

## МЕТОД ВЫБОРА НАИЛУЧШЕЙ ДОСТУПНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА ДЛЯ КОНКРЕТНЫХ УСЛОВИЙ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

В.Ф. ВТОРЫЙ, д-р техн. наук

Федеральное Государственное бюджетное научное учреждение «Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства - ИАЭП», Санкт-Петербург

Рост и интенсивность производства молока увеличивают антропогенную нагрузку на природную среду в зонах интенсивного животноводства, что требует модернизации существующих, внедрения новых экологически безопасных, энергосберегающих технологий на основе принципов НДТ с учетом конкретных условий хозяйствования. Основой метода выбора НДТ является системный подход. Соответствие проектируемой технологии наилучшим доступным технологиям при производстве молока определяется тремя группами критериев. Экологические критерии определяют уровень вреда, наносимого окружающей среде технологией производства молока с использованием коэффициента экологической опасности,  $K_{эо}$ . Если  $K_{эо} < 1$  - технология не представляет опасности для экосистемы,  $K_{эо} > 1$  - технология экологически опасна. Критерии ресурсоиспользования определяют уровень расхода кормов, МДж/ц.молока; затрат труда, чел-ч/ц.молока; энергозатрат, кг усл.топлива/ц молока и др. Отечественная продукция животноводства из-за недостаточной технической эффективности ферм по удельным затратам кормов превышает западные страны в 1,3-2,0 раза, рабочего времени и электроэнергии - в 2,5-3,5 раза. Экономические критерии определяют уровень экономической эффективности технологии производства молока с использованием коэффициента экономической эффективности,  $K_{ээ}$  с учетом затрат на экологические мероприятия или штрафы за нарушения экологического законодательства. Если  $K_{ээ} < 1$  - технология экономически эффективна; при  $K_{ээ} > 1$  - технология экономически неэффективна. Для комплексной оценки технологии на соответствие НДТ производится расчет среднего коэффициента  $K_{ср}$  или для анализа соответствия технологических процессов и технологии в целом существующим требованиям и нормативам. Целесообразно использование коэффициентов весомости критериев в зависимости от условий хозяйствования.

**Ключевые слова:** наилучшая доступная технология; ферма; молоко.

## METHOD OF SELECTION OF BEST AVAILABLE TECHNIQUE FOR MILK PRODUCTION UNDER CERTAIN CONDITIONS OF ECONOMIC MANAGEMENT

V.F. VTORYI, DSc (Engineering)

Federal State Budget Scientific Institution "Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – IEEP", Saint Petersburg

The growth and intensity of milk production increase the anthropogenic load on the natural environment in the areas of intensive livestock farming. This requires the modernization of existing technologies and introduction of new ecologically safe and energy saving technologies based on the BAT principles and taking into account specific economic conditions. Systematic approach is the basis of the method to select BAT. The compliance of the technology being designed with BATs in milk production is determined by three groups of criteria. Ecological criteria define the level of damage to environment by the milk production technology with the use of environmental threat factor  $K_{эо}$ . If  $K_{эо} < 1$  – the technology does not pose any danger to environment, if  $K_{эо} > 1$  – the technology is environmentally dangerous. Resources use criteria define the level of feed consumption (MJ/100 kg of milk), labour inputs (man\*hour/100 kg of

milk), energy inputs (kg of reference fuel/100 kg of milk) and others. Due to insufficient technical efficiency of farms the feed costs per unit of national livestock products exceed those in Western countries 1.3-2.0 times, the work time and electricity expenditures – 2.5-3.5 times. Economic criteria define the level of economic performance of a milk production technology with the use of cost-to-performance ratio  $K_{\text{э}}$  and with due account for the environmental measures costs and fines for violation of environmental laws. If  $K_{\text{э}} < 1$ , the technology is economically viable; under  $K_{\text{э}} > 1$  the technology is economically inefficient. For a comprehensive evaluation of the technology for compliance with BAT or with existing requirements and regulations, the average coefficient  $K_{\text{ср}}$  is calculated. It is advisable to use the weight coefficients of the above criteria depending on the conditions of economic management.

