

Системные исследования энергетики агропромышленного комплекса Беларуси

Урожайность сельскохозяйственных культур, продуктивность животных, себестоимость, затраты труда при производстве и переработке продукции являются прямым следствием уровня энергообеспечения.

По уровню энерговооруженности труда отрасли АПК республики значительно отстают от промышленности (в 2,5–3,5 раза). Между тем, опыт передовых индустриальных хозяйств и предприятий свидетельствует о том, что для успешного производства сельхозпродукции эти показатели должны быть по крайней мере на уровне общепромышленных. В США, например, энерговооруженность сельскохозяйственного рабочего в 2,3, в ФРГ – в 2,1, в Швеции – в 1,6 раза выше, чем в промышленности.

В целом сравнительная эффективность использования энергоресурсов в расчете на один доллар США валового национального продукта (ВВП) различных стран (табл.1) показывает высокую энергоемкость России. Беларусь имеет аналогичные результаты.

Отставание энергетики АПК республики вызвано рядом причин.

Таблица 1. Сравнительная эффективность использования энергоресурсов

| Ранг | Страна | Эффективность, МДж/доллар (США) ВВП |
|------|----------------|-------------------------------------|
| 1 | Япония | 5,5 |
| 2 | Германия (ФРГ) | 8,1 |
| 3 | Англия | 10,1 |
| 4 | Корея | 14,8 |
| 5 | США | 15,2 |
| 6 | Бразилия | 18,8 |
| 7 | Таиланд | 22,1 |
| 8 | Индия | 38,0 |
| 9 | Россия | 60,1 |
| 10 | Китай | 74,8 |
| 11 | Польша | 81,5 |

Источник: World Development Report (1992); World Resources (1992-93); оценочные расчеты Мирового Банка развития

Первая причина. Систематический дефицит вкладываемых в агроэнергетику капитальных вложений при неоправданно дешевых энергоресурсах, что влекло серьезное отставание НТП в рациональном потреблении энергии. Например, бурное развитие в конце 80-х годов систем теплоснабжения сельскохозяйственных потребителей на базе централизованных электрокотельных без достаточного сравнительного анализа повышения производительности труда и выхода продукции с ростом энерговооруженности при обвальном росте цен на энергоносители в последние годы привело к существенному повышению себестоимости сельскохозяйственной продукции и отказу хозяйств от строительства новых систем электротеплоснабжения.

Другой характерный пример связан с энергетическим кризисом тепличного овощеводства. Кризис обусловлен следующими причинами: доля оплаты энергоносителей в производстве овощей в тепличных комбинатах при отсталых технологиях производства овощей на грунтах достигает 80–85% от себестоимости продукции при урожайности всего 15–20 кг/м кв. Продукция тепличного овощеводства неконкурентоспособна не только на мировом, но и на внутреннем рынке.

Вторая причина. Отсутствие в хозяйственной системе АПК действенных механизмов и стимулов для рационального использования и экономного расхода энергоресурсов. Действующие производственные нормы расхода тепловой и электрической энергии не отражают действительных потребностей в энергоресурсах, не способствуют энерго- и ресурсосбережению, совершенствованию техники и технологий. В результате – потенциал энергосбережения в АПК (технически возможная его часть) составляет 1,2 млн.т у.т. и достигает 30% от всех расходуемых энергоресурсов.

Третья причина. В связи с экономическим кризисом в республике обострилась проблема технического сервиса, ремонта и обслуживания энергооборудования. Оно работает в неэкономичных режимах и на

износ, катастрофически не хватает запасных частей, приборов и установочной аппаратуры. Пример: низкие КПД котлоагрегатов, перерасход топлива зачастую достигают 10–15%.

Четвертая причина. Из-за отсутствия в республике собственного энергомашиностроения, приборов и комплектующих резко обострился дефицит большинства энерготехнического оборудования.

Наконец, **пятая причина**, которая связана с темой доклада: отсутствие стратегических системных исследований, научно-технического сопровождения и оценки агроэнергетики, скоординированных целевых научных программ, малочисленность научных коллективов и лабораторий, недостаточное и нецеленаправленное финансирование научных исследований, включая подготовку научных кадров.

