

О МЕТОДОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

В.Б. Ловкис, канд. техн. наук, доцент (УО БГАТУ); Ю.Н. Сапьян, зав. лабораторией (Российская академия сельскохозяйственных наук, г. Москва)

Аннотация

В статье изложен системный метод определения, анализа и повышения ресурсно-энергетической эффективности сельскохозяйственных объектов. Предметом исследований является ресурсно-энергетическая эффективность техногенных и комплексных объектов в их взаимосвязи с биологическими.

Введение

Скачкообразное изменение цен на импортные энергоносители стало в последние годы одной из основных причин нарушения устойчивого энергоснабжения предприятий, снижающих эффективность, качество и конкурентоспособность производимой продукции. Для решения этой проблемы основной акцент должен делаться на энергосбережение – дополнительный и зачастую практически готовый источник топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) для объектов. При этом особое внимание должно уделяться вопросам замещения традиционных невозобновляемых источников энергии – возобновляемыми (ВИЭ). Например, только за счет выработки топлив из местного растительного сырья и других видов биомассы можно в самом ближайшем будущем обеспечить существенную экономию природного газа и нефтепродуктов, снизив тем самым зависимость республики от их импортирования. Одной из важнейших задач, стоящих перед энергетикой в настоящее время, является снижение доли импортируемых топливно-энергетических ресурсов и соответствующее увеличение использования местных ВИЭ. Объем заготовки древесного топлива возрастет от 1,4 (2003 г.) до 3,1 (2012 г.) млн. т у.т., торфа – от 0,7 до 1,2 млн. т у.т. Кроме того, в малой энергетике планируется использовать побочную продукцию растениеводства, а также полимерные органические отходы (изношенные шины, отработанные пластмассовые изделия и др.), общий ежегодный энергетический потенциал которых составляет 1,1 – 1,5 млн. т у.т.

С другой стороны, увеличение использования ВИЭ окажет влияние на энергетические балансы сельскохозяйственных предприятий, сложившуюся систему энергообеспечения применяемых процессов и технологий, экономических и энергетических показатели производства продукции. Поэтому для объективной количественной оценки ожидаемого сокращения потребления природного газа и нефтепродуктов, изменения энергетической эффективности и потен-

циала энергосбережения сельскохозяйственных объектов необходимо при разработке проектов по использованию местных энергоресурсов применять методы энергетического анализа.

Основная часть

Основы теории и практики этого научного направления для сельского хозяйства заложили западные ученые: Д. Пимменталь, И. Стендфилд, Х. Чепмен, Д. Хьюттер, М. Слессер, В. Деккер, Е. Стюарт. Развитие положений энергоанализа в трудах В.А. Ковды, Е.И. Базарова, Г.А. Булаткина, Ю.Ф. Новикова, А.А. Жученко, М.М. Севернева, А.Н. Никифорова, В.А. Токарева, В.А. Родичева, А.В. Тихомирова, Г.В. Василюка, Л.В. Сорочинского, А.С. Миндрина, В.Н. Дашкова, В.Н. Карпова, В.А. Колоса и других ученых привело к появлению в 80-90-х годах прошлого века целого ряда методических рекомендаций по энергетической оценке технологий растениеводства, кормопроизводства, животноводства, мелиорации, почвоведения и агрохимии, защиты растений со своими показателями и критериями эффективности [1–11 и др.]. Многолетний опыт применения этих рекомендаций с учетом изменений в научно-технической политике развития сельскохозяйственного производства республики позволил выявить некоторые недостатки методик определения расхода производственных ресурсов, энергоемкости продукции и других сравнительных оценочных показателей и критериев эффективности ее производства. В качестве направления дальнейших исследований нами предложена разработка и реализация методологии повышения энергетической эффективности сельскохозяйственных объектов на основе их идентификации в соответствии с типажом, функциями, свойствами, этапами жизненного цикла, природно-производственными условиями, видами расходуемых и производимых ТЭР.