**Keywords:** best available technology, farm, milk.

## ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях идет процесс сближения законодательства РФ в вопросах экологии с нормами международного права. Подписан ряд международных конвенций и соглашений, в соответствии с которыми Россия обязуется снижать негативное воздействие хозяйственной деятельности на окружающую среду, что может быть достигнуто при внедрении наилучших доступных технологий (НДТ). Необходимо использовать методологические подходы к разработке и практическому освоению НДТ. Это в полной мере относится к сельскохозяйственному производству и в частности к технологиям производства продукции животноводства.

Сейчас на мировом рынке существует избыточное предложение молочной продукции. В тоже время Россия испытывает дефицит молока сырья в количестве 8,0 млн. тонн и доля импортной продукции в ресурсах товарного молока составляет около 25% [1,2].

Введение санкционных мер привело к снижению экспорта продовольствия и стимулировало отечественных товаропроизводителей. В связи с ростом производства увеличивается антропогенная нагрузка на природную среду в зонах интенсивного животноводства. Это требует модернизации существующих, внедрения новых экологически безопасных, энергосберегающих технологий на основе принципов НДТ с учетом конкретных условий хозяйствования [3,4].

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Наилучшая доступная технология (НДТ) - технологический процесс, технический метод, основанный на современных достижениях науки и техники, направленный на снижение негативного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду и имеющий установленный срок практического применения с учетом экономических, технических, экологических и социальных факторов. Цель выбора НДТ это выявление и установление в результате сравнения характеристик различных технологий, экономического предпочтения и доступности конкретной НДТ на фоне других, существующих в конкретной области деятельности [5].

Основой метода выбора НДТ является системный подход, заключающийся в рассмотрении технологии производства молока как единой системы требований к отдельным технологическим процессам и операциям в соответствии с их местом в общей структуре технологии и выполняемых функций, оценке взаимодействия технологии и объекта где она реализована (молочная ферма) с агроэкосистемой. Учитываются важнейшие

взаимосвязанные и взаимозависимые внешние и внутренние факторы — технологические, экономические, экологические, организационные, демографические, социальные и др.

Метод предусматривает использование целевого, нормативного и ситуационного подходов. При целевом подходе учитывается целенаправленное изменение технологии в производственном процессе с учетом возможных путей и сроков перехода из первоначального состояния в требуемое.

Суть нормативного подхода заключается в установлении нормативов по параметрам технологии, режимам работы оборудования, предельно допустимым концентрациям техногенных веществ выделяемых в технологическом процессе, используемым ресурсам.

Ситуационный подход означает, что проектируемая технология является открытой системой постоянно взаимодействующей с животным, человеком, окружающей средой и поэтому внутренние процессы, происходящие при выполнении технологии всегда взаимосвязаны с внешними процессами и необходимо учитывать обстоятельства, которые оказывают влияние на технологические процессы в текущий момент времени и прогнозировать развитие ситуации в будущем.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Основной проблемой производства продукции животноводства является низкая эффективность при высоких затратах различных ресурсов, недостаточная интенсивность применяемых устаревших технологий содержания и кормления животных, не позволяющих реализовать продуктивный потенциал животных. Рост и эффективность производства продукции животноводства может быть обеспечен за счёт формирования современных машинных технологий с комплексной механизацией и автоматизацией технологических процессов производства молока при снижении негативного воздействия на окружающую среду. Эти требования можно обеспечить формированием и внедрением в производство НДТ.

Основополагающими принципами формирования технологий производства молока на основе НДТ являются: минимизация негативного воздействия на окружающую среду, экономическая эффективность и доступность реализации технологии.

Эффективность технологии производства молока определяется уровнем ее интенсивности, где комплексным показателем (включает в себя генетику животных, обеспечение кормами, трудовыми ресурсами, уровень механизации и автоматизации процессов и др.) может служить молочная продуктивность коров, т.е. величина надоя в кг молока на голову в год. В общем случае можно выделить четыре уровня интенсивности.

