



Н.С.ЯКОВЧИК, докторант Белорусского НИИ экономики и информации АПК

УДК637:631.164/165

Экономическая оценка технологий производства продукции животноводства

В статье раскрываются методические подходы к определению обобщающего показателя энергоёмкости технологических процессов с помощью математического моделирования технологических систем, включая: прямые, косвенные, эксплуатационные затраты энергии, энергию живого труда, а также инвестиционный показатель, которые в сумме составляют полные затраты энергии на производство единицы продукции. На основании этих расчетных показателей оказывается возможным выявить энергосберегающие направления в животноводческой отрасли.

This article deals with methodical approaches to the definition of generalized index of technological processes power consumption by means of mathematical simulation of technological systems. Direct inputs, indirect inputs, working energy inputs, labourers' energy and also investment index make up in total full inputs per unit of production.

On the basis of the above-mentioned rated indices it is possible to show energy-saving directions in cattle-breeding.

Важнейшим показателем эффективности производства сельскохозяйственной продукции является ее энергоемкость. Определение этого показателя позволяет обосновать потребность сельского хозяйства в энергоресурсах, выявить энергосберегающие направления при разработке новых технологий.

К сожалению, до последнего времени вопросам экономного использования энергоресурсов в сельском хозяйстве, в том числе в животноводстве, уделялось недостаточное внимание. До сих пор нет единого мнения по оценке и расчетам потребляемой энергии при производстве той или иной продукции.

В связи с этим сделана попытка обобщить имеющиеся материалы по затратам энергии в животноводстве.

Показатели энергоемкости определяются для всех рабочих операций в мобильных и стационарных процессах на единицу массы произведенной продукции.

Для мобильных и стационарных энергетических установок показатели энергоемкости производства основных видов продукции рассчитывают по отдельным технологическим процессам. Описание производственных условий должно включать в себя краткие характеристики и наиболее важные технико-экономические показатели.

Расчет энергоемкости производства основных видов продукции выполняется в границах: начальная операция – транспортировка кормов со склада или поля; конечная – транспортирование готовой продукции или отходов на склад или для реализации. Если на ферме (комплексе) осуществляется первичная или полная переработка продукции, то затраты энергии на эти операции должны быть приведены отдельно и учтены при определении прямых затрат энергии и живого труда.

Затраты энергии рекомендуется определять для следующих процессов и операций.

Освещение: рабочих основных и вспомогательных помещений, дежурное и аварийное, уличное территории объекта.

Водоснабжение: привод насосных установок, обработка воды, подогрев воды для мытья технологического оборудования, подогрев воды для поения и ветобработки животных, стерилизации инструментов и т.д.

Доеение и переработка молока: установки для создания вакуума, насосы для перекачки молока, насосы для мойки молочной посуды, пастеризация и охлаждение.

Транспортировка кормов со склада до фермы.

Приготовление и раздача кормов.

Уборка помещений.

Вентиляция: приточная и вытяжная основных и вспомогательных помещений, подогрев воздуха.

Обогрев помещений.

Облучение и местный обогрев животных.

Убой скота.

Погрузка и транспортировка продукции для реализации.

В целях избежания расхождений и достижения однозначных результатов при определении энергоемкости должны быть выполнены следующие основные условия:

– адекватность границ анализа производства продукции;

– одинаковая последовательность проведения анализа и тождественная процедура обработки исходных данных;

– адекватность схем анализа объектов с различными технологиями;

– наличие дополнительной информации о климатических и других данных, существенно влияющих на расход топлива, энергии при работе теплоэнергетического оборудования.

В связи с этим составляющими энергоемкости являются:

Прямые затраты энергии. Расчет их несложен, так как в хозяйствах ведется учет расхода электроэнергии и различных видов топлива. В качестве исходной информации для определения прямых затрат энергии используют результаты собственных исследований и данные расхода всей энергии или ее поэлементных затрат.