Сельскохозяйственные объекты можно условно разделить на три типа: биологические, техногенные и комплексные. Биологические объекты – это почва с

ее микрофлорой и микрофауной, семена, посадочный материал, растения, животные и отходы их содержания. К техногенным объектам относятся средства мобильной и стационарной энергетики, преобразователи энергии; машины и оборудование для производства продукции растениеводства и животноводства, а также различных биотоплив на ее основе; здания, сооружения, склады средств химизации, сырья, материалов, хранилища кормов и готовой продукции. Комплексные объекты – это технологии производства и первичной обработки продукции, а также сельскохозяйственные предприятия в целом с их системами топливо – электро- и теплоснабжения.

Основными функциями техногенных и комплексных объектов могут являться: выполнение работы, производство и первичная обработка продукции, хранение технологических ресурсов и продукции, получение, транспортировка, распределение топлива и энергии, изменение рабочих параметров, достижение полезного эффекта (например, получение информации о режимах функционирования других объектов).

Свойства этих объектов подразделяются на технические, агротехнические (зоотехнические), технологические, энергетические, технико-экономические и характеризуются соответствующими показателями, которые указываются в их паспортах, инструкциях по эксплуатации и других документах или определяются путем испытаний.

Этапами жизненного цикла объектов в соответствии с системой непрерывной информационной поддержки изделия (CALS) являются [12]: проведение НИОКР (для технологий – разработка технологических карт и комплектование сельхозпредприятия необходимыми техногенными объектами и компонентами производства), испытания опытных образцов объектов (производственная проверка), серийное производство (распространение в хозяйствах), эксплуатация (широкомасштабное использование), утилизация (прекращение использования).

Производственные условия объектов формируются в зависимости от их функций, природно-климатических условий, организационно-правовой, нормативно-технической и технологической базы, трудовых, энергетических и финансовых ресурсов региона и сельхозпредприятия, к которым они относятся, а также в соответствии со свойствами биологических объектов, с которыми взаимодействуют.

Виды потребляемых объектами ТЭР обуславливаются их типажом и функциями, производственными условиями, источниками энергоснабжения, топливо- и энергопотребляющим оборудованием, а виды вырабатываемых ТЭР – также и свойствами используемой сырьевой базы.

Предметом исследований в данном научном направлении является ресурсно-энергетическая эффективность техногенных и комплексных объектов в их взаимосвязи с биологическими.

В общем случае ее показатели оцениваются путем дифференциального анализа соответствующих энергетических моделей, позволяющих увязать затраты производственных ресурсов и содержащейся в них энергии с количеством конечной продукции и энергией, аккумулированной в ней за счет фотосинтеза или биоконверсии.

В качестве примера рассмотрим энергетическую модель одного из наиболее представительных комплексных объектов – технологию растениеводства, состоящую из различных техногенных объектов и компонентов. Входящими в агроэкосистему являются потоки естественной (природной) и производственной (техногенной) энергии, а выходящими – энергия продукции и производственных потерь (рис. 1).

