

Н.С.Яковчик, доктор сельскохозяйственных наук
директор совхоза "Закозельский" Дрогичинского района Брестской области
УДК 631.172:636.085.002.2+636

Основы использования энергоресурсов в кормопроизводстве и животноводстве

Материал статьи базируется на обобщении теоретических положений, отраженных в публикациях отечественных и зарубежных ученых и специалистов по вопросам экономики и организации энергосбережения, исследованиях БелНИИ животноводства, фактических материалах Минстата РБ, обобщенных статистических данных Брестского областного комитета сельского хозяйства и продовольствия, нормативно-правовых актах и практическом опыте автора

The article is based on the summary of the theoretical provisions, published by national and foreign scientists working on energy saving as well as the research by the Belarusian Research Institute of Animal breeding, actual materials from the Ministry of Statistics of Belarus, summarized statistics from the Brest region committee on agriculture, norm-creating regulations and personal experience of the author.

Проблема ресурсосбережения для Беларуси, испытывающей большой дефицит энергоносителей, весьма актуальна. Национальное сельское хозяйство остается значительно более энерго- и материалоемким по сравнению с развитыми странами мирового сообщества. И это при условии, что производство продукции аграрного сектора за счет собственных источников энергии удовлетворяется лишь на 8%, с тенденцией их сокращения. Выход из создавшейся ситуации — во всеобъемлющей экономии энергоресурсов на основе разработки и массового внедрения ресурсоэффективных технологий. При этом нужно учитывать тот факт, что мероприятия по экономии энергоресурсов в 2-3 раза дешевле, чем эквивалентный прирост их добычи, производства и доставки. Экспертные оценки свидетельствуют, что потенциал экономики на традиционной технологической основе уже в недалеком будущем в сельском хозяйстве республики будет практически исчерпан, что создаст предпосылки для дальнейшего обострения проблемы. Это объективно указывает, что в основу первоочередных преобразований в сельском хозяйстве следует положить принцип перехода от энерго- и материалоемких технологий к ресурсосберегающим малозатратным, экологически чи-

стым, обеспечивающим повышение экономической эффективности производства, экономию невозобновляемых ресурсов и охрану окружающей среды.

Поскольку животноводство сельскохозяйственных предприятий РБ является основной отраслью потребления прямых и совокупных энергетических ресурсов, на долю которой приходится 23-27% жидкого топлива, 37-42% электроэнергии от всех энергоресурсов, направляемых на производственные цели в сельском хозяйстве, поэтому научное обоснование и разработка технологических и организационно-хозяйственных решений по снижению энергозатрат на производство продукции и повышению эффективности животноводства выступает в качестве наиболее приоритетного направления в экономике отрасли и хозяйствующих субъектов.

Научная и практическая сущность рассматриваемой проблемы состоит в обосновании и раскрытии системного формирования и рационального использования энергоресурсов во взаимосвязи с социально-экономическими и природными особенностями региона, применительно к РБ; в разработке экономической стратегии эффективного энергоснабжения хозяйствующих субъектов на селе в условиях формирования рыночных отношений; в оценке состояния регионального рынка

традиционных энергоносителей и выработке предложений по совершенствованию его государственного регулирования; в создании научной концепции совершенствования организационно-экономического механизма управления системой энергосбережения в животноводстве республики в условиях перехода к рыночным отношениям; в оценке эффективности предлагаемого комплекса мероприятий по энергосбережению.

Всесторонний анализ существующих научных исследований по указанной проблеме, а также изучение закономерностей, пронизывающих природу по энергосбережению, позволяют констатировать, что в сельскохозяйственной, равно как и других видах деятельности человека, отсутствует понимание и учет действия общего закона природы — энергетической экстремальности самоорганизующейся природы, который получил еще название закона выживания. Его сущность проявляется в максимальном использовании в существующих условиях доступной свободной энергии каждым элементом самоорганизующейся природы. Отсюда следует, что все структуры и процессы самоорганизующейся природы энергоэкономны.

