

## **БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МОЛОКА ИНТЕНСИВНЫМИ МЕТОДАМИ**

**В. Н. ТИМОШЕНКО, А. А. МУЗЫКА, С. А. КИРИКОВИЧ,  
Л. Н. ШЕЙГРАЦОВА, М. П. ПУЧКА, Н. Н. ШМАТКО,  
М. В. ТИМОШЕНКО, А. И. КОНЁК**

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук  
Беларуси по животноводству»,  
г. Жодино, Республика Беларусь, 222160*

*(Поступила в редакцию 15.03.2023)*

*В статье изложены результаты изучения средств механизации, режимов их работы, расхода топлива и электроэнергии, мощности потребителей электроэнергии и проведена энергетическая оценка работы наиболее распространенных ферм и комплексов по производству молока различной мощности, что позволяет определить направления снижения энергоемкости производства молока, повысить эффективность производства, его стабильность и конкурентоспособность.*

*Установлено, что уровень производства молока во многом зависит от механизации и автоматизации технологических операций и рационального использования оборудования. Выбор способов, средств механизации и технологического оборудования зависит от строительных решений животноводческих зданий, которые связаны с технологическими решениями систем транспортировки и раздачи кормов, водопоения, доения, удаления навоза, от технологий содержания и обслуживания животных, а также от взаимного расположения зданий и сооружений фермы (комплекса).*

*Основными статьями энергозатрат при производстве молока являются затраты на корма (40,6–42,2 %) и на выращивание продуктивного скота (39,7–41,0 %). Далее в структуре затрат следуют затраты на подстилку (4,5–6,8 %), затраты живого труда (2,7–4,1 %), затраты на металлоемкость машин и оборудования (1,9–3,4 %), и затраты, овеиествленные в энергоносителях (2,6–3,1 %). В совокупных энергозатратах наибольший удельный вес приходится на энергию, овеиествленную в топливе, и расходуюемую тракторами и погрузчиками при раздаче кормов и уборке навоза.*

*Уровень энергозатрат на единицу продукции зависит не только от расхода ресурсов в расчете на каждое животное, но и от его продуктивности, так как с изменением среднесуточного удоя изменяются и статьи затрат на кормление и содержание животных. Наименьшее количество энергетических ресурсов на производство 1 т молока сочетается с высокой продуктивностью животных и более высоким уровнем производства молока на одного работающего.*

**Ключевые слова:** *крупный рогатый скот, содержание, молочно-товарная ферма, технология производства, биоэнергетический анализ.*

*The article presents the results of studying the means of mechanization, their modes of operation, fuel and electricity consumption, the power of electricity consumers and carried out an energy assessment of the operation of the most common farms and complexes for the produc-*

tion of milk of various capacities, which makes it possible to determine the directions for reducing the energy intensity of milk production, increase the efficiency of production, its stability and competitiveness.

*It has been established that the level of milk production largely depends on the mechanization and automation of technological operations and the rational use of equipment. The choice of methods, means of mechanization and technological equipment depends on the construction solutions of livestock buildings, which are associated with technological solutions for the systems of transportation and distribution of feed, watering, milking, manure removal, on the technologies for keeping and servicing animals, as well as on the relative position of buildings and structures at a farm (complex).*

*The main items of energy consumption in milk production are the cost of feed (40.6–42.2 %) and the cost of raising productive livestock (39.7–41.0 %). Next in the cost structure are the costs of bedding (4.5–6.8 %), the cost of human labor (2.7–4.1 %), the cost of metal consumption of machinery and equipment (1.9–3.4 %) and costs embodied in energy carriers (2.6–3.1 %). In the total energy consumption, the largest share is accounted for by the energy embodied in fuel and consumed by tractors and loaders when distributing fodder and removing manure.*