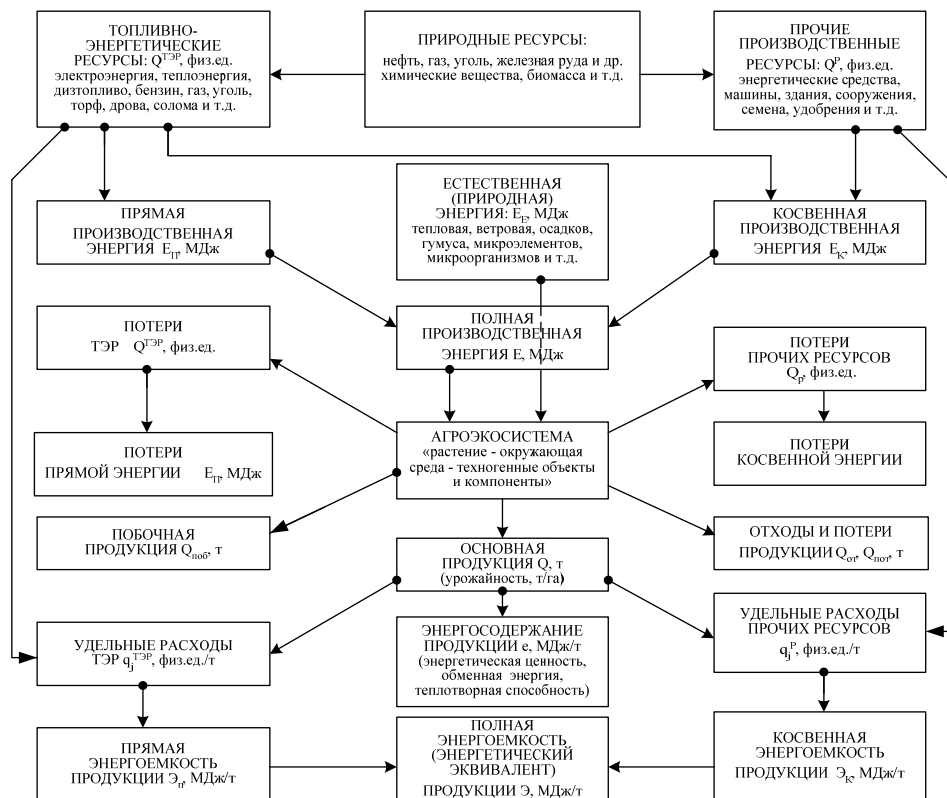


Рисунок 1. Энергетическая модель комплексного сельскохозяйственного объекта (на примере технологии растениеводства)

Полная производственная энергия складывается из прямой и косвенной. Поток прямой энергии, создаваемый ТЭР для привода в действие машины и оборудования при выполнении технологических операций, обуславливает прямую энергоемкость продукции. Косвенная энергия, овеществленная в ТЭР и прочих ресурсах технологии при их производстве (начиная с добычи исходного сырья, например, руды для выплавки металла, из которого изготавливают машины), переходит на производимую продукцию в течение их жизненного цикла (или срока действия) и формирует ее косвенную энергоемкость. Потери энергии определяются по потерям ТЭР и прочих ресурсов, регламентируемым технологическими допусками (нормами) и учитываемым при разработке технологических карт.

Повышение ресурсно-энергетической эффективности производства продукции основывается, прежде всего, на снижении ее полной энергоемкости, которая зависит, с одной стороны, от расходов и энергетических свойств производственных ресурсов, а с другой – от количества полученной продукции, т.е. урожайности сельскохозяйственной культуры:

$$\mathcal{E} = F(G_{Tj}, G_{\text{ЭЭ}}, G_{Pj}, \alpha_{Tj}, \alpha_{\text{ЭЭ}}, \alpha_{Pj}, Y),$$

где $G_{Tj}, G_{\text{ЭЭ}}, G_{Pj}$ – расход соответственно топлива j -го вида, электрической энергии, прочего ресурса j -го вида по технологической карте, физ. ед./га;

$\alpha_{Tj}, \alpha_{\text{ЭЭ}}, \alpha_{Pj}$ – энергетические эквиваленты, МДж/физ.ед;

Y – урожайность рассматриваемой культуры, т/га.

Другая, не менее важная характеристика продукции – энергосодержание, также зависит от затрат производственных ресурсов. Характер этих зависимостей до настоящего времени неизвестен, однако имеются данные о влиянии расхода основных ресурсов на энергообразующие элементы в физико-химическом составе продукции, на основании которых представляется возможным прогнозировать ее энергосодержание с помощью известных функциональных зависимостей:

– при использовании продукции для продовольственных целей

$$e = F(M_{\sigma}, M_{\text{ж}}, M_{\gamma}) ;$$

– в качестве корма для животных

$$e = F(M_n, M_{\text{ж}}, M_{\text{бв}}, W_{\text{вл}}, e_{\text{жив}}, H_{\text{жив}}) ;$$

– в качестве твердого или жидкого биотоплива

$$e = F(M_{H_2}, M_C, M_{O_2}, M_S, M_N) ;$$

– в качестве газообразного биотоплива

$$e = F(M_{CO_2}, M_{H_2}, M_{H_2S}, M_{O_2}, M_{C_mH_n}) ,$$

где $M_{\sigma}, M_{\text{ж}}, M_{\gamma}$ – массовые доли белка, жира, углеводов, %;

$M_n, M_{\text{бв}}, W_{\text{вл}}$ – массовые доли протеина и безазотистых экстрактивных веществ, содержание влаги, %;

$e_{\text{жив}}$ – энергосодержание продукции животноводства, МДж/кг;

$H_{\text{жив}}$ – норма потребности в кормах для ее производства, к.е./кг;

$M_{H_2}, M_C, M_S, M_N, M_{CO}, M_{H_2S}, M_{O_2}, M_{C_mH_n}$ – массовые доли горючих химических компонентов рабочего состава биотоплива, %.