На предыдущих этапах развития общества, что, к сожалению, имеет место у нас и сейчас, в жизнеобеспечении преобладала расточительная форма ресурсосбережения. При участии человека, особенно в период экстенсивного развития сельского хозяйства, уничтожено много болот, лесов, рек, озер и т.д., нарушено природное равновесие. Естественно, что переход к интенсификации обострил противоречия между обществом и природой. Суть этого противоречия сводится к тому, что ограниченность природных ресурсов и неравномерное их распределение по территории, несовершенство технологий производства, когда вся хозяйственная деятельность была направлена только на получение продукции без учета ущерба от их влияния на окружающую среду, негативно сказывается на развитии собственно производства и общества в целом.

Насколько велики затраты энергоресурсов, например, в животноводстве РБ и какие огромные возмож-

ности их эффективного использования, экономии, показывают данные в сравнении с показателями сельского хозяйства США (табл. 1).

Рост объемов потребления энергоресурсов привел к тому, что природа потеряла способность к самовосстановлению. Конечно, есть альтернатива — это отказаться от интенсивного ведения производства, но интересы общества иные — развитие производства на основе интенсификации, всемерной экономии энергоресурсов, что обеспечит гармоничное развитие природы и человека. В свое время Ф.Энгельс указывал на внутреннее единство общества и природы как системы. Это очень важный принцип взаимодействия общества и природной среды. На этот принцип в отношении сельского хозяйства обращали внимание такие выдающиеся ученые, как Стебут И.Н., Измальский А.А., Тулайков А.М., Прянишников Д.М., предлагавшие теорию рационального развития земледелия рассматривать в тесной взаимосвязи с практикой эффективного хозяйствования.

Интенсификация производства требует дифференцированных подходов к выбору различных видов энергии, использования системы эффективных мер по решению проблемы энергосбережения. Реальная система взаимодействия «человек — машина — среда — почва — животное» отражает сложность и многообразие происходящих явлений, поскольку в процессе производства продукции участвуют различные виды ресурсов — природные, биологические, трудовые, энергетические, что наглядно показано на примере производства и переработки молока.

Наукой и практикой установлено, что в любой социальной деятельности интеграционные процессы ведут к усилению взаимосвязей на основе лучшей организации как отдельных частей, так и системы в целом, что позволяет ввести в экономическую теорию новый термин «системный эффект», который не в состоянии создать каждую часть целого, действуя автономно. Эффект целостности системной интеграции называют еще «синергетическим эффектом». Оптимальным решением энергетической проблемы в сельском хозяйстве на указанной основе в настоящее время и в перспективе явилось бы достижение

баланса между потребляемыми энергоресурсами, аккумулированными в сельскохозяйственной продукции, и производством энергии, способной возместить все понесенные затраты.

Следует отметить, что влияние совокупности всех факторов по энергосбережению на эффективность хозяйственной деятельности остается еще мало изученным. Исследования по энергопотреблению в основном связаны с технологическими процессами. Используемые показатели энергооборуженности и энергообеспеченности для оценки уровня технической оснащенности хозяйств характеризуют лишь наличие мощностей механических и электрических двигателей без учета качества и количества потребленной энергии. А это, в свою очередь, сдерживает определение направлений и реализацию резервов

Таблица 1. Сдельные затраты ресурсов на производство животноводческой продукции (2000 г.)

