

ложения, емкость внутреннего рынка), содержательную и количественную их оценку, выбор мер по регулированию рынков с целью их стабилизации. Предложенная модель и алгоритм измерения и оценки отличаются от аналогов тем, что в ней использован принцип регулирования методом «компенсация возмущения». Она позволяет учитывать реально существующее на практике разнообразие факторов, отражать реальные экономические процессы и явления за счет более высокой степени детализации и многошаговости процедуры измерения, оценки и регулирования. Предлагаемая методика анализа рынков аграрной продукции позволяет агрегировать совокупные спрос и предложение с личным потреблением на основе данных официальной статистики и определять емкость внутреннего рынка. В качестве основного метода государственного присутствия на важных для национальной экономики аграрных рынках (зерно, сахар и др.) следует использовать интервенционную политику в сочетании с государственной торговлей и внешнеэкономической аграрной политикой, для чего необходима целенаправленная деятельность по созданию оптовых рынков. Важно разумно использовать достоинства экономической позиции государства с его возможностями централизации ресурсов и достоинства рынка с его способностью массовой оценки полезности производимого продукта.

6.2 Разработана модель трансформации экономического мышления, включающая набор правовых, организационных, психологических, образовательных принципов и мер, развивающих и подкрепляющих интерактивные процессы в обучении.

6.3. Предлагается специальная методика адаптации техник принятия решений для многокритериальных задач. Необходимость ее разработки определяется существующим на практике разнообразием факторов, интересов, идей, отражающих мнения различных социальных групп, на интересы которых данные решения оказывают влияние. Появляющаяся в этой связи множественность критериев и альтернатив представляет собой особую задачу, требующую разработки специального инструментария анализа проблемы и принятия компромиссного решения. Область применения данной техники — класс слабоструктурированных проблем.

Таким образом, основная задача, которую необходимо решить в ближайшей перспективе формулируется нами следующим образом: модернизация аграрного сектора экономики наиболее сильно детерминирована сложившимся за многие годы экономическим поведением субъектов хозяйствования, которое в имеющемся виде решает проблему перехода к современным производственным технологиям и технологиям принятия управленческих решений слишком медленно. Обществу предстоит решать сложную задачу создания условий и механизмов активизации экономического поведения представителей аграрного сектора экономики, главным образом с целью ускорения заимствования новых технологий и их тиражирования в широком масштабе.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ В ОЦЕНКЕ ЭКОНОМИКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Гургенидзе И.И.,

к.э.н., с.н.с., Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

1. Оценка энергетической эффективности технических систем

Опережающие темпы роста оптовых цен на все высококачественные виды энергоносителей, обострение конкуренции на внутреннем и внешнем рынках сельскохозяйственной продукции выдвинули важнейшую проблему определения сравнительной эффективности использования энергоносителей в технических и биологических системах. Как известно, в определенных границах энергия, подаваемая в производственное здание от технических систем и

поступающая с кормами в организм животных на нужды компенсаторного теплообразования, взаимозаменяемы. Это обстоятельство вызывает пристальный интерес к вопросу эффективности использования энергоносителей в этих двух, коренным образом отличающихся, энергетических системах. Это тем более важно, что в первом случае речь идет об использовании непрерывно дорожающей оперативной невозобновляемой энергии, а во втором — овеществленной в кормах и главным образом возобновляемой солнечной энергии, используемой растениями при фотосинтезе.