В работе представлены результаты исследований по проблемам развития агроэнергетики республики на основе научных взглядов системного информационного подхода.

Системный подход, как известно, является методологией научного познания и исследования объектов как сложных систем с целью раскрытия закономерностей их существования, функционирования и развития методами системотехники. В свою очередь, системотехника как научное направление изучает общесистемные свойства сложных организационно-технических комплексов, процессы их создания, совершенствования использования и ликвидации в целях получения максимального экономического и социального эффекта в большинстве случаев в условиях неопределенности.

Нельзя утверждать, что методы системотехники ранее не использовались в научных исследованиях энергетики АПК. В том или ином виде анализ энергетических объектов АПК и процессов управления ими, разработка научных рекомендаций присутствуют в любой серьезной научной работе.

Вместе с этим, строгая системотехническая постановка научных задач, системный анализ агроэнергетики являются новым и, по нашему мнению, перспективным научным направлением, особенно для суверенной небогатой энергетическими ресурсами Республики Беларусь.

Важным методологическим принципом системного анализа агроэнергетики является классификация ее структуры и соответственно выделение как объекта и предмета научных исследований.

Для системного анализа в максимальной степени подходит мысль, сформулированная еще Декартом, о том, что уточняя понятия, мы можем избавиться от половины заблуждений. Следуя этому утверждению, введем основные понятия и классификационные признаки агроэнергетики.

Энергетика агропромышленного комплекса как объект исследования является иерархической организационно-технической системой, выполняющей функцию энергообеспечения агропромышленного произ-

водства и быта сельского населения. Система включает в себя подсистемы приобретения большинства и производства отдельных видов энергии и энерготехнических средств, их эксплуатацию, ремонт, организационно-кадровое и научно-техническое сопровождение в управлении системой.

В АПК сложились две основные относительно самостоятельные области энергетики: мобильная и стационарная, имеющие существенное различие. В структуре обеих областей выделяются три основные группы (подсистемы): энергоисточники (преобразователи энергии), энерготранспорт (энергосети) и потребительские энергопреобразователи, которые входят в состав технологических машин и оборудования, обеспечивая тем самым процессы производства и переработки сельскохозяйственной продукции.

Мобильная энергетика обеспечивает технологические процессы земледелия и транспортные операции.

Основной энергетической базой мобильной энергетики являются тепловые двигатели внутреннего сгорания, работающие на жидком и газообразном органическом топливе.

Техническую базу мобильной энергетики составляют двигатели внутреннего сгорания, входящие в состав тракторов, самоходных машин и автотранспорта.

В АПК РБ сегодня имеется около 130 тысяч тракторов со средней мощностью 40 кВт (около 3 тракторов на 100 га пашни), 70 тысяч грузовых автомобилей и 35 тысяч зерноуборочных комбайнов. Сегодня далеко не весь парк работоспособен.

Энергетической базой стационарной энергетики является тепловая и электрическая энергия, используемая для создания условий жизнедеятельности и продуктивности сельскохозяйственных животных, подавления патогенных микроорганизмов, консервации и переработки сельскохозяйственной продукции, жизнеобеспечения коммунально-бытового сектора.

Основная техническая база стационарной энергетики включает теплоэнергетические установки: котлоагрегаты для производства горячей воды и пара, теплогенераторы для нагрева воздуха, а также печи и местные котлы, работающие на котельно-печном топливе, мазуте, природном газе, угле и местных видах топлива (торф, дрова и органические отходы), а также электроэнергию. В АПК республики эксплуатируется около 1300 паровых и более 28 тысяч водяных котлов, количество теплогенераторов достигает 20 тысяч единиц.

Электротехнической базой стационарной энергетики являются электродвигатели, электронагреватели, осветительные и облучательные электроприборы, другие преобразователи – трансформаторы, генераторы и выпрямители, установочная аппаратура защиты и управления, входящие в состав электрооборудования.

