

## АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

*Наталья Болтянская, Олег Болтянский*

*Таврический государственный агротехнологический университет  
Пр. Б. Хмельницкого, 18, Мелитополь, Украина. E-mail: natali.28@inbox.ru*

*Natalia Boltyanskaya, Oleg Boltyanskii  
Tavria State Agrotechnological University*

*B. Khmelnytsky Avenue, 18, Melitopol, Ukraine. E-mail: natali.28@inbox.ru*

**Аннотация.** В статье проанализированы основные направления, которые обеспечивают снижение энергоемкости производства продукции животноводства: уменьшение потребления энергии при производстве кормов; выбор рациональной технологии производства продукции животноводства и способа содержания животных; применение наименее энергоемких средств механизации и электрификации ферм; обеспечение технологических процессов на ферме; применение современных средств автоматизации контроля и управления процессами; использование альтернативных источников энергии и утилизация вторичных энергетических ресурсов. Определена энергетическая эффективность трансформации кормов в продукцию, которая определяется соотношением энергии конечного продукта и полной энергоемкости производства кормов в молочном скотоводстве и свиноводстве. Рассмотрено снижение расхода тепловой и электрической энергии за счет усовершенствования систем вентиляции и их элементов, пути снижения расхода электроэнергии на освещение производственных, бытовых и административных помещений, резервы снижения энергоемкости производства молока при привязном содержании коров, мероприятия во избежание значительного роста энергоемкости производственных процессов в животноводстве за счет их теплофикации и даны рекомендации по снижению энергоемкости производства продукции животноводства.

**Ключевые слова:** потребление энергии, энергетические ресурсы, ресурсосбережение, животноводство, приготовление корма, конструкция зданий, уровень автоматизации, тепловентиляционное оборудование, рекуперация тепла, освещение.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Аграрный сектор – один из наибольших потребителей энергии в Украине. Поэтому, с точки зрения стратегии рационального использования энергетических ресурсов и повышения энергоэффективности аграрного сектора Украины, в частности животноводства, необходимо осуществить экономическое обоснование стратегии энергосбережения, вывести на украинский аграрный рынок современные инновационные системы строительства, технологий и материалов; определить направления возможного использования нетрадиционных

возобновляемых источников энергии в животноводческой отрасли [1–5].

Главной причиной высокой энергоемкости процессов является низкий технологический и технический уровень животноводческой отрасли, использование малоэффективных энергозатратных технологий [6–9].

Масштабы использования достижений научно-технического прогресса в Украине значительно отстают от использования аналогичных технологий в развитых странах мира. Поэтому стоит задача поиска новых технологических подходов, которые позволяют снизить расход электроэнергии, топлива и других материальных ресурсов на производство животноводческой продукции [2, 10].

Рассматривая затраты энергии только в животноводческой отрасли сельскохозяйственного производства, можно отметить основную закономерность: на единицу продукции затраты увеличиваются. Учитывая, что процессы производства продукции животноводства преимущественно осуществляются в стационарных условиях, создаются благоприятные возможности для использования электроэнергии. При этом в структуре энергетических ресурсов, которые используются в животноводстве, значительно возрастает роль нетрадиционных (альтернативных) источников возобновляемой энергии – водной, ветровой, солнечной, энергии биогаза. Их использование в животноводстве может в значительной степени снизить уровень энергоемкости производимой продукции.

Широкое использование возобновляемых источников энергии является перспективным направлением создания надежных систем энергообеспечения. Активное освоение альтернативных источников энергии, использования вторичных энергоресурсов дают возможность повысить эффективность производства продукции животноводства и снизить ее себестоимость.

### АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В работах Жовтянского В., Кулика М., Стогния Б. [1] рассмотрены общие принципы энергосбережения и механизмы реализации политики энергосбережения. Грачева Л. и Малярченко В. занимались вопросами повышения эффективности использования нетрадиционных источников энергии в животноводческом комплексе страны [10, 11]. Корчемний В., Федорей В. и Щербань М. уделяли

внимание вопросам энергосбережения в агропромышленном комплексе [12]. Маляренко В. и Галычак В. рассматривали альтернативные источники энергии и основы теплофизики зданий [13, 14]. Однако, на данный момент, остается еще много вопросов, требующих решения.

### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Определить направления и дать рекомендации по снижению энергоемкости производства продукции животноводства за счет сокращения энергии, используемой для приготовления кормов, водоснабжения, создания микроклимата, доения.

### ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

В животноводстве энергозатраты составляют около 35% электроэнергии и около 30% топлива от общего количества, которое используется в сельском хозяйстве. Значительная часть энергии расходуется на приготовление кормов, водоснабжение, подогрев приточного воздуха, а также при сушении сена, фуражного зерна [15, 16].

Основным путем уменьшения энергоемкости производства продукции животноводства является минимизация совокупных затрат энергии на основе использования прогрессивных технологий [6, 12].

Совершенствование традиционной технологии производства молока путем использования резервов энергосбережения дает возможность уменьшить ее удельную энергоемкость на 36,3...73,1 ГДж на голову в год, или на 37...55%. Это позволяет повысить биоэнергетический коэффициент молока до 11...15% вместо 7,6% [16].

Полная энергоемкость содержания коровы на ферме традиционного типа составляет 30578,9 МДж, а на комплексно-механизированной – 30492,2 МДж. Структура полной энергоемкости содержания коров в традиционных и комплексно-механизированных фермах приведена на рис. 1



**Рис. 1.** Структура полной энергоемкости содержания коров в традиционных и комплексно-механизированных фермах

**Fig. 1.** The structure of the total power consumption of the content of the cows in the traditional and complex-mechanized farms

В совокупном энергетическом балансе производства молока прямые затраты энергии составляют 12%, остальное - не прямые (рис. 2). Среднегодовые прямые удельные затраты энергии на производство 1 кг молока составляют 0,95 МДж,

непрямые – в 7 раз выше. В условиях комплексной механизации производства молока энергоотдача составляет 13,6%.



**Рис. 2.** Структура удельных расходов энергии на производство молока

**Fig. 2.** The structure of the specific energy consumption for the production of milk

В совокупной энергоемкости производства молока удельный вес кормов составляет 60,4...61,4%; энергии средств механизации, топливо-смазочных материалов и электроэнергии – 10,0...11,2%, тепловой энергии (обогрев помещений, подогрев воды для доильно-молочного блока) – 22,2...22,5%.

В структуре энергопотребления животноводческих ферм часть прямых энергозатрат на создание и поддержание оптимального микроклимата в помещениях составляет 40...90%.

Учитывая вышеизложенное, определены основные направления, которые обеспечивают снижение энергоемкости производства продукции животноводства:

- уменьшение потребления энергии при производстве кормов;
- выбор рациональной технологии производства продукции животноводства и способа содержания животных;
- применение наименее энергоемких средств механизации и электрификации ферм;
- обеспечение технологических процессов на ферме;
- применение современных средств автоматизации контроля и управления процессами;
- использование альтернативных источников энергии и утилизация вторичных энергетических ресурсов.

Энергетическая эффективность трансформации кормов в продукцию, которая определяется соотношением энергии конечного продукта и полной энергоемкости производства кормов в молочном скотоводстве и свиноводстве не превышает 30%, в бройлерном птицеводстве – 10%, в производстве говядины – 7%.

Как показывают исследования, расходы кормов на единицу продукции животноводства в Украине в 1,5...2 раза превышают средний уровень развитых стран. Причиной такого положения является несбалансированность кормовой базы и кормов по протеину. Вследствие этого ежегодно в Украине перерасходуется около 6 млн. т зерна.

Если оценивать энергозатраты с учетом содержания кормопротеиновых единиц, то наименьшая энергоемкость производства зерна ярового ячменя и гороха.

Заменить зерно в комбикормах можно травяной мукой (для свиней и птицы до 10%, для крупного рогатого скота – до 15...20%). Но с энергетической точки зрения замена зерна травяной мукой нецелесообразна, поскольку энергозатраты в расчете на кормовую единицу в травяной муке выше в 6,3...15,0 раз.