В экономике сельскохозяйственного производства энергетическая эффективность характеризует меру совершенства энергетического хозяйства сельскохозяйственного производства. Для ее характеристики на основе разработки энергетических балансов определяются коэффициенты полезного действия (КПД) процессов, агрегатов, установок, представляющих собой отношение полезно использованной энергии ко всей подведенной. А для комплексной оценки эффективности энергетического хозяйства рекомендуется использовать другой показатель — коэффициент полезного использования энергетических ресурсов (КПИ). Он показывает меру полезного использования энергоносителей на всех этапах энергообеспечения сельского потребителя: добыче энергоносителей, преобразовании, передаче, распределении и использовании энергии. В общем случае ее величина рассчитывается из нижеследующего выражения

$$КПИ = \eta_0 \cdot \eta_{м.тр} \cdot \eta_{хр} \cdot \eta_{пр} \cdot \eta_{пер} \cdot \eta_p \cdot \eta_u,$$

где η_0 — КПД добычи энергоносителя, отн.ед;

$\eta_{м.тр}$ — КПД магистрального транспорта, отн.ед;

$\eta_{хр}$ — КПД хранения энергоносителя, отн.ед;

$\eta_{пр}$ — КПД преобразования, отн.ед;

$\eta_{пер}$ — КПД передачи, отн.ед;

η_p — КПД распределения, отн.ед;

η_u — КПД использования, отн.ед.

В зависимости от типа используемого энергоносителя, схемы и системы энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей применяются различные методы оценки меры эффективного использования энергоносителей.

Коэффициент полезного использования энергоносителей в сельскохозяйственном производстве определяется по формулам

а) системы электротеплоснабжения на базе централизованной аккумуляционной электростанции

$$\eta_{э\text{тс}}^{\text{ч}} = \eta_z \cdot \eta_{пр} \cdot \eta_{э\text{ту}} \cdot \eta_{б-а} \cdot \eta_{тс},$$

где η_z , $\eta_{пр}$ — КПД соответственно генерирования, передачи и распределения электроэнергии, отн.ед;

$\eta_{э\text{ту}}$, $\eta_{б-а}$ — КПД электротермической установки и бака-аккумулятора, отн.ед;

$\eta_{тс}$ — КПД тепловых сетей, отн.ед.

б) системы электротеплоснабжения децентрализованного типа

$$\eta_{э\text{тс}}^{\text{дч}} = \eta_z \cdot \eta_{пр} \cdot \eta_{э\text{ту}},$$

где η_z , $\eta_{пр}$ — КПД соответственно генерирования, передачи и распределения электроэнергии, отн.ед;

$\eta_{э\text{ту}}$ — КПД электротермической установки, функционирующей по свободному графику, отн.ед.

в) системы централизованного теплоснабжения от традиционных огневых котельных

$$\eta_{тк}^{\text{ч}} = \eta_k \cdot \eta_{тр} \cdot \eta_{хр} \cdot \eta_{тс} \cdot \eta_u,$$

где η_k — среднегодовой эксплуатационный КПД огневой котельной, отн.ед;

$\eta_{мп}, \eta_{хр}$ — КПД транспортирования и хранения топлива, отн.ед

Энергетически эффективным считается вариант энергоносителя обеспечивающий более высокий уровень КПИ. Величины КПИ для различных видов топлива и энергии в зависимости от применяемых схем энергоснабжения для сельских потребителей представлены в таблице.

2. Оценка биоэнергетической эффективности в сельскохозяйственном производстве

Планирование объемов потребления, поиск путей экономии энергетических ресурсов в с.-х. производстве выдвинул в качестве показателя меры эффективного использования энергоносителей – биоэнергетический КПД. Он представляет собой отношение валовой энергии, запасенной в продукции растениеводства или животноводства к затратам оперативной (\mathcal{E}_o) или совокупной энергии (\mathcal{E}_c). Валовая энергия (\mathcal{E}_o) представляет собой количество теплоты, которое выделяется при полном окислении вещества в калориметрической бомбе, содержащей кислород под давлением 25–30 атм.

Затраты оперативной энергии предполагают учет расхода электрической, тепловой энергии и топлива на получение производимой с.-х. продукции. При этом для исчисления показателя эффективности использования антропогенной энергии как конечная с.-х. продукция, так и все виды используемых энергетических ресурсов приводятся к одинаковой размерности. Расчет биоэнергетического КПД по совокупной или полной энергии предусматривает учет, наряду с оперативной энергией, также и овеществленной энергии в энергетических средствах, с.-х. машинах, удобрениях и т.д. Расчет биоэнергетического КПД производится по следующей формуле

$$\eta_{бэ} = \frac{\mathcal{E}_o}{\mathcal{E}_c},$$

где $\eta_{бэ}$ — биоэнергетический КПД производства с.-х. продукции, отн.ед.