Расходы производственных ресурсов (прежде всего, средств химизации) определяют уровень урожайности сельскохозяйственной культуры.

Для основных культур, возделываемых в тех или иных почвенно-климатических условиях, зависимости урожайности от этих факторов изучены и представлены в соответствующих материалах и рекомендациях по механизации, почвоведению и агрохимии [3, 5, 7, 9, 12].

Таким образом, изменение показателей ресурсно-энергетической эффективности технологии осуществляется путем варьирования видов и количества производственных ресурсов. Для определения их расходов могут использоваться различные методы: расчетно-аналитический, опытно-экспериментальный, статический, нормативный, приборный и смешанный (на основе объединения нескольких вышеприведенных). Выбор конкретного метода зависит от свойств объекта и способов получения информации об их характеристиках.

Исходя из прогнозируемых значений урожайности, ресурсоемкости, энергоемкости и энергосодержания продукции выполняется сравнительная оценка ресурсно-энергетической эффективности ее производства и рассчитывается ожидаемый потенциал ресурсо- и энергосбережения от создания энергоэкономного варианта технологии.

Методология повышения ресурсно-энергетической эффективности сельскохозяйственных объектов должна включать в себя две части: аналитическую и научно-практическую. Первая часть – это система взаимосвязанных методик определения, сравнительного анализа и минимизация ресурсо- и энергоемкости производимой продукции, определения ее энергосодержания, показателей энергетической эффективности объектов и оценки потенциала энергосбережения на основе соответствующего программного обеспечения для ПЭВМ. Вторая часть методологии предусматривает обоснование рекомендаций по созданию энергоэкономных объектов, разработку ТЭО (бизнес планов), проведение НИОКР с изготовлением и испытаниями опытных образцов, подготовку производства (изготовление КД, организацию изготовления и (или) закупки требуемых производственных ресурсов, комплектующих и т.д.), серийное производство, проведение энергоаудита. С учетом этих требований принципиальная структура методологии будет иметь следующий вид (рис. 2):