Показатели	Беларусь	Россия	США
Молоко			
Удой молока на корову, кг	2154	2282	7967
Затраты труда на 1 ц молока, чел-ч	8,9	8,5	0,4-0,6
Затраты энергоресурсов на 1 ц молока, кг у.т.	9,8	13,3	4,4
Мясо крупного рогатого скота			
Производство говядины на голову скота, кг в убойной массе	70,0	40,3	330
Затраты труда на 1 ц прироста, чел-ч	50,5	55,0	2,2
Затраты энергоресурсов на 1 ц прироста, кг у.т.	66,5	41,5	4,4
Свинина			
Среднесуточный прирост свиней, г	373	316	650
Затраты труда на 1 ц прироста, чел-ч	18,3	20,3	1,5-1,8
Затраты энергоресурсов на 1 ц прироста, кг у.т.	-	303,8	171,8

экономии энергии в сельском хозяйстве. Поэтому исключительно важна разработка системы показателей учета потребления энергоресурсов и методических подходов для оценки эффективности их использования.

Изучая теорию энергетических проблем, а они всегда занимали достойное место в естественных и общественных науках, стоим на позиции тех авторов, которые считают, что энергетический подход наиболее применим прежде всего для процесса производства. Суть человеческой деятельности — создание потребительной стоимости. В сельском хозяйстве оно происходит через соединение энергии природы и энергии человека. Поэтому обществу очень важно знать, сколько затрачивается как энергии человека, так и энергии, овегцествленной в топливе, технике, прочих материальных ресурсах (от этого в сумме зависит величина стоимости товара), а с учетом ее изыскания, добычи, транспортировки и т.д., тем более при незаконном потреблении, возрастает и стоимость конечного продукта.

Отсюда следует, что определение эффективности сельскохозяйственного производства целесообразно осуществлять с позиции энергетических затрат, особенно при разработке ресурс- и энергосберегающих технологий, при обосновании прогноза развития, размещения и специализации сельскохозяйственного производства, при составлении энергетического баланса.

Основным показателем, характеризующим энергоемкость технологических процессов или технологии в целом, является полная энергоемкость, представляющая собой сумму прямых и овегцествленных энергозатрат, отнесенных к единице объема произведенной продукции или выполненной работы. Полные затраты энергии состоят из эксплуатационных (прямых и косвенных) и инвестиционных. Эксплуатационные затраты энергии включают в себя расход топлива, тепловой, электрической и других видов энергии, представлены технологическим оборудованием, машинами и т.п. Инвестиционные затраты энергии определяют по расходу топлива и энергии на добычу и доставку энергоносителей к энергопотребителю, строительство производственных и вспомогательных объектов, производство машин и оборудования.

На основе разработанной методологии оценки эффективности энергосбережения автором предложена модель производства животноводческой продукции, которую следует положить в основу энергосбережения и считать типовой для конкретного региона.

Метод энергетической оценки производства сельскохозяйственной продукции дает возможность количественно определять совокупные затраты в единых энергетических единицах, сравнивать энергозатраты по элементам технологии, оценивать различные технологии заготовки кормов. Такой подход позволяет объективно оценить энергоемкость технологических процессов, выявить резервы экономии ресурсов и наиболее существенные факторы, характеризующие энергоемкость и экономичные варианты хозяйствования.

Основой повышения эффективности животноводства является создание стабильной кормовой базы. В последние годы резко ухудшилось обеспечение животноводства растительными кормами (сеном, сенажом, силосом)

из-за сокращения объемов их заготовки, снижения качества и увеличения потерь. Основные причины — низкая продуктивность кормовых угодий, особенно сенокосов и пастбищ, вследствие применения упрощенных технологий их улучшения, как и устаревшей однооперационной техники, семян низкого качества и недостатка удобрений; отсутствия комплексной механизации, прежде всего на погрузочно-разгрузочных и транспортных работах, а также нехватка основных кормозаготовительных машин в технологических комплексах; недостаточная надежность кормоуборочной техники и отсутствие квалифицированного ее обслуживания.

Формирование энергосберегающих технологий в кормопроизводстве показано на рисунке, а энергоемкость важнейших кормов — в таблице 2. В совхозе «Закозельский» наиболее энергоемкими являются такие корма, как корнеплоды — 92 МДж на 1 к.ед., силос — 34,4 и травяная сечка — 31,4 МДж; из кормов перерабатывающих производств — ЗЦМ-88,2 МДж на 1 к.ед., минимальные затраты характерны для зеленых кормов.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что для решения проблемы производства кормов необходимо максимально использовать биологические возможности луговых угодий и многолетних бобовых трав и травосмесей. Это даст возможность при меньших затратах на их выращивание получать устойчивые высокие урожаи богатых белками кормов и повышать плодородие почвы.