Электродвигатели являются основой электроприводов машин и механизмов для стационарных технологических процессов. В АПК республики эксплуати-

руется около 1,3 млн. электродвигателей с общей установленной мощностью около 620 МВт.

В АПК установлено более 7 тысяч электродвигателей мощностью около 680 МВт, электроводонагревателей около 22 тысяч единиц мощностью до 200 МВт, электрокалориферов более 8 тысяч единиц мощностью около 270 МВт. На тепловые процессы расходуется более 30% всей потребляемой электроэнергии.

Оптические электроизлучатели в общем электропотреблении АПК составляют более 30%, а общее их количество превышает 4 млн. единиц с суммарной установленной мощностью около 500 МВт.

Энерготранспорт включает тепловые, газовые и электрические сети. Магистральные газовые и электрические сети, пункты и подстанции энергоснабжения принадлежат другим ведомствам. Предприятия АПК восстанавливают и обслуживают внутрихозяйственные энергосети. Протяженность сельских электросетей 0,4 кВ достигло 88 тысяч километров, что составляет половину всех сетей в республике.

Тепловые котельные, тепловые узлы и теплопроводы являются собственностью агропромышленных предприятий за исключением централизованного теплоснабжения от ТЭЦ и коммунальных котельных.

Собственно указанным перечнем основных классов и типов энергетического оборудования совместно с организационной структурой управления, снабжения, ремонта и эксплуатации, обучения и научного обеспечения ограничивается система энергетики АПК или назовем иначе – система антропогенной агроэнергетики. Более строго, систему агроэнергетики необходимо дополнить системой биоэнергетики живых объектов труда.

Все исследования, связанные с совершенствованием, разработкой и унификацией энергетического оборудования и установлением рациональных режимов его эксплуатации и энергоснабжения, составляют внутренние непреходящие научные задачи агроэнергетики.

Вместе с тем, энергооборудование и энергетические средства, в свою очередь, являются энергетической базой технологических процессов в АПК, где стоят надсистемные научные задачи. Эти задачи ставят в основном технологи и создатели технологических машин и оборудования. В этом заключается первый важный методический вывод – принцип разделения научных задач и интересов в организации управления этим процессом. Такой подход пока полностью неосознан, что нередко приводит к необоснованному смещению научных задач, например, в сторону энергосбережения технологических процессов в отрыве от главной цели АПК. Главная цель – рациональное распределение энергоресурсов для получения конечного продукта с минимальными общественными издержками, обеспечивающими целевую программу “Агрокомплекс”. Это естественный, но пока непривычный второй научный вывод системных исследований агроэнергетики.

Агроэнергетика является типично сложной эргатической системой: она функционирует в условиях существенной неопределенности под влиянием человеческого фактора в организационно-управленческих структурах, политики социально-экономического развития государства, имея множество стохастических связей по потокам вещества, энергии и информации.

Система является саморазвивающейся в зависимости от социально-экономических условий, достигнутых результатов и поставленных целей. Она связана с общенациональной экономической системой обеспечения электроэнергией, топливно-энергетическими и материальными ресурсами.

Анализ больших систем энергетики показывает их иерархический характер. Деление систем производят по производственному и территориальному признакам, а подсистемы связаны вертикальными (по подчиненности) и горизонтальными (по равнозначности отношений) связями.

Можно выделить шесть главных подсистем: межатраслевую топливно-энергетическую (ТЭК) и входящие в нее отраслевые: электроэнергетическую, угле-, нефте-, газоснабжающую и в потенциале ядерно-энергетическую. В свою очередь, эти подсистемы делятся по территориальному признаку.

Агроэнергетика относится к низшему уровню потребителей топливно-энергетических ресурсов и связана вертикальными и горизонтальными связями с другими системами.

При решении проблем агроэнергетики помимо производственной и территориальной иерархии следует учитывать ее динамический характер развития во времени. При этом особое значение имеют инерционность и неопределенность, с которыми могут быть реализованы принимаемые решения по мере возрастания иерархического уровня.

Состав основных типовых задач и характер принимаемых решений в энергетике представлены в таблице 2.