Любая химическая реакция в обмене веществ животных, всякое превращение продуктов обмена связаны с изменением энергии. Энергия необходима для обеспечения всех проявлений жизни. Энергообеспечение организма животных происходит путем обмена и окисления веществ кормов. С помощью энергетических единиц дается обобщенная количественная характеристика кормов, процессов обмена органического вещества. С достаточно высокой точностью содержание валовой энергии кормов можно рассчитать косвенным методом на основе их химического состава по уравнению регрессии, предложенному К.Нерингом и Р.Шиманом

$$\mathcal{E}_o = 23,8П_c + 39,7Ж_c + 18,8К_c + 17,5БЭВ \pm 0,9\%,$$

где $П_c$ — сырой протеин, г;

$Ж_c$ — сырой жир, г;

$К_c$ — сырая клетчатка, г;

$БЭВ$ — безазотистые экстрактивные вещества, г;

$\pm 0,9\%$ — ошибка.

Применительно к зерновым и отходам от них уравнение регрессии выглядит так

$$\mathcal{E}_o = 25,88П_c + 39,35Ж_c + 23,32К_c + 17,21БЭВ \pm 1,2\%.$$

Энергетическую ценность кормов по предложению К.Блекстера можно рассчитать и по содержанию органического вещества. При этом принимается, что 1г органического вещества содержит 4,8 ккал или 20,1кДж. Отсюда содержание валовой энергии в корме можно рассчитать по химическому составу как произведение энергетического эквивалента органического вещества (20,1кДж/г) на содержание в корме органического вещества ($ОВ$ г/кг сухого вещества) или $\mathcal{E}_o = 20,1ОВ$. Эта формула дает достаточно точный результат применительно к грубым кормам и мало пригодна для белковых и жировых концентратов.

Таблица 1. Показатели энергетической эффективности использования топлива и энергии

Элементы схемы энергоснабжения	КПД по элементам схемы энергоснабжения							Торфобрикет, Дрова и др. отходы
	Электроэнергия		Природный газ	Жидкое котельно-печное топливо	Каменный уголь	Бурый уголь	—	
	по свободному графику	по вынужденному режиму (аккумуляционному)						
Выработка электроэнергии на электростанциях	0,33–0,52	0,44	—	—	—	—	—	—
Склад топливоснабжения при железной дороге	—	—	—	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98
Транспортирование, распределение в сельском районе	0,85–0,90	0,93–0,96	0,95	0,98	0,95	0,92	0,95	0,95
Хранение	—	0,95	—	0,98	0,95	0,93	0,95	0,95
Теплогенерирующие установки (котельные)	0,97–1,0	0,98–1,0	0,65–0,75	0,65–0,75	0,45–0,65	0,40–0,60	0,60–0,63	0,60–0,63
Тепловые сети	—	—	0,88–0,96	0,88–0,96	0,88–0,96	0,88–0,96	0,88–0,96	0,88–0,96
Потери регулирования	—	—	0,80–0,90	0,80–0,90	0,80–0,90	0,80–0,90	0,80–0,90	0,80–0,90
Суммарный КПИ топлива	0,27–0,47	0,38–0,40	0,44–0,62	0,44–0,62	0,28–0,50	0,24–0,43	0,37–0,48	0,37–0,48

Примечания:

- максимальные значения КПД производства электроэнергии соответствуют применению на электрических станциях парогазовых установок;
- наименьшие потери тепла в тепловых сетях относятся к варианту применения предизолированных труб;
- каменный уголь рассчитан для сортового и несортowego вариантов.