Сравнение биоэнергетической эффективности зеленых кормов с травостоем из многолетних трав при укосном и пастбищном использовании показало, что в последнем случае затраты энергии снижаются на 7 ГДж/га. Себестоимость 1 к.ед. зеленой массы многолетних трав в сельскохозяйственных предприятиях республики в 2000 г. составила 11,5 тыс.руб., в однолетних травах — 17,8 тыс.руб. В практике совхоза «Закозельский» установлено, что рациональное использование пастбищ позволило в течение трех лет повысить выход сухого вещества на 12-14 ц/га, а обменной энергии на 11-12 ГДж.

Применяемые в настоящее время в хозяйствах республики технологии и комплексы машин при заготовке кормов из трав (особенно сена), несоблюдение технологических режимов уборки приводят к потере 30-50% выращенного урожая, а затраты энергии и труда по-прежнему остаются высокими. Это одна из причин непроизводительных потерь, существенного недобора кормов, их низкого качества, сокращения производства кормов.

Научно-хозяйственными опытами установлено, что при заготовке сена в измельченном виде затраты энергии и средств по сравнению с технологиями заготовки рассыпного сена снижаются в 1,5 раза на 1000 т исходной зеленой массы. Прессование сена с внесением химических консервантов снижает энергозатраты до 2-3 кг у.т. на 1 ц к.ед. Наибольших затрат требует приготовление травяной муки — 250-300 кг топлива на 1 т.

Одним из значимых направлений снижения энергоемкости производства продукции животноводства, определяющего специализацию по существу всех сельскохозяйственных предприятий РБ, является применение энергосберегающих технологий в приготовлении кормов, на которое приходится не менее 25-30% от общих

Таблица 2. Совокупные затраты энергии на производство кормов

Корма	Энергоемкость производства 1 кг	
	натурального корма, МДж	к. ед. корма, МДж
Концентраты:		
комбикорм	14,4	14,4
мука фуражная	6,8	6,2
Грубые:		
сено	6,8	14,2
травяная сечка	19,5	31,4
сенаж	5,8	21,5
Сочные:		
силос	6,2	34,4
корнеклубнеплоды	18,4	92,0
зеленая масса	3,0	7,1
Корма перерабатывающих производств		
ЗЦМ	42,0	88,2
свиной пудрет	16,0	26,6

затрат на их производство. Эффективный способ экономии — предварительное провяливание трав до влажности 60-65%. При этом расход жидкого топлива, как показывают исследования, снижается на 41-57%, а электроэнергии — на 67%. Большую экономию топлива можно получить при сочетании провяливания трав с использованием в процессе сушки отработанного тепла сушильных агрегатов, а также применяя низкотемпературную сушку на основе утилизации солнечной энергии.

Значительную экономию топлива и энергии возможно иметь при обработке фуражного и продовольственного зерна. В настоящее время на сушку зерна зат-

рачивается энергии больше, чем на все предыдущие операции. Так, на сушку 1 т зерновых колосовых затрачивается 10, кукурузы — 40-50 кг у.т. Снижение затраты энергии на эти цели достигается за счет использования более совершенного сушильного оборудования и применения энергосберегающих технологий (импульсного способа вентилирования, химического консервирования зерна повышенной влажности и др.)