Методология системных исследований предполагает постановку целей и задач, системный анализ внешних структур и связей агроэнергетической системы (на макроуровне) и совершенствование элементов и условий функционирования самой системы и ее элементов (на микроуровне) с учетом приоритетов распределения ограниченных ресурсов в республике.

Сформулирована следующая основная социально-экономическая задача функционирования агроэнергетической системы: энергообеспечение аграрного сектора в целях поэтапно планируемого удовлетворения потребностей населения республики необходимой и достаточной по объему и ассортименту, безопасной для здоровья сельскохозяйственной продукцией, поддержание экологически чистой среды и создание комфортных условий труда и жизни человека на мировом уровне.

В настоящее время энергообеспечение АПК должно формироваться с учетом следующих принципиаль-

Таблица 2. Состав основных типовых задач и принимаемых решений, связанных с агроэнергетикой

| Задача | Иерархический уровень | Принимаемые решения | Рассматриваемый период, лет |
|---|--|---|-----------------------------|
| 1. Прогнозирование нагрузок и потребления энергии | страна | Перспективная потребность в видах энергии, графики нагрузок | до 15-20 |
| | эконом. р-н | То же, балансы мощностей и энергии | до 10-15 |
| | ТЭК, узел нагрузки, АПК | Максимальные графики нагрузки | до 10 |
| 2. Определение потребности в основном оборудовании и материалах | страна, энергомаш, АПК | Объемы производства | до 5-10 |
| 3. Разработка и создание нового, замена устаревшего оборудования | страна, энергомаш, АПК | Новые типы, классы, экономические показатели | до 10 |
| 4. Разработка топливно-энергетического баланса | страна, ТЭК, АПК | Размеры выделяемых ТЭР, экономическая оценка, варианты структуры энергообеспечения | до 10 |
| 5. Определение структуры централизованных и децентрализованных генерирующих мощностей | ТЭК, АПК | Объемы ввода генерирующих мощностей по видам энергоносителя и типам оборудования | до 10 |
| 6. Оптимизация размещения и мощностей генерирующего оборудования и схем развития энерготранспорта | ТЭК, узел нагрузки, АПК, сельхоз-предприятия | Варианты размещения, типы, пункты, размеры и сроки ввода мощностей и развития сетей | 10-25 |

ных для республики ограничивающих и стимулирующих факторов:

- кризисная финансово-экономическая и сложная радиологическая обстановка в республике;
- резкое ухудшение сырьевого и материального обеспечения производственной сферы;
- недостаток собственных невозобновляемых топливно-энергетических ресурсов;
- функционирование монопольной государственной системы электро- и газоснабжения;
- возрастание стоимости закупаемых энергоресурсов, вплоть до цен на мировом рынке;
- формирование свободного внутреннего, а в перспективе и внешнего рынка техники и энергоресурсов.

Вместе с этим:

- налаженный транзит через республику энергоресурсов (газ, уголь, нефть) из России в страны Западной Европы;
- достаточно высокое организованное промышленное производство АПК как одного из основных производителей продукции республики для внешней торговли в перспективе;
- сравнительно высокие уровни научно-технического потенциала и обеспеченности квалифицированными кадрами энергетиков в республике.

Энергетическая политика в АПК должна обеспечивать:

- комплексную механизацию, электрификацию, автоматизацию и электронизацию в растениеводстве, животноводстве, переработке и хранении сельскохозяйственной продукции;
- замену тяжелого ручного труда и повышение энерговооруженности труда до мирового уровня индустриально развитых стран (не менее 60 л.с. на одного работающего и 530 л.с. на 1 га пашни);
- поэтапно увеличение энерго- и материалоемкости производства сельскохозяйственной продукции в

1,4–1,7 раза.

Новая концепция эффективного энерготехнического обеспечения аграрного сектора должна представлять собой систему взглядов и представлений, необходимых для выполнения этих задач в условиях геополитического положения и поэтапного развития экономики нашей республики в обозримый период.