Несмотря на явный прогресс в оценке кормов по валовой энергии, к сожалению, у этого показателя есть явный недостаток, состоящий в том, что органическое вещество подавляющего большинства кормов содержит практически одинаковое количество валовой энергии. В связи с этим, в настоящее время оценку питательности кормов и рационов рекомендовано производить в энергетических кормовых единицах (ЭКЕ) по обменной энергии (\mathcal{E}_o) вместо овсяных кормовых единиц, исчисляемых по методу Кельнера в крахмальных эквивалентах. Иначе говоря, обменная энергия — это база новой системы оценки питательности кормов и рационов. Из всех физиологических понятий она является основополагающей в обмене веществ. В этой системе было принято, что одна новая кормовая единица равна 2500 ккал обменной энергии. В системе СИ 2,5 Мкал = 10,46 МДж. Для отражения этих изменений в названии новой единицы, вместо ЭКЕ употребляют ЭКЕД (т.е. в джоулях).

Обменная энергия — это энергия корма, доступная для утилизации и превращений в организме. Ее количество в различных кормах устанавливают в дифференцированных опытах, в рационах — в прямых опытах. Содержание обменной энергии в кормах для жвачных животных разного продуктивного направления мало различается. Для жвачных ее определяют в обменных респираторных опытах в специальных камерах, вычитая из валовой (общей) энергии потребленного корма или рациона сумму потерь энергии с калом (\mathcal{E}_k), мочой (\mathcal{E}_m) и метаном ($\mathcal{E}_{мет}$) или $\mathcal{E}_o = \mathcal{E}_e - (\mathcal{E}_k + \mathcal{E}_m + \mathcal{E}_{мет})$. Если достоверно известно содержание переваримой энергии в кормах, то можно достаточно точно оценить их по содержанию обменной энергии, а на этой основе составить прогноз продуктивности животных. Напомним, что под переваримостью понимают ряд гидролитических расщеплений составных частей корма под влиянием ферментов пищеварительных соков и микроорганизмов. Переваримыми называют такие питательные вещества, которые в результате пищеварения поступают в кровь и лимфу. Другая часть вещества корма с остатками пищеварительных соков, слизью, эпителием и продуктами обмена выводится из организма в виде кала.

Коэффициент переваримости энергии (КПЭ) рассчитывается по формуле

$$\eta_{пэ} = \frac{\mathcal{E}_e - \mathcal{E}_k}{\mathcal{E}_e} \cdot 100$$

На основе КПЭ можно рассчитать энергию переваримых питательных веществ по формуле

$$\mathcal{E}_n = \eta_{пэ} \cdot \mathcal{E}_e$$

Обменную энергию можно рассчитать исходя из валовой или переваримой энергии по формуле

$$\mathcal{E}_o = \mathcal{E}_e \cdot \eta_{пэ} \cdot \eta_{оэ} = \mathcal{E}_n \cdot \eta_{оэ} = \mathcal{E}_e \cdot \eta_{оэ}$$

где $\eta_{оэ}$ — коэффициент обменности переваримой энергии, отн.ед.;

$\eta_{оэ}$ — коэффициент обменности энергии (КОЭ), отн.ед.

При наличии опытных данных по переваримости (индекс «П» в формуле) питательных веществ конкретного корма или рациона содержание переваримой энергии в них для животного на котором проводили опыт рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E}_{н.крс} = 0,0242П_n + 0,0342Ж_{нс} + 0,0185К_{нс} + 0,0170БЭВ_n,$$

$$\mathcal{E}_{н.св} = 0,02418П_n + 0,03941Ж_{нс} + 0,01841К_{нс} + 0,01803БЭВ_n.$$

Коэффициент обменности энергии — это соотношение обменной и валовой энергии, выраженное в процентах или относительных единицах. Коэффициент обменности переваримой

энергии (КОПЭ) это отношение обменной энергии к переваримой. Его величина для жвачных равняется: 88 % — при углеводистых концентратах и корнеклубнеплодах; 84 % — при большинстве объемистых кормов; 80 % — при протеиновых кормах (свыше 20 % протеина в сухом веществе корма). Для свиней КОПЭ имеет следующие значения: 97 % — при углеводистых концентратах, картофеле, корнеплодах, сыворотке молока; 94 % — при бобовых концентратах, молоке, обрете; 91 % — при шротах, жмыхах, мясо-костной и рыбной муке и других белковых кормах животного происхождения; 86 % — при грубых и зеленых кормах.