*The level of energy consumption per unit of product depends not only on the consumption of resources per animal, but also on its productivity, since with a change in the average daily milk yield, the cost items for feeding and maintaining animals also change. The smallest amount of energy resources for the production of 1 ton of milk is combined with high animal productivity and a higher level of milk production per worker.*

**Key words:** *cattle, maintenance, dairy farm, production technology, bioenergetic analysis.*

**Введение.** Животноводческая ферма представляет собой весьма сложную биотехническую систему, в которой животные выступают не только как средство переработки корма в конечную продукцию, но и как средство воспроизводства стада. В этой системе технологии содержания и обслуживания животных, машины и помещения, т.е. технологические, технические и объемно-планировочные решения, составляют единое целое.

В скотоводстве основными производственно-технологическими линиями, применительно к которым внедряются средства механизации, являются приготовление и раздача кормов, водо – и теплоснабжение, поение, доение, очистка помещений от навоза, обеспечение микроклимата. Для механизации этих процессов разработаны специальные машины, механизмы и устройства [1]. Изыскание путей снижения энергоемкости и повышения энергоотдачи производства молока и говядины неразрывно связано с многовариантной технологией и применением различных технических средств их получения [2].

Современные фермы и комплексы по производству молока и говядины представляют собой сложный инженерный комплекс, включающий технические элементы, обеспечивающие комфортное содержание, кормление, доение, поение и другие технологические операции, которые представляют собой локальные биотехнические подсистемы. Раз-

личия в физиологических потребностях животных на определённых фазах жизненного цикла к кормлению, условиям содержания, параметрам микроклимата обуславливают необходимость формирования технологических групп, позволяющих организовать их дифференцированное обслуживание [3, 4].

Условия содержания и доения коров обладают различным уровнем соответствия физиологическим потребностям животных и оказывают существенное влияние на их продуктивность и качество молока. Поэтому одной из главных предпосылок успешного ведения скотоводства является глубокое изучение и учет биологических потребностей животных. Возникает необходимость с помощью технических средств и за счет применения рациональных технологических приемов создать близкие к оптимальным условия жизнеобеспечения [5, 6, 7].

Особая значимость повышения эффективности производства молока выражается в получении максимальной прибыли, повышении рентабельности и конкурентоспособности отрасли. Экономически эффективен такой способ производства, при котором производится максимальный объем продукции приемлемого качества с минимальными затратами и её продажей с наименьшими издержками [7, 8].

Для развития животноводства необходимо совершенствовать не только натуральные показатели производства, но и экономические условия. Чтобы иметь накопления для добавочных вложений, отрасль должна иметь доходность, прибыльность [8].

Одним из показателей, позволяющих более достоверно определять затраты на производство молока, является энергоёмкость, включение которой в общую систему показателей способствует выработке как общей стратегии сбережения энергоресурсов, так и конкретных решений по применению энергосберегающих технологий и техники. При этом для определения энергоёмкости производства молока в качестве методологической основы целесообразно использовать метод энергетического анализа, который позволяет проводить комплексную оценку по совокупным энергозатратам различных технологий производства молока и говядины [9].

**Основная часть.** В связи с вышеизложенным, целью исследований явилась биоэнергетическая оценка технологических решений на наиболее типичных действующих фермах и комплексах по производству молока различной мощности, что позволит дать целостную картину существующих технологий производства молока и изыскание путей по снижению затрат на производство продукции.

Объектом исследования явились фермы и комплексы по производству молока ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смоленвичского района – МТФ «Жажелка» (мощность фермы по проекту 750 голов), МТК «Березовица» (мощность комплекса по проекту 850 голов), МТК «Рассошное» (мощность комплекса по проекту 1000 голов).