В то же время серьезной экономии топлива можно достичь благодаря сочетанию провяливания и применения в процессе сушения отработанного тепла сушильного агента, потому что почти 75% тепловой энергии выбрасывается с теплоносителем. Замкнутый цикл прохождения воздуха с теплоносителем (с температурой 120°C) для предварительного сушения зеленой массы значительно уменьшает энергозатраты.

Ликвидировать дефицит протеина целесообразно за счет шротов и макухи подсолнечника, сои, рапса. По данным Института кормов УААН, освоение кормовых севооборотов, насыщение многолетними бобовыми культурами, травами более, чем на 50% зернофуражными культурами, промежуточными посевами даст возможность увеличить производство кормов и кормового протеина на 42...48%, уменьшить затраты труда и топлива на возделывание почвы на 20%, сэкономить азотные удобрения за счет биологической фиксации азота многолетними бобовыми и зернобобовыми культурами.

На 1 га культурных пастбищ расходуется в 4...12 раз меньше энергии, чем на зерновые или технические культуры, а прибыль с гектара их посева в 4 раза выше, чем с гектара сахарной свеклы, и в 16 раз выше, чем с гектара зерновых культур.

Среди кормов, приготовленных из 1000 т зеленой массы для кормления в стойловый период, наименьших расходов совокупной энергии требует прессуемое сено, а наибольших – травяная мука (рис. 3).



Рис. 3. Расход совокупной энергии на приготовление кормов из 1000 т зеленой массы

Fig. 3. Total energy consumption in the preparation of feed 1000 tons of green mass

Основной удельный вес расхода совокупной энергии при производстве кормов из зеленой массы приходится на машины (13,7...32,0%), топливо-смазочные материалы (19,0...67,5%) и затраты,

связанные с производством исходной зеленой массы (5,9...34,3%).

На рис. 4 представлена структура энергозатрат на заготовку рассыпного сена. Расход топлива на производство 1 т сена составляет 10 кг, а на 1 гектар – до 50 кг.

Для уменьшения энергоемкости кормовых рационов целесообразно увеличение части объемных кормов (силоса, сена, зеленой массы), пастбищное использование кормовых угодий, заготовка сена путем активного вентилирования, силосования кормов с привяливанием зеленой массы в поле и последующим ее сушением пленочными солнечными коллекторами, получение корма из кукурузы за счет измельчения вместе со стержнями влажных качанов и последующего их консервирования, приготовления сбалансированных кормосмесей в кормоцехах без тепловой обработки.

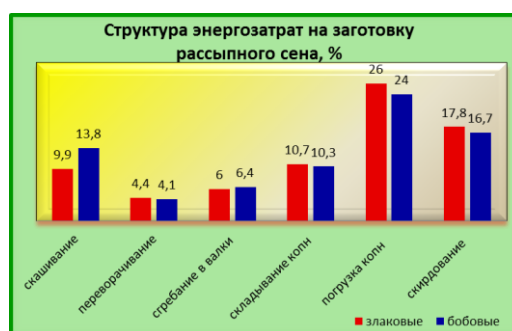


Рис. 4. Структура энергозатрат на заготовку рассыпного сена

Fig. 4. The structure of energy consumption for harvesting loose hay

Энергозатраты на подготовку кормов к скармливанию составляют 20–30 % от общих энергозатрат на корма. Получение кормобрикетов прессованием соломенной резки с другими компонентами требует на 40–45 % меньше энергозатрат, чем при гранулировании. В настоящее время все большее применение находят малогабаритные установки (УК-1(2)) и комплекты оборудования, в том числе передвижные и самоходные, для приготовления комбикормов. Из-за уменьшения поголовья скота актуальным является применение современных мобильных измельчителей-смесителей-раздатчиков кормов, способных обслуживать до 1000 голов за смену.

Энергоемкость приготовления кормосмесей для крупного рогатого скота зависит от состава поточно-технологической линии, удельного энергопотребления, оборудования, режимов его работы, автоматизации процессов и колеблется от 3 до 10 кВт·ч/т.