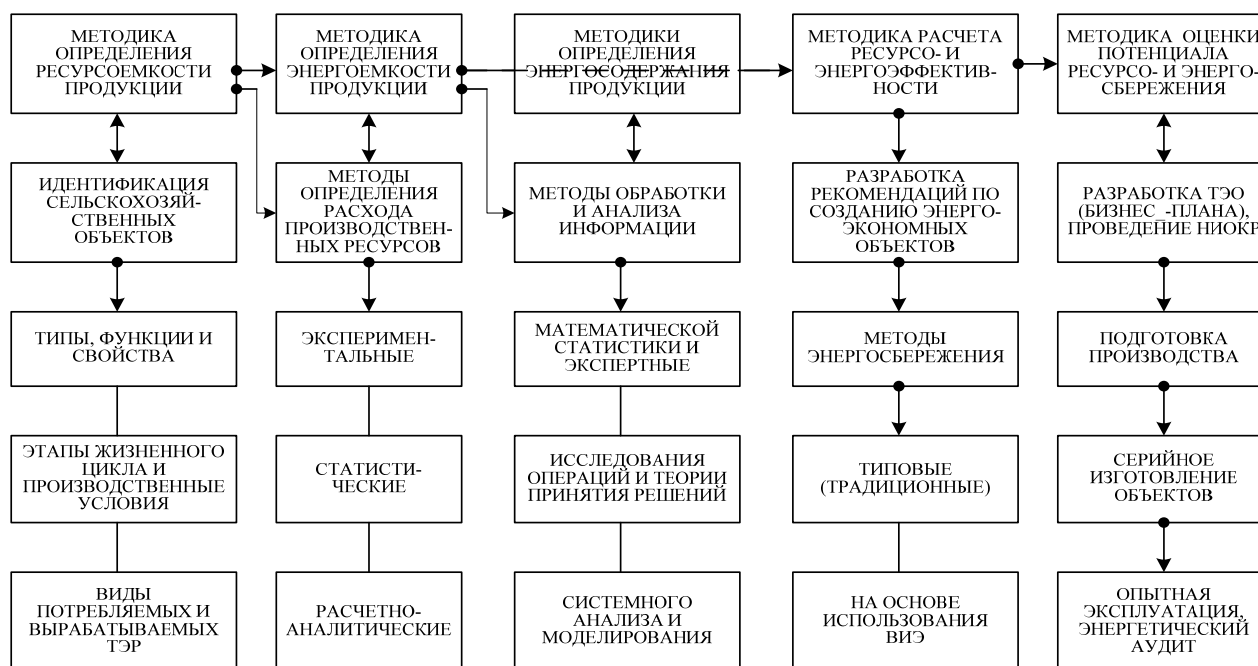


Рисунок 2. Принципиальная структурная схема методологии повышения энергетической эффективности сельскохозяйственных объектов

Заключение

Для формирования аналитической части предлагаемой методологии необходимо адаптировать имеющуюся научно-методическую базу энергетического анализа производства сельскохозяйственной продукции к изменившимся условиям развития энергообеспечения, энергопотребления и энергосбережения. Реализация научно-практической части методологии не требует применения каких-либо новых методов. Рекомендации по созданию энергоэкономных объектов необходимо разрабатывать в виде научно-технических проектов с использованием типовых и нетрадиционных (предусматривающих применение местных ВИЭ) методов экономии и рационального использования ТЭР с получением максимального эффекта. Строительство таких объектов может целенаправленно осуществляться при взаимодействии передовых сельхозпредприятий, НИИ-разработчиков, заводов-изготовителей и Белорусской МИС на основе сложившейся системы планирования, проведения и внедрения результатов НИОКР в сельском хозяйстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика биоэнергетической оценки технологий производства продукции растениеводства / МСХ СССР, ВАСХНИЛ. – М., 1983. – 45с.
2. Методические рекомендации по топливно-энергетической оценке технологических процессов в кормопроизводстве / ВАСХНИЛ. – М., 1987. – 27 с.

3. Жученко, А.А. Энергетический анализ в сельском хозяйстве/А.А. Жученко, В.Н. Афанасьев. – Кишинев: «Штеница», 1988. – 128 с.
4. Методические рекомендации по топливно-энергетической оценке сельскохозяйственной техники, технологических процессов и технологий в растениеводстве / ВИМ. – М., 1989. – 59 с.
5. Севернев, М.М. Энергосберегающие технологии сельскохозяйственного производства/ М.М. Севернев. – Минск: Урожай, 1994. – С. 150-216.
6. Методика энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве / ВИМ, ЦНИИМЭСХ, ВИЭСХ. – М., 1995. – 95 с.
7. Методика определения энергетической эффективности применения минеральных, органических и извлекательных удобрений / ААН РБ, БелНИИПА, 1996. – 50 с.
8. Миндрин, А.С. Энергоэкономическая оценка сельскохозяйственной продукции / А.С. Миндрин. – М.: ВНИЭТУСХ, 1997. – 187 с.
9. Методика энергетического анализа в защите растений / ААН РБ, БелНИИЗР. – Минск, 1999. – 16 с.
10. Практическая методика определения энергозатрат и энергоемкости производства продукции животноводства, а также потребностей в энергоресурсах. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 1999. – 55 с.
11. Ксенович, И.П. О движении информации, энергии и массы в жизненном цикле артефактов/ И.П. Ксенович //Приводная техника, 2004. – №№5-6.
12. Родов, Е.Г. Интенсификация производства продукции – основа ресурсосбережения в растениеводстве/ Е.Г. Родов, А.В. Ленский, В.С. Костюк // Механизация и электрификация сел. хоз-ва: межвед. тематич. сб. / РУНИП «ИМСХ НАН Беларуси». – Мн., 2006. – С. 3-10.