На начальном этапе определения энергозатрат на оцениваемом объекте выписываются в виде таблицы все тепло- и электроэнергетические установки для основных и вспомогательных процессов с указанием их марки, мощности, массы, производительности, режима работы и других технико-экономических показателей. Все энергопотребляющие машины группируют по процессам. Затем по каждому из процессов определяют фактические значения перерабатываемого сырья и материалов (приготовление кормов разных видов, топлива для отопления, выход навоза, потребность в воде, объем воздухообмена для вентиляции и т.д.).

После этого определяют продолжительность работы каждой тепло- и электроэнергетической установки.

Время работы машин и оборудования рассчитывают по формуле

$$t_i = \frac{M_i}{M_{oi} \cdot K_{zi}}, \quad (1)$$

где M_i – годовое количество перерабатываемого сырья; M_{oi} – часовая производительность машин (в пределах нормы); K_{zi} – коэффициент загрузки.

Затраты электроэнергии и топлива каждой энергетической установки за год или сезон на выполнение определенного технологического процесса определяют по формуле

$$B_{ij} = P_{ij} \cdot t_i \cdot K_{ic}, \quad (2)$$

где B_{ij} – количество конкретного энергоносителя по i -му процессу, т, м³, кВт·ч; P_{ij} – установленная мощность i -й машины или установки в пределах нормы; t_i – продолжительность работы i -й машины, ч; K_{ic} – коэффициент спроса, учитывающий каталожную неувязку между потребляемой мощностью рабочей машины и стандартной мощностью установки (двигателя, котла, нагревателя и т.д.), КПД энергетической установки, а для групповых потребителей энергии (группа ламп, вентиляторов, облучателей и др.) – неодновременность включения.

В общем случае коэффициент спроса определяют по формуле

$$K_c = \frac{K_f \cdot K_{sk} \cdot K_{od}}{h}, \quad (3)$$

где K_f , K_{sk} , K_{od} – коэффициенты соответственно загруз-

ки, каталожной неувязки и одновременности; h – КПД энергооборудования.

При неопределенности исходной информации в качестве коэффициента спроса можно использовать данные таблицы 1 коэффициентов использования токоприемников.

Таблица 1. Примерные значения энергосодержания и энергетические эквиваленты энергоносителей

| Энергоносители | Энергосодержание, МДж | Энергетический эквивалент, МДж |
|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Электрическая энергия, кВт·ч | 3,6 | 12,0 |
| Тепловая энергия, Мкал | 4,19 | 5,9 |
| Автотракторное топливо, кг: | | |
| дизельное топливо | 42,7 | 10,0 |
| бензин автомобильный | 43,9 | 10,5 |
| керосин тракторный | 43,9 | 10,5 |
| Котельно-печное топливо: | | |
| топливо условное | 29,3 | 36,0 |
| уголь каменный | 22,5 | 24,0 |
| уголь бурый | 14,0 | 20,0 |
| сланцы | 7,3 | 26,0 |
| торф | 12,0 | 15,0 |
| мазут | 40,2 | 50,0 |
| дрова | 10,0 | 23,5 |
| газ природный, м ³ | 36,2 | 40,0 |

При нормировании расхода топлива для транспортных средств пользуются формулой

$$B = L_j \frac{M_j}{m_{oi} \cdot \beta_i} b_{oi}, \quad (4)$$

где L_j – плечо перевозки груза, км; M_j – масса перевозимого за год (цикл) груза, т; m_{oi} – грузоподъемность транспортного средства, т; β_i – коэффициент использования грузоподъемности; b_{oi} – удельный расход топлива на единицу мощности двигателя в час, который для транспортных средств можно приблизительно принять равным 0,2 кг (кВт·ч).

При отсутствии таких данных расход топлива определяют по формуле

$$B = B_{oi} \cdot P_i \cdot t_i, \quad (5)$$

где P_i – мощность двигателя i -й машины, кВт·ч; t_i – продолжительность работы i -й машины, ч.