Мировой уровень, достигнутый ведущими странами, такими как США, Германия, Швеция, Израиль и др., где на корову в год производят 9000-12000 кг молока. В среднем в мире продуктивность коров составляет 2200 кг на голову в год.

Федеральный Российский уровень. В среднем за 2014 год средняя продуктивность коров составила 4841 кг голову. Причем в зависимости от региона (Федерального округа) удой составлял в среднем от 3026 до 6144 кг [6]. В 2015 году удой составил 5233 кг.

Региональный (областной) уровень, существенно зависит от природно-климатических, социально-экономических условий региона. Так в центральном Федеральном округе продуктивность коров в Московской и Белгородской областях составила в 2014 году 6161 и 6134 кг голову соответственно, а в Брянской и Смоленской областях 3307 и 3777 кг на голову. В Северо-Западном ФО в Ленинградской области и Республике Карелия в 2014 году

продуктивность коров составила 7582 и 6811 кг на голову, а в Республике Коми и Новгородской области 4008 и 4103 кг соответственно [6]. Средний надой в сельскохозяйственных организациях Ленинградской области в 2015 году составил 7965 кг [7, 8].

Местный (районный) уровень, так же определяется природно-климатическими и социально-экономическими условиями, в которых находится конкретный товаропроизводитель. Наличие транспортной инфраструктуры определяет возможности обеспечения необходимыми ресурсами и доступность к рынкам сбыта продукции, что существенно влияет на технологию производства и экономическую эффективность. Так в Ленинградской области продуктивность коров по районам колеблется от 4306 до 9345 кг на корову в год [9]. А продуктивность в ЗАО «Племенной завод Рабителицы» в 2015 году она составила 12139 кг при поголовье 1400 коров, что соответствует лучшим мировым показателям.

Оценка соответствия проектируемой технологии наилучшим доступным технологиям при производстве молока определяется экологическими, ресурсоиспользования и экономическими критериями.

Экологические критерии - группа критериев, определяющая уровень вреда наносимого окружающей среде при данной технологии производства молока.

К ним относятся: выход навоза и стоков, т/сутки; выбросы парниковых газов, объем которых измеряется кг/сутки это углекислый газ, аммиак и двуокись азота, метан, сероводород [10, 11].

Оценка технологического процесса производится по уровню экологической опасности (антропогенной нагрузки) для окружающей среды. Антропогенная нагрузка — степень прямого и косвенного воздействия людей и их хозяйственной деятельности на природу в целом и на ее отдельные экологические компоненты и элементы (Словарь терминов МЧС, 2010).

Допустимая антропогенная нагрузка на окружающую среду - это нагрузка, которая не меняет качества окружающей среды или меняет ее в допустимых пределах, при которых не нарушается существующая экологическая система и не возникают неблагоприятные последствия в важнейших популяциях. Если нагрузка превышает допустимую, то антропогенное воздействие причиняет ущерб популяциям, экосистемам или биосфере в целом. При экологическом нормировании допустимых антропогенных нагрузок нужно учитывать экологическое нормирование различных воздействий, конечной задачей которого является защита экосистем. С этой целью выработаны предельно допустимые концентрации для различных веществ [12, 13].

Норматив допустимой антропогенной нагрузки  $N_{эн}$  — количество вредных выбросов (в твердом, жидком или газообразном состоянии) которое утилизируется экосистемой естественным образом или специальными очистными устройствами, сооружениями без вреда окружающей среде, человеку и животным.

Для оценки НДТ предлагается использовать коэффициент экологической опасности,  $K_{эо}$ , который рассчитывается как отношение расчетного (для проектируемой фермы) или фактического (для эксплуатируемой фермы) значения вредного выброса к нормативному значению.

$$K_{эо} = \text{факт} / N_{эн},$$

если  $K_{эо} < 1$  - технология не представляет опасности для экосистемы;

при  $K_{эо} > 1$  – технология представляет опасность для экосистемы.