Принимая во внимание, что в технологических линиях используются машины с разными параметрами производительности, удельные энергозатраты кормоцехов на многих фермах выше нормативных. Существенно уменьшить удельные энергозатраты можно путем оптимального выбора комплекта оборудования кормоцеха, соблюдения нормативов дозирования компонентов, примене-

ния систем автоматической регуляции выдачи корма.

Повышение теплозащиты зданий, применение рациональных объемно-планировочных решений, новых материалов необходимо, но потенциальные возможности этого направления незначительны, потому что снижение в 2...3 раза тепловых потерь, вследствие усовершенствования конструкций, позволит уменьшить расчетный дефицит тепла помещения лишь на 10...20% [11].

Усовершенствование систем вентиляции и их элементов позволит существенно снизить расход тепловой и электрической энергии. В структуре удельных расходов электрической энергии на содержание коровы наибольший удельный вес имеет электропривод вентиляторов (до 46,3%). Резерв снижения расхода энергии - применение вентиляторов с бесступенчатым режимом переключения, которые потребляют на 25...30% меньше энергии, чем ступенчатые.

В то же время с вентилируемым воздухом удаляется значительное количество тепла, которое можно было бы использовать, например, для первичной обработки молока, нагревания воды и т. п. На выполнение этих процессов используется, соответственно 30,7 и 20,8%, а на освещение - 20,2% от всей электроэнергии, используемой на молочных фермах.

Большое практическое значение для экономии энергии на создание микроклимата имеют установки, регенерирующие тепло, теплоутилизаторы, которые позволяют подогревать свежий воздух за счет отработанного. Применение для обогрева помещений высокоэффективных тепловых генераторов с КПД, близким к 100 %, использование инфракрасных систем отопления с газовыми тепловыми трубами-излучателями или инфракрасными электрическими панелями-излучателями позволит значительно сократить расход энергии.

Снижение расхода электроэнергии на освещение производственных, бытовых и административных помещений возможно путем применения энергосберегающих светильников [18].

На действующих молочных фермах можно использовать, без значительных капиталовложений, 40% конденсационного тепла, при проектировании новых ферм - 65,70% и удовлетворить потребность ферм в теплой воде. На ферме в 100 голов экономия в год составляет 145 тыс. кВт·ч.

Благодаря рекуперации тепла, которое выделяется при охлаждении молока, и использовании его на нагревание воды экономится от 114 до 152 кВт·ч энергии. Использование тепла молока, полученного от 70 дойных коров (продуктивность - 5000 кг молока в год), позволяет ежедневно нагревать 200 л воды до температуры 55°C, при этом среднегодовые расходы электроэнергии на ферме снижаются на 100 тыс. кВт·ч.

Теплонасосная установка для приготовления технологической воды окупается за 6...7 лет при сроке службы 10...12 лет. Использование поилок без подогрева воды уменьшает совокупные расходы энергии на 13...70%.

Снижение энергозатрат на водоснабжение может быть достигнуто за счет: рационализации водопроводных сетей для обеспечения надежного непрерывного водоснабжения; использования низкоэнергоемких насосов для поддержания напора; применения систем навозоудаления, не требующих большого расхода воды; применения альтернативных источников энергии для подъема воды; использования надежных и экономичных поилок с минимальными потерями на розлив.

Оценка технологий производства молока и мяса по биоэнергетическим показателям свидетельствует, что основные расходы энергии, связанные с использованием топливо-смазочных материалов приходятся на раздачу кормов (2,5...2,8 ГДж в год). Использование мобильных кормораздатчиков (с выдачей корма на кормовой стол) с электроприводом вместо двигателей внутреннего сгорания снижает энергоемкость процесса почти в 8 раз.

Для снижения общей энергоемкости производства продукции животноводства необходимо разрабатывать более эффективные электромобильные системы транспортировки и раздачи кормов, оборудованные надежными индивидуальными источниками электроэнергии (типа аккумуляторных батарей). При этом энергоемкость транспортировки и раздачи кормов, получения горячей воды, обогрева помещений сокращается в 5,5...7,3 раза. В среднем 1 кВт·ч электроэнергии, использованной на производственные процессы в животноводстве, экономит 15 чел·ч. трудозатрат.