Если технологический процесс включает несколько транспортных операций с различными массами грузов и длительностью перевозок, то для каждой операции рассчитывается годовой расход топлива и результаты суммируются. Прямые удельные затраты энергии (E_{np}) на выполнение j -го процесса для объекта в целом устанавливают как сумму расходов энергии отдельными приемниками (раздельно по видам каждого энергоносителя – твердого, газообразного, электроэнергии и др.).

$$E_{npj} = \sum_k^n B_{kj} \cdot l_k, \quad (6)$$

где n – количество энергоприемников; k – вид энергоносителя; l_k – энергосодержание конкретного энергоносителя (электроэнергии – МДж/кВт·ч, дизельного и автомобильного топлива – МДж/кг, всех видов котельно-печного топлива – МДж/кг у.т., тепловой энергии – МДж/Мкал и т.д.).

Значения их приведены в таблице 2.

Таблица 2. Значения энергетических эквивалентов сырья и материалов

| Наименование сырьевых ресурсов | Энергетический эквивалент, МДж/кг |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Зерно (в среднем) | 9,4 |
| Комбикорм (в среднем) | 14,4 |
| Отруби | 10,6 |
| Жмыхи | 9,6 |
| Шроты | 8,8 |
| Трава (в среднем) | 3,0 |
| Сено (в среднем) | 6,8 |
| Солома (в среднем) | 5,0 |
| Сенаж (в среднем) | 5,8 |
| Силос (в среднем) | 6,2 |
| Картофель | 8,0 |
| Корнеплоды | 10,0 |
| Травяная мука | 19,5 |
| Мясо-костная мука | 345,0 |
| Дрожжи | 41,7 |
| Молоко цельное | 42,0 |
| Мелисса | 12,0 |
| Минеральные добавки | 11,2 |
| Поваренная соль | 5,0 |
| Лекарственные и ветеринарные средства | 328,2 |
| Дезинфицирующие средства | 80,2 |
| Экскременты | 16,0 |
| Подстилка: торф | 3,8 |
| солома, опилки | 5,0 |
| Вода | 2,3 |

Косвенные затраты энергии. Косвенные затраты энергии складываются из затрат на производство кормов, подстилочных материалов, дезинфицирующих средств, минеральных добавок, ветеринарных препаратов и других материалов.

Предварительно для оцениваемого объекта определяют расход соответствующих материальных средств или сырья. Удельный расход энергии на производство единицы материального ресурса (или его энергетический эквивалент) рассчитывают дополнительно.

Для объекта в целом косвенный расход энергоносителей определяют по формуле

$$E_{кос j} = \sum_m^n H_{mj} \cdot a_m, \quad (7)$$

где H_{nj} – удельный расход корма или подстилки за год, т; a_m – энергетический эквивалент корма (подстилки) m -го вида, МДж/т.

При укрупненных расчетах энергоемкости всех кормов используется выражение

$$E_{\text{к}} = a_{kl} \cdot h_k, \quad (8)$$

где $a_{kl} = 10$ МДж/кг к.ед. – укрупненный энергетический эквивалент производства кормов; h_k – расход кормов на полученную продукцию, кг к.ед./кг молока.

Эксплуатационные затраты энергии. Эту статью затрат подсчитывают по формуле

$$E_{\text{экс}j} = \sum_j E_{\text{пр}} + E_{\text{кос}} \quad (9)$$

Инвестиционный показатель энергоемкости включает сумму затрат энергии, связанных с добычей, переработкой и поставкой энергоносителей к энергоустановке, а также с производством средств производства (техники, оборудования, зданий и сооружений).

Энергоемкость энергоносителей рассчитывают по формуле

$$E_{\text{э}j} = \sum_k B_{kj} \cdot a_k, \quad (10)$$

a_k – энергетический эквивалент конкретного энергоносителя, т.е. коэффициент, учитывающий дополнительный расход энергии на его добычу, производство и транспортировку, МДж/кг.

