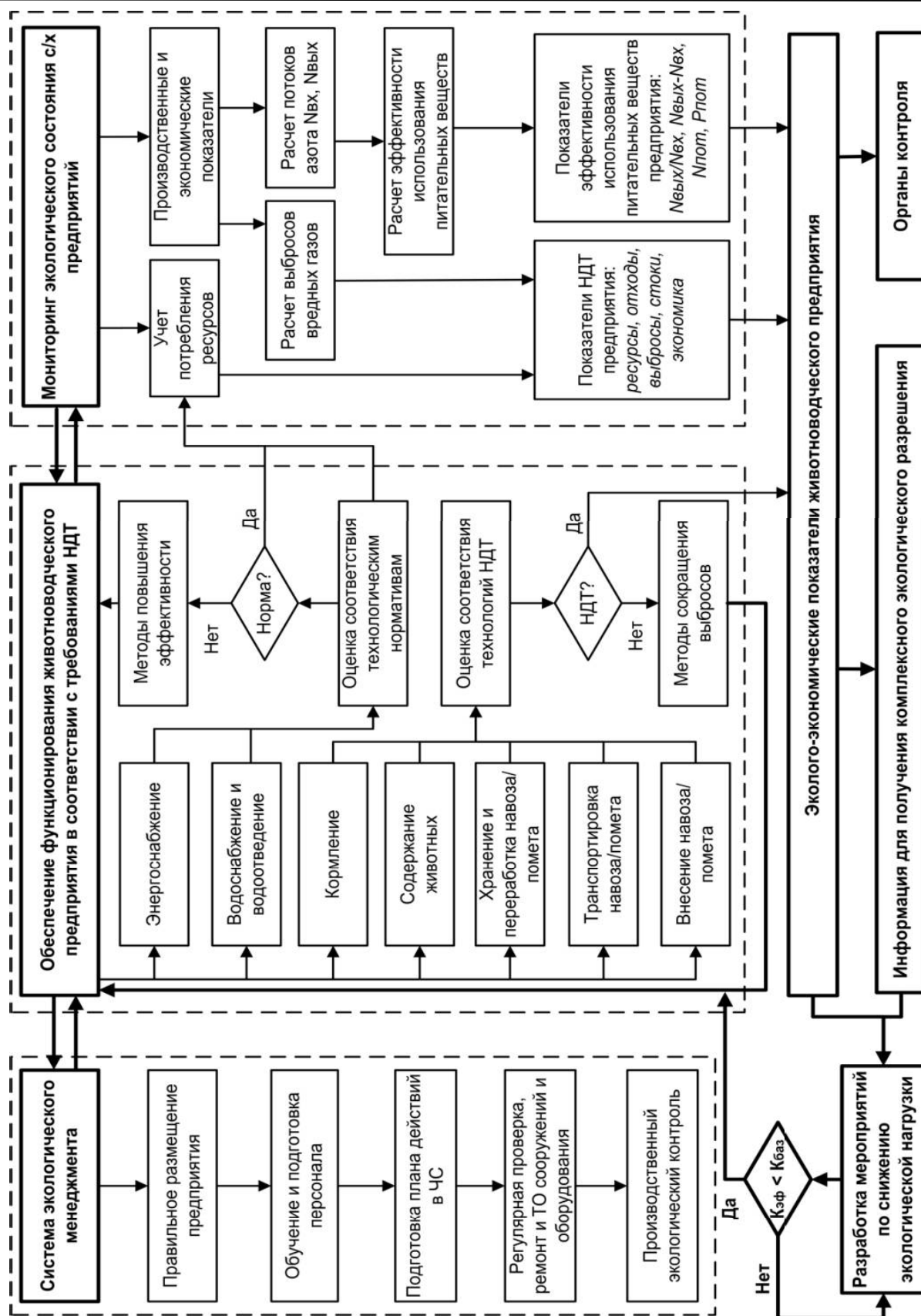


Рис. 3. Алгоритм экологически безопасного функционирования животноводческого предприятия

За основу расчета азотного баланса на уровне сельхозпредприятия принимается схема, показанная на рис. 4.