Критерии ресурсоиспользования - группа критериев, определяющая уровень затрат ресурсов (энергетических, кормовых, трудовых и др.) при данной технологии производства молока.

Отечественная продукция животноводства из-за недостаточной технической эффективности ферм по удельным затратам кормов превышает западные страны в 1,3-2,0 раза, рабочего времени и электроэнергии - в 2,5-3,5 раза при более низких показателях продуктивности [14].

К основным критериям ресурсоиспользования относятся: расход кормов, МДж/ц.молока, затраты труда, чел-ч/ц.молока, общие энергозатраты кг усл.топлива/ц молока в т.ч. затраты эл.энергии, кВт-ч/ц.молока, расход воды, кг/ц.молока и др.

Стратегией развития механизации и автоматизации животноводства на период до 2030 года [1] предусмотрено достижение следующих технологических параметров при производстве молока (табл. 1):

Таблица 1

Технологические параметры эффективности технологий производства молока

Технологические параметры	2015 г	2020 г	2030 г
Затраты труда, чел-ч/ц молока	4,1	1,5	1,0
Затраты кормов, ц.корм.ед/ц молока	1,2	0,9-1,1	0,8-0,9
Затраты энергоресурсов, кг усл.топлива/ц молока	29,03	13,69	10,54
в т.ч. эл.энергии, кВт-ч/ц молока	48,0	50,0	55,0
жидкого топлива, кг/ц молока	18,0	5,2	2,6
Количество животных, обслуживаемых одним работником, гол	12,4	26,8	29,6

Для оценки НДТ предлагается использовать коэффициент эффективности ресурсоиспользования,  $K_{ри}$ , который рассчитывается как отношение расчетного (для проектируемой фермы) или фактического (для эксплуатируемой фермы) значения технологического параметра к нормативному значению.

$K_{ри} = \text{факт}/\text{нормат.},$

если  $K_{ри} < 1$  - технология энергоэффективная;

при  $K_{ри} > 1$  – технология неэнергоэффективная.

Экономические критерии - группа критериев, определяющая уровень экономической эффективности при данной технологии производства молока.

В современных условиях особую актуальность приобретает такой экономический фактор, как рентабельность зависящий от себестоимости производимой продукции и рыночной цены ее реализации. Рентабельность производства молока составляет в среднем 10% и наращивать производство в этих условиях не представляется возможным [1, 15].

В 2014 году в Ленинградской области себестоимость производства молока в различных сельхозпредприятиях колебалась от 3146 до 1371 рубля за центнер при цене реализации от 2723 до 1934 рублей за центнер. Экономический результат составил от прибыли 704 рубля до убытка 1212 рублей на центнер молока.

Необходимо отметить, что по данным МСХ РФ закупочная цена сырого молока в 2015 году в среднем по России составила 22,4 руб/кг с сезонными и региональными колебаниями  $\pm 1,5 - 2,0$  рубля.

Оценка технологии по уровню экономической эффективности производится с использованием коэффициента экономической эффективности,  $K_{ээ}$  который рассчитывается как отношение расчетного (для проектируемой фермы) или фактического (для эксплуатируемой фермы) значения себестоимости производства молока к закупочной цене.

$$K_{ээ} = \text{себест./зак.цена},$$

где себестоимость производства молока, руб/ц. молока;

закупочная цена, руб/ц.молока.

если  $K_{ээ} < 1$  – технология экономически эффективна;

при  $K_{ээ} > 1$  – технология экономически неэффективна.