Были изучены следующие показатели:

- зоотехнические: мощность и среднегодовое поголовье фермы (комплекса), среднесуточный и валовый прирост, среднесуточный удой, валовый надой, условия содержания животных;

- технологические: технологические решения, технологическое оборудование;

- технико-экономические: виды применяемых машин и оборудования, режим их работы, расход топлива и электроэнергии, мощности потребителей электроэнергии; прямые затраты, инвестиционные затраты, затраты труда на обслуживание животных;

- энергетические: фактическая энергоемкость процессов жизнеобеспечения и обслуживания животных по удельному расходу ТЭР (топливо-энергетических ресурсов) в условном топливе кг/гол с учетом прямых, косвенных и совокупных затрат энергии.

Для оценки энергопотребления были использованы: «Методика определения норм и нормативов биоэнергетики» [10], «Временная методика энергетического анализа в сельскохозяйственном производстве» [11], «Энергосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве» [12], «Энергосбережение в животноводстве» [9], «Методика энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве» [13], «Биоэнергетическая оценка и основные направления снижения энергоемкости производства молока» [14].

Основными потребителями прямой энергии на фермах и комплексах по производству молока и говядины являлись системы, обеспечивающие оптимальную среду обитания животных и технологические процессы, связанные с содержанием, кормлением и доением животных (системы водоснабжения, освещения, доения). Прямые затраты энергии включали в себя также расход топлива и горюче-смазочных материалов технологическим оборудованием и машинами, применяемыми на животноводческих объектах.

Косвенные затраты энергии определялись затратами кормов, воды, подстилочных материалов, дезинфицирующих средств, минеральных добавок, ветеринарных препаратов и др.

Инвестиционные затраты энергии состояли из энергозатрат на добычу, переработку и доставку топлива, на строительство зданий и сооружений, на производство машин и оборудования, а также из энергозатрат на выращивание продуктивного скота. Энергоносителями для технологических процессов на изучаемых объектах служили электроэнергия, дизельное топливо и бензин.

Из анализа затрат следует, что основными расходными статьями при производстве молока на МТФ «Жажелка», МТК «Березовица» и МТК «Рассошное» являлись затраты на корма (40,6–42,2 %) и на выращивание продуктивного скота (39,7–41,0 %), на долю которых приходился наибольший процент.

Далее в структуре затрат на изучаемых объектах следовали затраты на подстилку (4,5–6,8 %), затраты живого труда (2,7–4,1 %), затраты на металлоемкость машин и оборудования (1,9–3,4 %), и затраты, ове­ществленные в энергоносителях (2,6–3,1 %).

Затраты, ове­ществленные в зданиях и сооружениях, на МТФ «Жажелка», МТК «Березовица» и МТК «Рассошное» составили соответственно: 1,37 %, 1,40 и 1,90 %, а затраты на жидкое топливо – 1,65, 0,96 и 1,10 % соответственно. Меньше одного процента в структуре энергозатрат занимали затраты на электроэнергию и вспомогательное сырье (лекарственные, ветеринарные и дезинфицирующие средства).

Результаты выполненного нами энергоанализа производства молока (табл. 1) показали, что самые низкие суммарные энергозатраты за 2020 год оказались на МТФ «Жажелка» – 2422507 кг у.т., а самые высокие – на МТК «Рассошное» – 5186166 кг у.т. Уровень энергозатрат на единицу продукции зависит не только от расхода ресурсов в расчете на каждое животное, но и от его продуктивности, так как с изменением среднесуточного удоя изменяются и статьи затрат на кормление и содержание животных. Так, наименьшее количество энергетических ресурсов на производство 1 т молока на МТК «Березовица» (733,8 кг у.т) сочеталось с высокой продуктивностью животных (средний удой молока на 1 корову за 2020 г. здесь составил 7948 л, на МТФ «Жажелка» – 7569 л и на МТК «Рассошное» – 7397 л) и более высоким уровнем производства молока на одного работающего (225,8 л на комплексе «Березовица», 118,8 л и 219,4 л в расчете на одного работающего человека соответственно на ферме «Жажелка» и комплексе «Рассошное»).