В современной практике существуют также упрощенные способы расчета обменной энергии. Так, обменную энергию рационов, богатых концентратами и корнеклубнеплодами, вычисляют по формуле $\mathcal{E}_o = 0,88\mathcal{E}_n$; при рационах, состоящих преимущественно из объемистых кормов $\mathcal{E}_o = 0,84\mathcal{E}_n$, а с преобладанием протеина $\mathcal{E}_o = 0,80\mathcal{E}_n$. Приведенные методы расчета валовой, переваримой и обменной энергии кормов, смесей используются для составления таблиц химического состава, содержания энергии и питательности кормов. Под питательностью корма понимают его свойство удовлетворять природные требования животных к пище, т.е. к питательным веществам и энергии.

Практика кормления животных показала, что в целом ряде условий питательность рациона не соответствует сумме питательности кормов. В настоящее время отсутствуют полные экспериментальные данные, показывающие, при каких условиях можно принимать принцип аддитивности обменной энергии и от каких факторов зависит разница между обменной энергией рациона и обменной энергией суммы кормов в нем. По мнению специалистов, наиболее полным показателем, по которым следует вносить поправку в обменную энергию рациона, является концентрация обменной энергии (КОЭ) в его сухом веществе. опыты показали, что обменную энергию рациона можно условно считать равной сумме обменной энергии включенных в него кормов, если концентрация ее в сухом веществе рациона составляет у жвачных — не менее 11 МДж/кг, а у свиней — не менее 12 МДж/кг. Поправка для перевода суммы обменной энергии в обменную энергию рациона (K_n) для жвачных колеблется в пределах от 100 % при КОЭ = 11,0 МДж/кг, до 64,7% — при 7,0 кДж/кг. С учетом этой поправки формула расчета обменной энергии рациона будет иметь вид

$$\mathcal{E}_o = \mathcal{E}_s \cdot \eta_{nz} \cdot \eta_{onz} \cdot K_n = \mathcal{E}_n \cdot \eta_{onz} \cdot K_n = \mathcal{E}_s \cdot \eta_{oz} \cdot K_n.$$

Следует отметить, что такие поправки применяются и тогда, когда рацион животных состоит из одного корма.

Чистая энергия определяется вычитанием из обменной энергии энергии приращения теплопродукции. Она состоит из энергии поддержания жизни или на поддержание и продукцию. Чистая энергия может быть выражена еще и как валовая энергия прироста тканей и (или) синтезированных продуктов, плюс энергия, расходуемая на поддержание. При температуре окружающего воздуха ниже критического значения часть приращения теплоты относится к чистой энергии. Приращение теплопродукции — это увеличение генерации теплоты организмом в связи с потреблением корма при пребывании животного в термически нейтральной зоне. Оно формируется из повышенного теплообразования при ферментации и теплообразования в процессе обмена питательных веществ. Энергия теплоприращения отводится организмом, исключением являются случаи, когда температура окружающей среды ниже критического значения. Эта теплота может использоваться животным для поддержания температуры тела, а значить стать составной частью чистой энергии, используемой для поддержания жизни. Объем приращения теплопродукции рассчитывается вычитанием из последней животного при кормлении, при голодании. В рамках рассматриваемой проблемы особый интерес представляет теплота согревания организма. Под ней понимают дополнительную теплоту, требуемую организмом для поддержания энергетического (температурного) гомеостаза в ответ на снижение температуры окружающей среды ниже критического значения. Для удовлетворения потребностей в

ней организм может частично или полностью задействовать приращение теплопродукции и теплоту ферментации при переваривании.