Основу рациона в стойловый период в скотоводстве, которое является главной отраслью животноводства и в целом сельского хозяйства, составляет силос (до 30% и более по питательности), 70-80% которого производится из кукурузы. При этом эффективна технология, когда кукуруза на силос убирается в восковой спелости. Если в силосе, заготовленном из кукурузы в стадии молочной спелости, концентрация сухого вещества составляет 19-20%, переваримого протеина — 1,5%, то в фазу восковой спелости — 34 и 2,6%. Согласно расчетным данным в первом случае затраты на 1 т к.ед. равны 24 тыс. руб., во втором — 19 тыс. руб.

С целью выявления возможностей существенного сокращения расхода топлива и затрат энергии на заготовку высококачественного силоса из кукурузы восковой спелости нами сделан анализ энергетических затрат по всем стадиям расхода ресурсов. Установлено, что основная часть стоимости энергии приходится на машины, топливо и удобрения. Снижение энергетических затрат при уборке в стадии восковой спелости зерна возможно в 1,5-2 раза при использовании механизированных комплексов.

Для сельского хозяйства республики, испытывающего в последние годы дефицит концентрированных кормов при высокой стоимости их приобретения, экономически обосновано снижение удельного веса последних в рационе крупного рогатого скота и в первую очередь при кормлении коров. В связи с этим важнейшим усло-

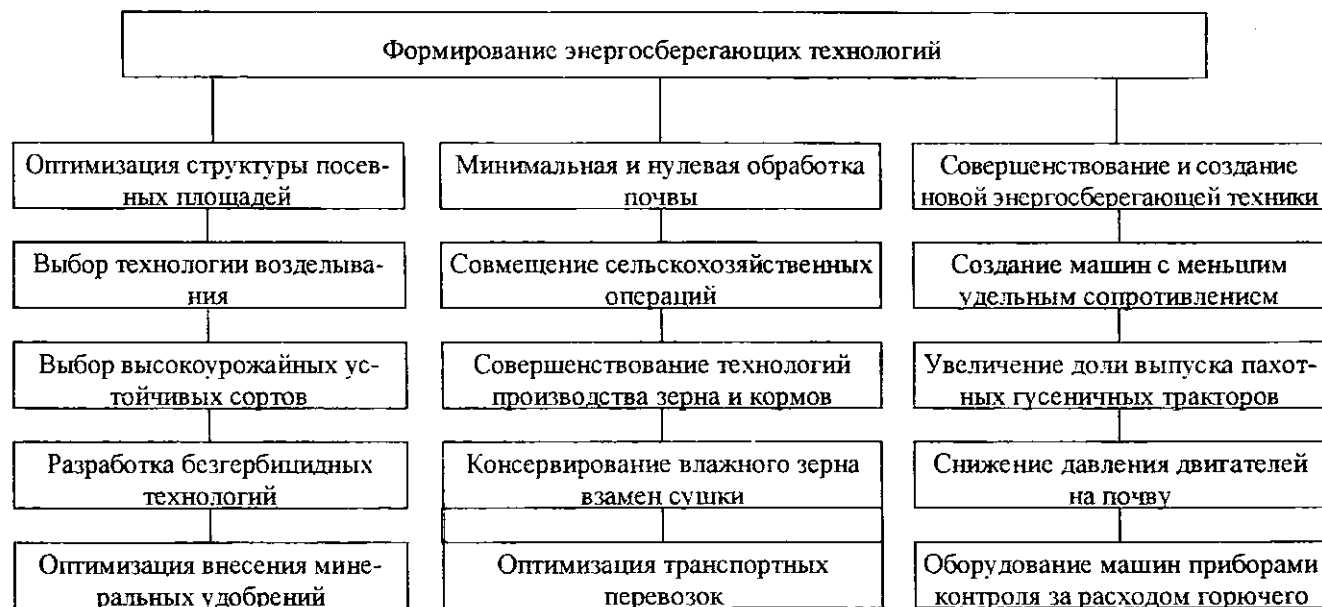


Рис. Модель энергосберегающей технологии в кормопроизводстве

вию повышения экономической эффективности и снижения себестоимости производства молока и мяса является увеличение скармливания крупному рогатому скоту качественного сенажа, силоса, сена и зеленых кормов.