Таблица 1. Показатели затрат энергии при производстве молока

Показатель	Единицы измерения	Наименование ферм и комплексов		
		МТФ «Жажелка»	МТК «Березовица»	МТК «Рассошное»
I. Прямые затраты, кг у.т.				
Затраты электроэнергии	1 голова	49,0	41,7	50,3
	1 т молока	6,5	5,3	6,8
Затраты жидкого топлива	1 голова	97,5	53,5	67,6
	1 т молока	12,9	6,7	9,1
II. Косвенные затраты, кг у.т.				
Затраты энергии на корма	1 голова	2410,6	2374,7	2542,9
	1 т молока	318,5	298,8	343,7
Затраты энергии на подстилку	1 голова	265,1	397,2	388,8
	1 т молока	35,0	50,0	52,6
Затраты энергии на лекарства и дезинфицирующие средства	1 голова	7,7	10,7	12,9
	1 т молока	1,0	1,4	1,8
III. Инвестиционные затраты, кг у.т.				
Затраты энергии, овеществленные в энергоносителях	1 голова	186,3	151,5	183,7
	1 т молока	24,6	19,1	24,8
Затраты энергии, овеществленные в машинах и оборудовании	1 голова	202,9	154,0	115,4
	1 т молока	26,8	19,4	15,6
Затраты энергии, овеществленные в зданиях и сооружениях	1 голова	80,6	80,5	114,9
	1 т молока	10,7	10,1	15,5
Затраты энергии на выращивание продуктивного скота	1 голова	2393,3	2393,3	2393,3
	1 т молока	316,2	301,1	323,5
IV. Затраты энергии живого труда, кг у.т.				
Затраты энергии живого труда	1 голова	244,2	175,4	160,6
	1 т молока	32,3	22,1	21,7
Полные энергозатраты, кг у.т.				
Суммарные энергозатраты	–	2422507	3645277	5186166
	1 голова	5937,5	5832,4	6030,4
	1 т молока	784,4	733,8	815,2

Как было сказано выше, для ферм и комплексов разной мощности наибольший процент в структуре затрат занимали затраты на воспроизводство стада и затраты на корма. Так, затраты на выращивание продуктивного скота в расчете на 1 т молока на МТК «Рассошное» были на 2,3–7,4 % выше, чем на МТФ «Жажелка» и на МТК «Березо-

вица» соответственно. Однако в расчете на 1 голову они были одинаковыми, так как коэффициент воспроизводства стада на данных фермах имел одинаковое значение. Для снижения энергозатрат на выращивание продуктивного скота необходимо добиваться повышения молочной продуктивности коров за счет продления продуктивной жизни животных, благодаря созданию комфортных условий для их содержания путем использования современного стойлового оборудования, применения технологического зонирования зданий, применения мягких напольных покрытий или достаточного количества сухой подстилки в местах для отдыха животных.

Самые низкие затраты на корма в расчете на 1 голову скота оказались на МТК «Березовица», что на 35,9–168,3 кг у.т. ниже по сравнению с рационом на ферме «Жажелка» и МТК «Рассошное» соответственно.

Косвенные затраты энергии на подстилку на изучаемых объектах составили 265,1–397,2 кг у.т. в расчете на 1 голову скота. На МТК «Березовица» они оказались в 0,98–1,5 раза выше по сравнению с показателями затрат энергии на подстилку на МТК «Рассошное» и на ферме «Жажелка» соответственно. Для снижения затрат на подстилку целесообразно применять технологическое зонирование зданий (разделять площадь секций на зону кормления и отдыха).

В годовых совокупных энергозатратах самые высокие затраты энергии живого труда в расчете на голову и на тонну молока оказались на МТФ «Жажелка», что в 1,4–1,5 раза выше, чем на МТК «Березовица» и МТК «Рассошное», что связано с большим количеством производственного (6 операторов машинного доения, 8 животноводов) и обслуживающего персонала на ферме (5 человек) при имеющемся поголовье скота.