3. Сравнительная эффективность использования энергии в технических и биологических системах

Тяжелое финансовое положение большинства с.-х. предприятий, накопившиеся задолженности по оплате энергоносителей привели к практически повсеместному отключению отопительных установок в животноводческих зданиях. Во многих случаях в таком состоянии они находились и в то время, когда энергоносители были относительно дешевыми и создавалась иллюзия их неисчерпаемости. Однако причины в таком использовании энергетических установок различны. Раньше оно было связано с чисто техническими проблемами, сложностью замены вышедших из строя элементов из-за их дефицита, поломок вследствие нарушения качества строительно-монтажных работ и др. Сегодня ситуация совершенно иная, она носит чисто экономический характер. В этих условиях отключение систем подачи теплоты преследует чисто экономическую цель — повысить конкурентоспособность производимой продукции на основе снижения издержек на обогрев животноводческих помещений в условиях резкого увеличения оптовых цен на энергоносители. Такое решение, естественно, приводит к совершенно иным энергетическим условиям содержания животных. Значительную часть отопительного сезона в таких животноводческих помещениях температура воздуха будет ниже критических значений, а значит, в энергетическом балансе возрастет доля энергии, расходуемой на согревание организма, а значит, увеличится удельный и абсолютный расход кормов, производство которых требует дополнительных затрат в основном дизельного топлива. Отсюда вполне резонно задаться вопросом: «правильно ли с энергетической точки зрения поступают хозяйства, отказываясь от обогрева животноводческих зданий?»

Вне всякого сомнения можно сказать, что объективный ответ на этот вопрос может дать сравнительный анализ коэффициента полезного использования первичного топлива и предлагаемого коэффициента полезного использования энергии кормов. Условие эффективного использования энергии кормов живыми организмами по сравнению с подводом теплоты от технических источников можно записать так

$$\eta_{\text{эк}} \cdot \eta_{\text{пэ}} \cdot \eta_{\text{олэ}} \cdot K_{\text{п}} \geq \eta_{\text{д}} \cdot \eta_{\text{м.т.р}} \cdot \eta_{\text{хр}} \cdot \eta_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{р}} \cdot \eta_{\text{и}} .$$

Обозначения показателей, входящих в приведенное выше неравенство, представлены выше. Возражения возникают только относительно самого названия показателя биоэнергетической эффективности, определяемого как отношение запасенной энергии в кормах (например, в зерновых) к затраченной антропогенной энергии. В числителе этого показателя используется валовая энергия корма, представляющая собой количество теплоты, которое выделяется при полном окислении вещества (например, овса, ячменя и т.д.) в калориметрической бомбе. Но ведь точно так же определяется в энергетике теплота сгорания любого топлива, например, дров, торфобрикета, также являющихся продуктами фотосинтетической деятельности. Это специфическая качественная характеристика энергетического ресурса, устанавливаемая чисто техническим путем. Но она не отражает качественных результатов биоэнергетических процессов на уровне клетки. А ведь само понятие биоэнергетика восходит ко времени, когда биохимики поставили перед собой проблему преобразования химической энергии питательных (органических) веществ в энергию АТФ. Иначе говоря, более строго биоэнергетическими можно называть процессы, протекающие в митохондриях живых клеток организма. Валовая энергия кормов, как и ее отношение к энергетическим затратам, необходимым для ее получения, не имеет ничего общего с процессами протекающими на уровне клетки, точнее на внутренней мембране митохондрий, а потому не может в принципе относиться к разряду биоэнергетических процессов. Поэтому, используемый в научной литературе в качестве крите-

рия эффективности с.-х. производства биоэнергетический КПД гораздо справедливее называть энергетическим КПД производства кормов ($\eta_{эк}$). В этом плане предлагаемый критерий — коэффициент полезного использования энергии кормов существенно ближе к понятию биоэнергетической эффективности. Он на много полнее отражает процессы трансформации энергии, начиная от эффективности ее запасаения в органическом веществе и заканчивая преобразованием энергии на уровне клетки. Ведь именно обменная энергия используется клеткой для удовлетворения всех ее потребностей, в т.ч. получения аденозинатрифосфорной кислоты (АТФ), сократительной деятельности мышц, поддержание мышечного тонуса, получение теплоты согревания организма и все остальные проявления жизни.