Применение электроэнергии при доении коров, экономит до 50% рабочей силы, на водоснабжении животноводческих ферм - 70%, на силосовании кормов - 60%. Использование электроэнергии для транспортировки и раздачи кормов, производства пара и горячей воды, нагревания помещений позволяет сократить их энергоемкость в 5,5...7,3 раза.

Важным резервом снижения энергоемкости производства молока при привязном содержании коров является переход на доение в доильных залах. По показателям расхода энергии на центнер прироста молодняка крупного рогатого скота самой эффективной является технология беспривязного содержания на глубокой подстилке, затем - с использованием комбикормов и привязного содержания.

Структура полной энергоемкости производства свинины: корма - 68,1...93,5 %; топливо - 2,27...23,85 %; машины и оборудование - 1,06...7,85 %; электроэнергия - 0,91...6,29 %; наибольшая часть затрат электроэнергии приходится на электропривод вентиляционных установок - 44,0...55,3%; ручной труд - 0,66...2,13 %; животноводческие здания - 0,07...0,11%.

Размер фермы и система содержания свиней существенно не влияют на удельную энергоемкость. Технологические особенности содержания свиней обуславливают сравнительно меньшую разницу энергоемкости производства свинины на традиционных свинофермах - 16,7%, поэтому

структура энергозатрат во многом подобна. Наибольшая часть расходов электроэнергии приходится на электропривод вентиляционных установок – 44,0...55,3% [19, 20].

### ВЫВОДЫ

1. Освоение кормовых севооборотов, насыщенные многолетними бобовыми культурами, травами более, чем на 50%, зернофуражными культурами, промежуточными посевами даст возможность увеличить производство кормов и кормового протеина на 42...48%, уменьшить затраты труда и топлива на 20%, сэкономить азотные удобрения за счет биологической фиксации азота многолетними бобовыми и зернобобовыми культурами.

2. Для уменьшения энергоемкости кормовых рационов целесообразно увеличение части объемных кормов (силоса, сена, зеленой массы), пастбищное использование кормовых угодий, заготовка сена путем активного вентилирования, силосования кормов с привяливанием зеленой массы в поле и последующим ее сушением пленочными солнечными коллекторами, получение корма из кукурузы за счет измельчения вместе со стержнями влажных качанов и последующего их консервирования, приготовления сбалансированных кормосмесей в кормоцехах без тепловой обработки.

3. Во избежание значительного роста энергоемкости производственных процессов в животноводстве за счет их теплофикации, целесообразно осуществить такие мероприятия: уменьшение потерь энергии через ограждающие конструкции зданий путем повышения тепловой защиты; применение для подогрева молодняка теплоаккумулирующих электронагревателей; использование для подогрева воды рекуперационных установок; регенерация тепла; применение для отопления и кондиционирования неперотермальных систем; усовершенствование вентиляционных систем животноводческих помещений и локальное выведение отработанного воздуха.

4. Основное направление энергосбережения – согласование мощности электрооборудования с конкретными потребностями; соблюдение графика работы электрооборудования; поддержание электрооборудования в технически исправном состоянии.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стратегия энергосбережения Украины: Аналитико-справочные материалы в 2-х томах: Общие основы энергосбережения. К: Академперіодика, 2006. Т1, 510.
2. **Полищук В. 2012.** Ископаемые топливно-энергетические ресурсы. Motrol. Vol. 14. 126 – 139.
3. **Суріаб Karol. 2011.** Instalacjazgazowujacasonuszonoyosadsciekowy. Motrol. Vol. 13A. 80–93.