Основной удельный вес энергии ручного труда на изучаемых объектах приходился на животноводов (30,0–31,8 %), операторов машинного доения (22,7–23,0 %) и трактористов (7,7–9,0 %).

С целью снижения затрат труда людей целесообразно оптимизировать количество единиц обслуживающего персонала; применять действенную мотивацию труда работников, ориентируясь на рост продуктивности скота и экономию корма; за достижение экономии кормов и повышение молочной продуктивности за счет увеличения производства молока следует премировать работников.

Затраты энергии, овеществленные в машинах и оборудовании, на ферме «Жажелка» также оказались на 48,9–87,5 кг у.т. или в 1,3–

1,8 раза выше в расчете на 1 голову, чем на МТК «Березовица» и МТК «Рассошное» соответственно, что связано с наличием энергоемкого оборудования и машин на данной ферме при имеющемся в обслуживании поголовье коров.

В годовых совокупных энергозатратах большая доля затрат приходилась и на затраты по доставке энергоносителей потребителю. Самые низкие затраты по этому показателю оказались на МТК «Березовица» – 151,5 кг у.т. в расчёте на 1 голову скота. На МТФ «Жажелка» и на МТК «Рассошное» затраты составили 186,3 и 183,7 кг у.т. соответственно.

Данные об эксплуатации зданий и сооружений свидетельствуют о том, что энергетические затраты были выше на ферме большей мощности, то есть на комплексе «Рассошное» – 114,9 кг у.т. в расчете на 1 голову скота.

В совокупных энергозатратах наибольший удельный вес приходился на энергию, ошествленную в топливе, и расходующую тракторами и погрузчиками при раздаче кормов и уборке навоза. При этом в расчете на 1 голову скота затраты жидкого топлива на ферме «Жажелка» оказались на 29,9–44 кг у.т. или в 1,4–1,8 раза выше, чем на МТК «Рассошное» и МТК «Березовица» соответственно. Большой расход топлива на этой ферме, возможно, связан с технологической операцией уборки навоза, которая осуществляется во всех зданиях фермы трактором с бульдозерной навеской.

Важным направлением уменьшения энергоемкости топлива является устранение лишних и сокращение холостых пробегов тракторов на транспортных работах, оптимальная загрузка прицепов; рациональное размещение животноводческих предприятий и объектов кормопроизводства; исключение перевалок кормов на пути от хранилища к животноводческим зданиям и перегрузок продукции на пути к местам переработки и реализации, наличие кормового двора с хранилищами для сена, соломы и сенажа; размещение отдельных хранилищ, навесов для хранения сена (соломы) в ближайшей доступности для потребителя. Для каждого животноводческого объекта должны быть определены необходимые нормы запаса кормов и подстилки.

Изучение и анализ затрат электроэнергии в условиях ферм и комплексов по производству молока показали, что реализация новых технологических решений позволила уменьшить расход энергии. Так, замена большей части люминесцентных светильников на МТК «Березовица» светодиодными привело к снижению затрат на освещение. По



затратам электроэнергии в расчете на голову скота было отмечено, что на МТК «Березовица» они были ниже, чем на ферме «Жажелка» и комплексе «Рассошное» (41,7 кг у.т. в расчете на голову против 49 и 50,3 кг у.т. соответственно).

Кроме того, более низкие показатели затрат энергии на МТК «Березовица» можно объяснить наличием доильного оборудования с меньшей потребляемой мощностью (на МТК «Березовица» доильная установка «Параллель» 2x16 мощностью 30,0 кВт, на МТФ «Жажелка» доильная установка «Елочка» 2x14 мощностью 35,5 кВт, на МТК «Рассошное» доильная установка «Карусель-40» мощностью 50,0 кВт).