Заметим, что в представленном неравенстве, обе ее части имеют совершенно разное происхождение, хотя призваны решить одну и ту же проблему — энергообеспечение. Если его правая часть сориентирована на применение технических систем, использующих невозобновляемые источники энергии, то левая — на использовании кормов, т.е. возобновляемых источников энергии.

При практическом использовании результатов сравнения по предлагаемому неравенству, следует обратить внимание на разную глубину учета энергетических затрат. Коэффициент полезного использования энергии кормов учитывает затраты оперативной и овеществленной энергии, в то время как коэффициент полезного использования топлива только оперативные затраты. Это улучшает позиции технических систем. В условиях применения систем электротеплоснабжения учет овеществленной энергии обусловит существенный рост затрат энергии на производство цветных металлов воздушных линий электропередачи, трансформаторных подстанций, также увеличатся затраты энергии на строительную часть линий, подстанции, котельных, теплотрасс, теплоиспользующее оборудование и т.д. Это ощутимо снизит энергетическую эффективность технических систем энергоснабжения по сравнению с биологическими, а значит, требует учета при принятии производственных решений.

Анализ многочисленных литературных источников показывает, что энергетический КПД производства большинства кормовых культур больше единицы, что по праву позволяет отнести растениеводство к отрасли накапливающей энергию. Энергетика, как известно, ее расходует. Энергетический КПД производства различных кормовых культур существенно отличается: кукуруза — 2,9; пшеница — 2,4...3,0; картофель — 1,2; люцерна (сухая) — 6,2; сено (сухое) — 5,0; кукуруза (силос) — 4,0...6,2; свекла кормовая — 2,45...6,5; многолетние травы на зеленую массу — 16,4, а на сено — 33,0; однолетние травы на зеленый корм — 5,0; зерновые яровые — 2,9; овес — 2,3...3,1; ячмень яровой — 2,66. Применение интенсивных технологий в растениеводстве приводит к снижению этого показателя. Эта закономерность четко просматривается в странах западной Европы с высокоразвитым с.-х. Из всех видов кормов наиболее объективно роль энергоносителя, служащего источником компенсаторного теплообразования, могут выполнить концентрированные корма, и в частности овес, ячмень. Их отличительная черта по сравнению с другими кормами состоит в том, что в расчете на 1 кг сухого вещества они содержат наибольшее количество энергии переваримых питательных веществ, обменной энергии, энергетических кормовых единиц. Если в качестве энергоносителя для производства теплоты химической терморегуляции принять овес, средний энергетический КПД производства которого составляет 2,7, то коэффициент полезного использования его энергии (при условии, что КОЭ больше 11,0 МДж/кг с.в.) составит $\eta_{бэ} \cdot \eta_{нэ} \cdot \eta_{онэ} \cdot \kappa_n = 2,7 \times 0,74 \times 0,88 \times 1,0 = 1,76$. Это значение больше, чем КПИ энергии топлива при электрифицированных схемах теплоснабжения животноводческих зданий в 4,19–6,77 раз, в 4,29...6,28 раз превосходит КПИ традиционных систем теплоснабжения на твердом топливе и в 3,74–4,00 раз больше, чем при применении природного газа и жидкого топлива. Таким образом, отсюда можно сделать аргументированный вывод о более высокой эффективности использования энергии в биологических системах по сравнению с техническими. Значит хозяйства, отключившие системы подогрева воздуха в животноводческих зданиях, с энергетической точки зрения поступили верно. Однако здесь резонно задать и другой важный вопрос: а правильно ли они поступили с экономической точки зрения?