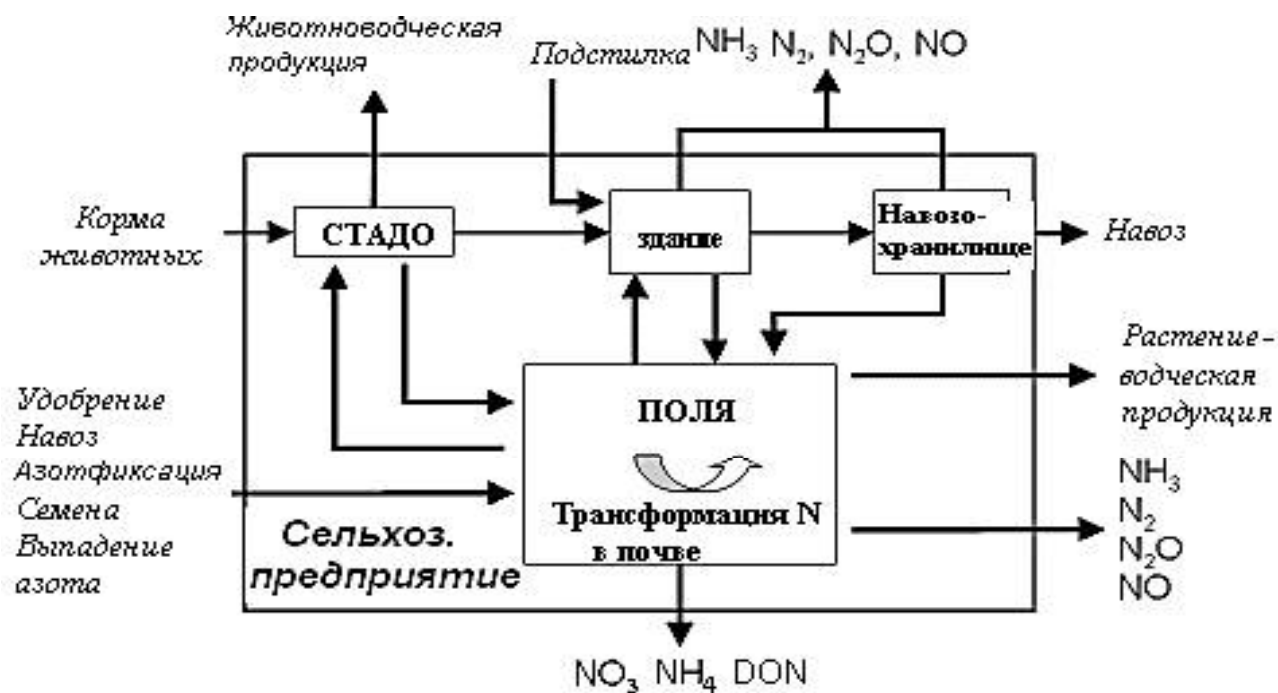


Рис. 4. Азотный баланс сельскохозяйственного предприятия (фермы) с производством животноводческой и растениеводческой продукции [8].