Энергоемкость зданий и сооружений для животных стационарного технологического оборудования определяют следующим образом:

– энергоемкость зданий и сооружений для содержания животных по формуле

$$E_{\text{з}j} = \sum_j \frac{a_j \cdot F_j}{T_{\text{н}j}} \cdot kl \quad (11)$$

– для стационарных средств механизации и оборудования

$$E_{\text{об}j} = \sum_j \frac{a_v \cdot M_{oi}}{T_{\text{н}i}} \cdot kl, \quad (12)$$

где a_v, a_o – энергетические эквиваленты зданий или оборудования, МДж/м², МДж/кг; F_j – площадь зданий, м²; M_{oi} – масса оборудования, машины, т; $T_{\text{н}i}, T_{\text{н}j}$ – нормативный срок службы машин, оборудования, зданий и сооружений, лет; kl – коэффициент участия оборудования, помещений в данном технологическом процессе.

Энергетические эквиваленты материалов, технических средств, зданий и сооружений рассчитываются дополнительно.

Инвестиционные затраты энергии, связанные с мобильными техническими средствами, используемыми на транспортных работах, рассчитывают по формуле

$$E_{\text{и}j}^{\text{пр}} = \sum_j C_i \cdot a_{\text{пр}i}, \quad (13)$$

где C_i – общее расстояние (для автомобилей) или время перевозок (для тракторных средств); $a_{\text{пр}i}$ – энергетический эквивалент одного километра или часа перевозок i -й машиной, МДж/км, МДж/ч.

Инвестиционные затраты энергии по объекту в целом определяют по формуле

$$E_{\text{инв}j} = \sum_j E_{\text{оз}} + E_3 + E_{\text{об}} + E_{\text{пр}}. \quad (14)$$

Энергия живого труда. Это энергия, расходуемая на поддержание активной деятельности людей, занятых в животноводстве. Затраты энергии живого труда рассчитывают по формуле

$$E_{\text{ж.т.}j} = \sum_j N_a \cdot a_{\text{ма}}, \quad (15)$$

где N_a – затраты труда j -го вида в течение одного j -го технологического процесса, чел/ч; $a_{\text{ма}}$ – энергетический эквивалент трудовых ресурсов a -го вида, МДж·чел/ч или МДж·чел/год.

Полные затраты энергии на производство животноводческой продукции E_n определяют путем суммирования прямых $E_{\text{пр}}$, косвенных $E_{\text{кос}}$, инвестиционных $E_{\text{инв}}$ энергозатрат и энергии человеческого труда $E_{\text{ж.т.}}$

$$E_n = E_{\text{пр}} + E_{\text{кос}} + E_{\text{инв}} + E_{\text{ж.т.}} \quad (16)$$

Основным критерием энергетической эффективности совершенствуемой технологии является уровень интенсификации, который можно вычислять по формуле

$$I_e = (1 - K_e) \cdot 100, \% \quad (17)$$

Для того, чтобы улучшить использование энергии в сельском хозяйстве в будущем, необходимо тщательно изучить объем и структуру энергетических затрат, а также их эффективность. Потребуются значительные капитальные вложения для разработки или закупки сберегающих технологий на основе модернизированного или полностью перестроенного энергопотребляющего оборудования и направленного укрепления материально-технической базы АПК. При этом надо помнить, что мероприятия по экономии топлива в 2–3 раза дешевле, чем эквивалентный прирост его добычи, производства и доставки потребителям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буча В.К., Добыш Г.Ф., Мицкевич А.А. Энергоемкость сельскохозяйственной продукции. – Минск: Ураджай, 1992. – 128 с.
2. Севернев М.М. Энергосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве. – Москва: Колос, 1992. – 190 с.
3. Яковчик Н.С., Плященко С.И., Лопатко А.М., Корнец И.Н. Энергоресурсосбережение в животноводстве. – Минск: Технопринт, 1998. – 290 с.
4. Марочкин В.К., Вайлук Н.Д., Брилевский М.Ю. Экономия топливно-энергетических ресурсов в сельском хозяйстве. – Минск: Ураджай, 1998. – 152 с.