Наряду с другими грубыми кормами в годовых рационах крупного рогатого скота в настоящее время используется солома, на долю которой приходится до 5-6% от общей питательности потребляемых кормов. В абсолютном объеме в масштабе животноводства республики это составляет 2,5-3,0 млн. т (в физической массе). Скармливание соломы животным в натуральном виде малоэффективно, поэтому требуется предварительная ее подготовка. С энергетической точки зрения наиболее выгодно силосование соломы и обработка ее безводным аммиаком. При силосовании полные затраты энергии на обработку 1 т соломы на 25 кг у.т. ниже, чем при ее запаривании.

Хотя и в значительно меньших количествах, чем в прошлые годы, во многих сельскохозяйственных предприятиях осуществляется приготовление травяной муки. Вместе с тем ее производство требует относительно больших затрат энергии — расход топлива барабанными высокотемпературными сушилками типа АВМ составляет не менее 200-250 кг на 1 т, а в ненастную погоду при влажности сырья 70-80% достигает 300-350 кг, поэтому заготовка ее целесообразна лишь в минимальных объемах, с учетом потребности телят в витаминной продукции (корме) и как ингредиент для приготовления сбалансированных комбикормов.

В животноводстве республики, в частности, на выращивании и откорме крупного рогатого скота, весьма существенны затраты энергоресурсов при раздаче кормов. При мобильной раздаче кормов они ниже чем больше мощность объекта. Так, для комплекса на 7 тыс. голов полные энергозатраты в расчете на голову составляют 33 и на 1 т прироста — 123 кг у.т., а для комплекса на 3 тыс. голов эти показатели соответствуют 65 и 263 кг у.т.

В структуре энергозатрат комплексов малой мощности (3-5 тыс. голов КРС) с комбинированной системой раздачи кормов (мобильная + стационарная) 70% приходится на прямые издержки, а затраты энергии живого труда составили 14,2 кг у.т. при полных затратах 43,4 кг у.т. на одну голову. Определено также, что на каждый процент снижения металлоемкости машин энергоемкость раздачи кормов уменьшается на 1,2%.

Большие возможности энергосбережения в животноводстве связаны с использованием вторичных энергоресурсов (ВЭР). Под вторичными энергоресурсами понимают энергетический потенциал продукции, отходов, побочных и промежуточных продуктов, образующихся в технологических установках, которые не применяются в самом агрегате-источнике, но может частично или полностью направляться для энергоснабжения других потребителей. Удельные капиталовложения на осуществление мероприятий по использованию ВЭР, отнесенные на 1 т сэкономленного топлива, в 2-3 раза ниже удельных капиталовложений на его добычу и транспортировку.

Для снижения затрат на производство молока, улучшения его качества и уменьшения расхода дезинфицирующих средств в совхозе «Закозельский» разработаны два новых способа очистки молочно-доиль-

ного оборудования, позволяющие снизить бактериальную обсемененность молока на 18% и регенерировать тепло охлажденного продукта, используя его для подогрева технологической воды. Тепла, высвобожденного при охлаждении 2 л молока до 40 °С, достаточно для подогрева 1 л воды до температуры 50 °С.

Применение высокотехнологичного оборудования для охлаждения и хранения молока (закрытых двухстенных резервуаров прямого охлаждения) позволяет собирать молоко за 4-6 доек, эффективно охлаждать и направлять его на реализацию через 2-3 дня, экономить на транспортных расходах и ликвидировать излишние перевалочные операции, снижающие его качество. Утилизация тепла охлаждаемого молока в закрытых охладителях и использование его для подогрева воды позволили только на молочной ферме «Литовок» сэкономить в течение года 90 тыс. кВт·ч.

В качестве источника энергии в теплонасосных установках могут использоваться и различные технологические отходы тепла. К этой группе источников тепловой энергии можно отнести теплосодержание барды спиртзаводов.