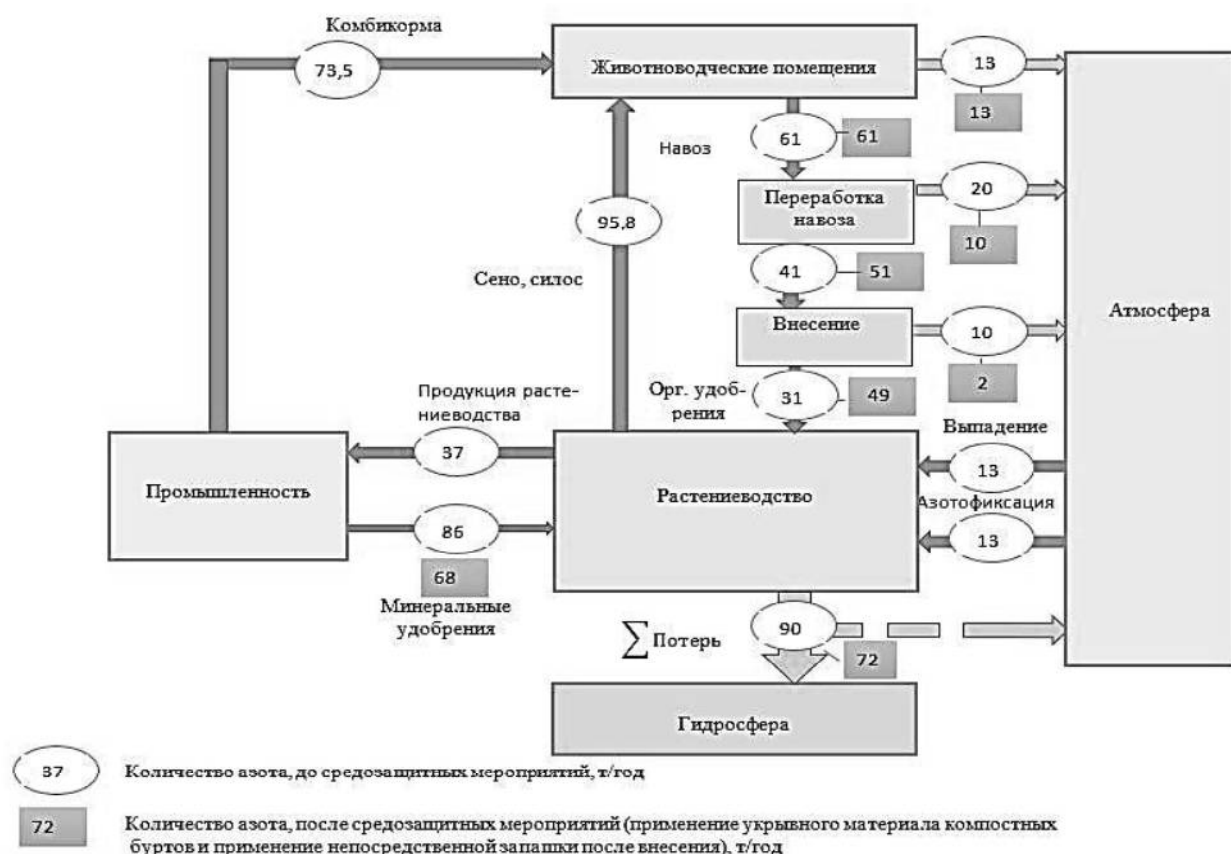


Рис. 5. Результаты апробации методики расчета азотного баланса на примере СПК «Оредежский»

В результате апробации методики расчета азотного баланса на примере «Оредежский» до и после внедрения применения алгоритма экологически безопасного функционирования животноводческого предприятия, установлено: снижение поступления азота в атмосферу на 41%; сокращение расхода минеральных удобрений на 18 т/год.

Основные рассчитываемые показатели: избыток азота  $N_{\text{баланс}}$  и коэффициент эффективности использования азота  $N_{\text{эф}}$  [11, 12].

Общий годовой баланс азота в хозяйстве:

$$N_{\text{баланс}} = \sum N_{\text{вход}} - \sum N_{\text{выход}} = (N_{\text{корм\_покуп}} + N_{\text{мин\_удобр}}) - (N_{\text{молоко}} + N_{\text{мясо}} + N_{\text{плем\_молодняк}} + N_{\text{раст\_прод}}),$$

где  $N_{\text{корм\_покуп}}$  – азот, поступающий на предприятие с покупными кормами (комбикорма, жмых, шрот, жом);

$N_{\text{мин\_удобр}}$  – азот, поступающий на предприятие с покупными минеральными удобрениями;

$N_{\text{молоко}}$  – азот, содержащийся в производимом молоке;

$N_{\text{мясо}}$  – азот, содержащийся в мясе идущем на продажу;

$N_{\text{плем\_молодняк}}$  – азот, содержащийся в живой массе реализуемого племенного молодняка;

$N_{\text{раст\_прод}}$  – азот, содержащийся в растительной продукции, идущей на продажу (зерно, картофель).