Кроме основного коэффициента экономической эффективности  $K_{ээ}$  рассчитываются коэффициенты с учетом затрат на экологические мероприятия  $K'_{ээ}$  или штрафы за нарушения экологического законодательства  $K''_{ээ}$

$K'_{ээ} = (\text{себестоимость} + \text{затраты на экологические мероприятия}) / \text{закупочную цену}.$

$K''_{ээ} = (\text{себестоимость} + \text{штрафы за нарушения законодательства}) / \text{закупочную цену}.$

Сравнение коэффициентов  $K_{ээ}$ ,  $K'_{ээ}$ ,  $K''_{ээ}$  дает возможность оценить экономическую целесообразность проведения определенных мероприятий по устранению нарушений законодательства РФ в области охраны окружающей среды.

Расчет коэффициентов  $K_{эо}$ ,  $K_{ри}$  после проведения ряда дополнительных мероприятий покажет степень эффективности проведенных мероприятий с точки зрения экологической опасности и энергоэффективности.

Возможен расчет среднего коэффициента по технологии производства молока  $K_{ср}$

$$K_{ср} = (K_{эо} + K_{ри} + K_{ээ})/3,$$

если  $K_{ср} < 1$ , технология эффективна;

при  $K_{ср} > 1$ , технология не эффективна.

В случае, когда  $K_{ср} > 1$  необходим анализ технологических процессов и технологии в целом, выявление несоответствия выполнения отдельных технологических операций существующим требованиям их устранение.

Для учета разнообразия условий хозяйствования целесообразно использование коэффициентов весомости каждого из критериев. Причем значение коэффициентов весомости должны учитывать природно-климатические, социально-экономические региональные и местные условия, интенсивность рассматриваемой технологии производства молока и другие факторы.

## ВЫВОДЫ

Снижение импорта продовольствия стимулировал рост производства сельскохозяйственной продукции, в том числе молока. В связи с этим увеличивается антропогенная нагрузка на природную среду в зонах интенсивного животноводства. Это требует модернизации существующих, внедрения новых экологически безопасных, энергосберегающих технологий на основе принципов НДТ.

Основой метода выбора НДТ производства молока для конкретных условий хозяйствования является системный подход, рассматривающий технологию производства

молока как единую систему требований и оценок к отдельным технологическим процессам, оценке взаимодействия с агроэкосистемой. Соответствие проектируемой технологии наилучшим доступным технологиям при производстве молока определяется тремя группами критериев.

Экологические критерии - группа критериев, определяющая уровень вреда наносимого окружающей среде при производстве молока. Для оценки предлагается использовать коэффициент экологической опасности,  $K_{эо}$ . Если  $K_{эо} < 1$  - технология не представляет опасности для экосистемы,  $K_{эо} > 1$  – технология экологически опасна.

Критерии ресурсоиспользования - группа критериев, определяющая уровень затрат ресурсов технологии производства молока. Это расход кормов, МДж/ц. молока, затраты труда, чел-ч/ц. молока, общие энергозатраты кг усл. топлива/ц молока в т.ч. затраты эл. энергии, кВт-ч/ц. молока, расход воды, кг/ц. молока и др. Отечественная продукция животноводства по удельным затратам кормов превышает западные страны в 1,3-2,0 раза, рабочего времени и электроэнергии - в 2,5-3,5 раза.

Экономические критерии - группа критериев, определяющая уровень экономической эффективности технологии производства молока. Оценка технологии по уровню экономической эффективности производится с использованием коэффициента экономической эффективности,  $K_{ээ}$ . Если  $K_{ээ} < 1$  – технология экономически эффективна при  $K_{ээ} > 1$  – технология экономически неэффективна с учетом затрат на экологические мероприятия или штрафы за нарушения экологического законодательства.