4. **Дубровин В.О. 2010.** Обоснование параметров биотехнологического процесса компостирования подстилочного гноя и оборудование для его реализации. Motrol. Vol. 12B. 27–34.
5. **Болтянская Н. 2012.** Пути развития отрасли свиноводства и повышение конкурентоспособности ее продукции. Motrol. Vol. 14. 164–175.
6. **Нечаев В., Артемова Е., Фетисов С. 2009.** Разработка направлений инновационного развития животноводства. Экономика сельского хозяйства России. № 12. 38–48.
7. **Смирнова В. 2009.** Конкурентоспособность продукции свиноводства в условиях роста цен на зерно. АПК: экономика, управление. № 3. 55–59. (Украина).
8. **Макарцев Н.Г. 2005.** Технология производства и переработки животноводческой продукции. Калуга: «Манускрипт», 250.
9. **Вагин Ю.Т. 2007.** Техническое обеспечение в животноводстве: Курсовое и дипломное проектирование. Мн.: Техноперспектива, 546.
10. **Грачева Л.И., Брагинец Н.В., Брагинец А.Н., Брагинец С.Н. 2008.** Повышение эффективности использования нетрадиционных источников энергии в животноводческом комплексе страны. Луганск: Элтон, 652. (Украина).
11. **Маляренко В.А. 2010.** Основы теплофизики сооружений та энергосбережение. Учебник. Х.: САГА, 484. (Украина).
12. **Корчемний М., Федорей В., Щербань В. 2001.** Энергосбережение в агропромышленном комплексе. Тернополь: «Учебники и пособия», 984. (Украина).
13. **Щербина О.М. 2003.** Энергия для всех. Ужгород: В. Падыка, 192. (Украина).
14. **Гальчак В.П. 2008.** Альтернативные источники энергии. Энергия Солнца. Львов: ЛНАУ, 135. (Украина).
15. **Ревенко І.І., Брагинец Н.В., Ребенко В.И. 2009.** Машины и оборудование для животноводства: учебник. К.: Кондор, 730. (Украина).
16. **Скляр О.Г., Болтянская Н.И. 2012.** Механизация технологических процессов в животноводстве: уч. пособие. Мелитополь: КолорПринт, 720. (Украина).
17. **Тихомиров Д.А. 2004.** Эффективность использования электротеплоутилизаторов в системах обеспечения микроклимата животноводческих помещений: Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. Ч. 3. Энергосберегающие технологии в животноводстве и стационарной энергетике. М.: ГНУ ВИЭСХ. 256–260.
18. **Юферев Л.Ю. 2009.** Ультрафиолетовые светодиоды для стимулирования продуктивности животных и птицы. Техника в сельском хозяйстве. № 4. 15–16.
19. **Седов Ю.Д. 2008.** Свины: разведение, содержание, уход. Ростов н/Д: Феникс, 189.

20. Гутман В.Н., Неверов А.И., Рапович С.П. 2008. Результаты испытаний оборудования для создания микроклимата в свинарниках. В сб. ГНУ «ВНИИМЖ» «Научно-технические проблемы механизации и автоматизации животноводства. Перспективные технологии и технические средства для животноводства: проблемы эффективности и ресурсосбережения». Т. 112, ч. 3. Подольск. 191–196.

ALYSIS GUIDELINES FOR RESOURCE  
IN ANIMAL

**Summary.** In the article basic directions which provide the decline of power-hungryness of production of goods of stock-raising are analysed: diminishing of consumption of energy at the production of forage; choice of rational technology of production of goods of stock-raising and method of maintenance of animals; application the least of power-hungry facilities of mechanization and electrification of farms; providing of technological processes on a farm; application of modern facilities of automation of control and management

processes; use of alternative energy sources and utilization of secondary power resources. Power efficiency of transformation of forage is certain in products which is determined by correlation of energy of the finished good and complete power-hungryness of production of forage in the suckling cattle breeding and pig breeding. The decline of expense of thermal and electric energy due to the improvement of the systems of ventilation and their elements, ways of decline of expense of electric power is considered on illumination of productive, domestic and administrative apartments, backlogs of decline of power-hungryness of production of milk at the fastened maintenance of cows, measures in order to avoid the considerable height of power-hungryness of productive processes in a stock-raising due to their introduction of a heating system and given to recommendation on the decline of power-hungryness of production of goods of stock-raising.

**Key words:** energy consumption, energy resources, livestock, feed preparation, construction of buildings, the level of automation equipment Heat fan, elektroteploutilizator, heat recovery, lighting.