Эффективность использования азота в хозяйстве:



$$N_{эф} = \sum N_{выход} / \sum N_{вход} = \\ = (N_{молоко} + N_{мясо} + N_{плем\_молодняк} + N_{раст\_прод}) / (N_{корм\_покуп} + N_{мин\_удобр})$$

$N_{баланс}$  и  $N_{эф}$  зависят от типа фермы, вида культур и животных, местных поступлений азота, внешних входов (с удобрениями и кормами животных), эксплуатации и климата (табл.).

Таблица

Диапазон изменения значений  $N_{баланс}$  и  $N_{эф}$  по данным TFRN

Показатель	Тип сельскохозяйственного предприятия			
	Растениеводческие	Животноводческие		Смешанные
		Нет экспорта навоза	весь навоз экспортируется	
$N_{эф}$	0,6 – 1,0	0,4 -0,6	0,8–0,95	0,5 – 0,6
$N_{баланс}$	0-50 кг/га	0-1000кг/га		0-200кг/га

## ВЫВОДЫ

1. Экологически безопасное функционирование животноводческого предприятия осуществляется за счет:

- обеспечения функционирования всей производственной цепочки предприятия с использованием наилучших доступных технологий;
- осуществления системы экологического менеджмента (экологический производственный контроль);
- мониторинга экологического состояния с использованием оценки эффективности использования питательных веществ на животноводческом предприятии.

2. Мониторинг ведется на основании информации, получаемой от средств учета (расход электроэнергии, воды и др.), а также производственным и экономическим показателями соответствующей статистической отчетности предприятия. Все эти данные позволяют представить показатели предприятия для оценки предприятия в целом с позиций НДТ: по затратам электроэнергии и топлива на единицу продукции, затрате кормов на единицу продукции, сбросам сточных вод, получить расчетные значения удельных выбросов вредных газов, выбросов парниковых газов. Полученные данные позволяют сделать оценку эффективности использования питательных веществ предприятия, что представляется одним из наиболее объективных показателей.

3. Результаты апробации методики расчета азотного баланса для СПК «Оредежский», показали целесообразность применения показателя эффективности использования питательных веществ как обобщающего при сравнительной оценке предприятий. Динамика изменения этого показателя в комплексе с другими агроэкологическими показателями может использоваться для оценки результативности внедрения на предприятии мероприятий по совершенствованию технологии, с целью снижения экологической нагрузки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Попов В.Д., Максимов Д.А. Экологические проблемы использования машинных технологий в АПК // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2009. № 4. С. 5-8.

2. Афанасьев В.Н., Максимов Д.А., Афанасьев А.В. Концепция развития системы экологической безопасности сельхозпроизводства // Достижения науки и техники АПК. 2007. № 10. С. 40-42.
3. Хазанов Е.Е. Основные принципы создания экологически безопасных молочных ферм // В сборнике: Экология и сельскохозяйственная техника материалы 3-ей Научно-практической конференции. 2002. С. 248-254.
4. 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](http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/irpp_bref_0703.pdf)
5. 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](http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/IRPP_Final_Draft_082015_bw.pdf)
6. Ковалев, Н.Г. Органические удобрения в XXI веке (Биоконверсия органического сырья): Монография / Н.Г. Ковалев, И.Н. Барановский. — Тверь: Чу До, 2006. 304 с.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. Козлова Н.П. НДТ: шаги внедрения // Н.П. Козлова, А.Ю. Брюханов, Э.В. Васильев /Новое сельское хозяйство. – 2016. - №3. – С. 74-75
11. Афанасьев А.В. Азотный баланс сельскохозяйственного предприятия как инструмент для его экологической оценки.// А.В. Афанасьев, Н.П. Козлова / Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. - 2011. - Т. 22. - № 3. - С. 197-202.
12. Bryukhanov A.Yu. [& other]. Russia // Status of nutrient bookkeeping in the Baltic Sea countries. Dessau-Roßlau, 2015. С. 33-35.