Для комплексной оценки технологии на соответствие НДТ производится расчет среднего коэффициента  $K_{ср}$ . В случае, когда  $K_{ср} > 1$  необходим анализ технологических процессов и технологии в целом, выявление несоответствия выполнения отдельных технологических операций существующим требованиям их устранение. Целесообразно использование коэффициентов весомости критериев в зависимости от условий хозяйствования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов Ю.А. Результаты исследований НИУ ФАНО России по созданию инновационной техники и ресурсосберегающих технологий производства продукции животноводства / Вестник ВНИИМЖ.- №2(22). – 2016.- С 4-13.
2. Молочная отрасль – 2015:[ Справочник]/Сост. А.С.Белов, А.А.Воронин, М.Э.Жебит [и др.].- Москва: Национальный союз производителей молока, 2016.-376 с.
3. Стратегия развития механизации и автоматизации животноводства на период до 2030 года / Второй В.Ф. и др. М: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015.- 152 с.
4. Система технологий и машин для механизации и автоматизации производства продукции животноводства и птицеводства на период до 2020 года / Второй В.Ф. и др. М.: ГНУ ВНИИМЖ, 2013.-224 с.
5. ГОСТ Р 54097-2010. Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Методология идентификации. М.: Стандартиформ.-2011.-13 с.
6. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2015: Стат.сб. / Росстат.-М., 2015.-1266 с.
7. Агропромышленный и рыбохозяйственный комплекс Ленинградской области 2015: Стат.сб / Комитет по агропромышленному и рыбохозяйственному комплексу Ленинградской области.-СПб., 2016.-20 с.

8. Вторый В.Ф. Основные направления технико-технологического обеспечения молочного скотоводства Ленинградской области / В.Ф.Вторый, В.В. Гордеев, В.Е.Хазанов, А.К.Мороз // Молочное и мясное скотоводство. -2016.- №1.- С.16-17.
9. Агропромышленный комплекс Ленинградской области и Санкт-Петербурга в 2015 году. Стат.бюл. / Петростат.-СПб., 2015.-64 с.
10. Валге А.М., Вторый В.Ф., Вторый С.В. Концептуальная схема модели антропогенного воздействия молочно-товарной фермы на экологию окружающей среды/ А.М.Валге, В.Ф.Вторый, С.В.Вторый // Журнал «Известия СПбГАУ» №38, 2015, с.324-328.
11. Вторый В.Ф., Вторый С.В. Система технологического мониторинга производства молока на ферме КРС / В.Ф. Вторый., С.В. Вторый // Вестник ВНИИМЖ. - Ежеквартальный научный журнал.-№2.- 2012.- С.20-25.
12. 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.
13. <http://biofile.ru/bio/22480.html>.
14. Морозов Н.М. Основные положения формирования технической политики механизации и автоматизации животноводства / Вестник ВНИИМЖ. - №1(21). – 2016.-С.7-15.
15. Брюханов А.Ю., Волков А.Н. Эколого-экономическая оценка производства сельскохозяйственной продукции / В сборнике: Экологически безопасное развитие сельских территорий и сохранение водных объектов Сборник научных трудов международных семинаров, проведенных в рамках Российско-Финляндского проекта "Чистые реки - в здоровое Балтийское море" SE 717 в 2013-2015 годах. Под общей редакцией В.Б. Минина. 2016. С. 52-59

УДК 631.22

## АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ФЕРМ КРС

В.В. ГОРДЕЕВ, канд. техн. наук; В.Е. ХАЗАНОВ, канд. техн. наук; С.Н. МАТЕЙЧИК  
Федеральное Государственное бюджетное научное учреждение «Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства - ИАЭП», Санкт-Петербург

В животноводстве, в отличие от промышленности, основным средством производства, перерабатывающим сырьё в конечную продукцию, являются животные со всем многообразием их индивидуальных характеристик и поведенческих реакций. Всё поголовье животных на ферме крупного рогатого скота (КРС) делится в основном на 3 сектора, которые разбиты на отдельные фазы, представляющие собой специализированные цехи. Цикличность перехода животных от фазы к фазе создает своеобразный биологический конвейер, средний темп движения которого зависит от количества фуражных коров на ферме и от средней длительности межотельного цикла. При проектировании молочных ферм важно учесть не только физиологические требования животных к условиям выполнения производственного процесса на каждой из фаз этого конвейера, но и правильно рассчитать технологические параметры: структура стада, количество выбракованных животных, масса молодняка в конце каждой фазы, размеры технологических групп в каждом из