На основе этих представлений в 1992 г. нами разработана и одобрена президиумом ААН Концепция развития агроэнергетики, которая предназначена для использования при разработке и оценке целевых программ ее развития и энергосбережения в АПК на ближайшую и среднесрочную перспективу. Основные показатели развития агроэнергетики до 2010 г. представлены в таблице 3.

Таблица 3. Основные показатели развития энергетики АПК РБ на период до 2010 г.

| Показатели по отрасли сельское хозяйство (производственные нужды) | Годы | | |
|---|---------|---------|---------|
| | 1995 | 2000 | 2010 |
| Годовой объем потребления: | | | |
| электроэнергия, кВт.ч | 4,9–5,2 | 5,4–5,9 | 6,1–6,2 |
| тепловая энергия, млн.Гкал | 5,9–6,8 | 6,0–6,8 | 7,0–7,5 |
| топливо, млн. т у.т. | 1,3–1,4 | 1,3–1,4 | 1,2–1,4 |
| Энерговооруженность, л.с./чел. | 47,3 | 52 | 60 |
| Энергообеспеченность, л.с./га пашни | 684 | 710 | 780 |
| Энерговооруженность, кВт/чел. | 5936 | 6340 | 9600 |
| Потенциал, %: | | | |
| энергосбережения | 6,2 | 10 | 10 |
| электросбережения | 8,0 | 12 | 10 |

Сегодняшнее состояние агроэнергетики обусловлено общим экономическим кризисом республики.

Задача правительства по стабилизации экономики республики на два ближайших года обусловила требование Комитета по науке и технологии разработать краткосрочные программы научных исследований также на два года. Не обсуждая методическую сторону такого спорного решения для отдельных областей агронауки, агроэнергетике следует сосредоточить усилия на обеспечение главных направлений этого периода.

В оперативный период стабилизации экономики необходимо сконцентрировать внимание научных исследований не на разработке может и эффективных, но дорогих и долгосрочных проектов, а на методике отбора уже готовых к внедрению научных разработок и рекомендаций, дать оценку эффективности их использования на производстве и обеспечить научное сопровождение внедрения. Это третий вывод системных исследований.

Любая научно-техническая задача агроэнергетики при дефиците времени и ресурсов предполагает установление приоритетности всех элементов системы, очередности обследования и совершенствования этих элементов. Такие задачи являются, как правило, многокритериальными: с ограничениями по капитальным вложениям, энерго- и материалоемкости, срокам окупаемости и ввода в эксплуатацию, объемам закупок за рубежом и др., то есть с учетом интересов АПК, энергосистемы и народного хозяйства республики в целом.

Сложность и трудность решения таких задач возрастают в случае неполной и неточной информации, а учитывая сжатые сроки исследований на предпроектном этапе выбора альтернативных вариантов, возникает проблема выбора направления максимальной эффективности. Для этих целей разработаны различные методы математического анализа (линейного, динамического, целочисленного, стохастического программирования и др.). Однако они недостаточно эффективны и труднореализуемы в условиях повышенной неопределенности. Здесь более подходят эвристические методы с привлечением квалифицированных экспертов. Такие методы позволяют получить за короткое время приемлемый объективный результат с использованием в качестве исходной количественной и качественной информации неоднородного набора показателей.

На предпроектной стадии принятия решений нами разработана методика комплексной эвристико-кибернетической оценки, алгоритм которой позволяет в принципе решать многие задачи выбора приоритетных направлений на различных иерархических уровнях агроэнергетических систем.

Алгоритм решения задачи включает следующие этапы:

- выделение объекта обследования энергетической системы (на уровне отрасли, предприятия, установки, агрегата и др.);
- формирование конкретной основной задачи совершенствования объекта;

- декомпозиция объекта на элементы;
- упорядочение элементов по степени их предпочтения, включающих разработку эвристических моделей элементов;
- формирование целевых последовательностей предпочтения элементов;
- формирование решения задачи на основе поставленной цели и наличных ресурсов.

Отличительной особенностью методики является одновременная возможность формулирования направления совершенствования самих элементов на основе анализа исходного и возможного состояния этих элементов системы. Методика наглядна и всегда доступна для анализа принимаемых решений, используя другие дополнительные критерии эффективности.