**Вывод.** Исследованиями установлено, что основными статьями энергозатрат при производстве молока являются затраты на корма (40,6–42,2 %) и на выращивание продуктивного скота (39,7–41,0 %). Далее в структуре затрат следуют затраты на подстилку (4,5–6,8 %), затраты живого труда (2,7–4,1 %), затраты на металлоемкость машин и оборудования (1,9–3,4 %), и затраты, овеществленные в энергоносителях (2,6–3,1 %). В совокупных энергозатратах наибольший удельный вес приходился на энергию, овеществленную в топливе, и расходующую тракторами и погрузчиками при раздаче кормов и уборке навоза.

Уровень энергозатрат на единицу продукции зависит не только от расхода ресурсов в расчете на каждое животное, но и от его продуктивности, так как с изменением среднесуточного удоя изменяются и статьи затрат на кормление и содержание животных. Наименьшее количество энергетических ресурсов на производство 1 т молока сочетается с высокой продуктивностью животных и более высоким уровнем производства молока на одного работающего.

#### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Попков, Н. А. Модернизация, реконструкция и строительство молочных ферм и комплексов / Попков Н. А., Курдеко А. П., Тимошенко В. Н, Трофимов А. Ф., Шалак М. В., Музыка А. А., Курак А. С. [и др.] / УО «БГСХА», РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству». – Горки, 2011. – 132 с.
2. Яковчик, Н. С. Экономические основы энергосбережения в животноводстве (теория, методология, практика) / Н. С. Яковчик, В. В. Валуев. – Барановичи: Баранов. тип., 1999 – 162 с.
3. Хазанов, Е. Е. Технологические модули для коров и молодняка при беспривязно-боксовом способе их содержания / Е. Е. Хазанов, В. В. Гордеев // Научно-технический прогресс в животноводстве – перспективные ресурсосберегающие машинные технологии: Сб. науч. тр., том 15, часть 2. Подольск, 2005. – С. 40–47.
4. Казакевич, П. П. Технологическая концепция «умной» молочной фермы / П. П. Казакевич, В. Н. Тимошенко, А. А. Музыка. – РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2022. – 252 с.

5. Портной, А. И. Оценка соответствия условий содержания и доения современным требованиям молочного скотоводства / А. И. Портной, В. А. Другакова // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2019. – №1. – С. 53–56.
6. Портной, А. И. Управление качеством молока при интенсификации молочного скотоводства: монография / А. И. Портной, В. А. Другакова. – Горки, 2017. – 310 с.
7. Башмакова, А. А. Развитие расширенного воспроизводства в сельском хозяйстве (на материалах Смоленской области): автореф. дис. .... канд. эконом. наук: 08.00.05, 08.00.10 / А. А. Башмакова. – Москва, 2011. – 26 с.
8. Касьянова, А. С. Обоснование направлений расширенного воспроизводства в отраслях растениеводства: автореф. дис. ... канд. эконом. наук: 08.00.05 / А. С. Касьянова. – Курск, 2008. – 19 с.
9. Яковчик, Н. С. Энергоресурсосбережение в сельском хозяйстве / Н. С. Яковчик, А. М. Лапотко– Барановичи: др Укруп. тип., 1999 – 380 с.
10. Севернев, М. М. Энергосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве / М. М. Севернев. – М.: Колос, 1992. – 190 с.
11. Кива, А. А. Биоэнергетическая оценка и снижение энергоёмкости технологических процессов в животноводстве / А. А. Кива, В. М. Рабштына, В. И. Сотников. – М.: ВО «Агропромиздат», 1990. – 176 с.
12. Севернев, М. М. Временная методика энергетического анализа в сельскохозяйственном производстве / М. М. Севернев. – Минск, 1991. – 126 с.
13. Методика энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве / Россельхозакадемия, ВИМ, ЦНИИМЭСХ, ВИЭСХ. – М.: ВИМ – М., 1995. – 95 с.
14. Мишуров, Н. П. Биоэнергетическая оценка и основные направления снижения энергоёмкости производства молока: науч. изд. / Н. П. Мишуров. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 152 с.