Одним из важных источников экономии электрической энергии и снижения затрат на производство молока является всесторонне обоснованный выбор кратности доения коров. Известно, что с целью повышения надоев молока нередко применяют трехкратное доение. Многочисленными исследованиями установлено, что при трехкратном доении по сравнению с двукратным удастся повысить надой на 8-12%. Однако при этом значительно повышаются затраты труда, энергии, моющих и дезинфицирующих средств, быстрее изнашивается доильное оборудование. В совхозе «Закозельский» при обосновании кратности доения, помимо учета вышесказанных факторов, исходили из анализа энергетических затрат. Были проведены хронометражные наблюдения при различных режимах работы технологического оборудования. Расчеты показали, что в общей структуре энергозатрат при трехкратном доении энергозатраты были выше, чем при двукратном, на 29% (табл. 3).

Другим источником экономии электрической энергии является выбор наиболее эффективного осветительного оборудования оптимальной конструкции, с целесообразным светораспределением и максимально высоким КПД. Так, применение современного осветительного оборудования взамен ламп накаливания (КПД которых составляет 45%) позволяет снизить затраты электрической энергии в 5-6 и более раз. Замена ламп накаливания на молочнотоварной ферме на 200 голов комплектом осветительных устройств типа ЛСП-02-9-03 позволила сократить расход электроэнергии на 17872 кВт·ч в год, или в 6,5 раза. За срок службы этого оборудования (12 лет) экономия может составить 214,5 тыс. кВт·ч.

Одним из направлений экономии электроэнергии является использование солнечных коллекторов для нагрева воды для технологических нужд в летний период содержания дойного стада в лагерях. По сравнению с доением на ферме электроэнергии затрачивается в 3,5 раза меньше.

Проведенные автором статьи, а также многие другие исследования показали большие возможности

Таблица 3. Затраты электрической энергии и эффективность ее использования при различных режимах доения коров

Технологические операции	Мощность оборудования, кВт·ч	Время работы оборудования в сутки, ч	Затраты электроэнергии за год, кВт·ч	Стоимость затрат электроэнергии, тыс. руб.
2-кратное доение				
Доение	9	5	16380	14512,7
Нагрев воды (САОС-400)	12	7,5	32760	29025,4
Охлаждение молока	6	12	26208	23220
Водоснабжение	7	1	2548	2257,5
Навозоудаление	14	4	20384	18060,2
Освещение	1	6	2184	1935,0
Итого: на одном помещении на 3-х помещениях	49 147	35,5 106,5	100464 301392	89011 267033,3
3-кратное доение				
Доение		6,5	21294	18866,5
Нагрев воды (САОС-400)		10	43680	38700
Охлаждение молока		18	39312	34830,4
Водоснабжение		1	2548	2257,5
Навозоудаление		4	20384	18060,2
Освещение		6	2184	1935,0
Итого: на одном помещении на 3-х помещениях		45,5 136,5	129402 388206	114650 343950,5

энергосбережения в кормопроизводстве и животноводческих отраслях, что неразрывно связано с использованием вторичных тепловых ресурсов и нетрадиционных возобновляемых источников энергии. Это способствует повышению производственно-хозяйственных показателей, улучшению экологических условий и широкому применению безотходных технологий. Использование энергии солнца для сушки сена, зерна, подогрева воды, утилизация вторичного тепла спиртового производства, применение более совершенного технологического оборудования (газогенераторной водогрейной установки, осветительного

оборудования нового типа) и другие мероприятия по энергосбережению в совхозе «Закозельский» позволили снизить затраты электроэнергии в животноводстве за год более чем на 3 млн. кВт·ч, что выразилось в экономии большой суммы денежных средств.

Реализация предложенных направлений энергосбережения в большинстве сельскохозяйственных предприятий республики позволит снизить потребление энергоресурсов на производство продукции животноводства в среднем на 20-25% и повысить его эффективность, существенно улучшить социально-экономическое развитие села.