Разработан перечень характеристик исходного и возможного состояния анализируемого элемента энергетической системы по разрабатываемому, выпускаемому, используемому и закупаемому оборудованию. Математическая обработка результатов экспертизы по различным критериям эффективности (показателям-признакам) позволяет формулировать ряды предпочтения по разработке, закупке и выпуску современного оборудования. Ограничение рядов предпочтения элементов системы определяется наличными ресурсами (предприятия, отрасли, страны).

Алгоритм экспертной оценки реализован в виде программы на ПЭВМ для работы эксперта в диалоговом режиме с выводом результатов на печать.

Для проверки разработанной методики был проведен энергоаудит хозяйств колхозов “Вишневка”, им. Гастелло, совхоза им. Ульянова и совхоза-агрофирмы “Рассвет” Минского района и выделены приоритетные направления в энергосберегающих мероприятиях в различных отраслях этих хозяйств.

Наиболее эффективным методом окончательного отбора проектов к внедрению из большого набора готовых научных разработок, проведенных в последние 5–10 лет в республике и за рубежом, в том числе и в странах СНГ, является метод проектного анализа. Этот метод обеспечивает эффективность капитальных вложений, имеет широкое распространение в мировой банковской практике финансирования проектов и вместе с этим почти не находит применения у нас.

Проектный анализ представляет собой метод, позволяющий системно оценивать финансовые и экономические достоинства проектов на весь период жизненного цикла, в условиях неопределенности и риска принимаемых решений.

В качестве инструмента принятия решений проектный анализ приводит к целенаправленному распределению ограниченных ресурсов для развития агроэнергетики с позиций обеспечения эффективности функционирования АПК.

Проектный анализ, как известно, разделяют на финансовый анализ, обеспечивающий выгоду частному предприятию, как было представлено, например, для обследованных хозяйств, и экономический анализ,

обеспечивающий народнохозяйственную эффективность.

Следует подчеркнуть, что в ограниченный двухлетний период стабилизации экономики республики и большого влияния государства на экономику в выборе научной тематики более актуален и предпочтителен экономический анализ.

Проектный анализ сравнительно просто переводит там, где это возможно, все выгоды и затраты проекта в денежные величины и сравнивает их в целях выбора приоритетности самих проектов. Существенное значение при этом приобретает связь проектного анализа с макроэкономическим государственным планированием, финансовым состоянием республики, возможностями банковского инвестирования проектов, мировыми ценами на энергоносители и оборудование и процессом инфляции. Другими словами, речь идет об использовании экономических критериев эффективности, определяемых разницу между выгодами и затратами в денежном выражении с учетом неэкономических критериев эффективности (специальных, экологических и т.д.).

Предлагается следующая методическая основа проектного экономического анализа развития агроэнергетики на оперативный двухлетний период:

1. Основные цели проектов – обеспечение народнохозяйственных затрат на производство необходимой сельскохозяйственной продукции и ускорение экономического роста АПК.

2. Расчетный период ежегодной выгодности проектов до 2–3 и более лет с учетом дисконтированного потока финансовых средств и возможной инфляции, используя в качестве расчетной базы цены на энергоносители и другие затраты первого года по валютному курсу белорусского рубля.

3. В качестве абсолютного критерия эффективности необходимо принять чистую приведенную ценность как разность дисконтированных (приведенных к первому году) выгод и издержек (табл.4). В ряде случаев целесообразно оценку проектов производить по отношению выгод к издержкам. Важными критериями для республики являются: коэффициент отношения чистой приведенной ценности к стоимости дисконтированных дефицитных ресурсов и срок окупаемости проекта. Предпочтение следует отдавать двух-трехлетнему сроку окупаемости проекта. Следующими критериями являются показатели оценки потенциала проекта в замещении импорта как отношение чистой экономии иностранной валюты к издержкам на внутреннее производство по проекту с учетом теневого валютного курса и др.

Использование тех или иных критериев эффективности зависит от ситуации проекта, бюджетных ограничений, устойчивости капитальных вложений и поведения издержек производства в условиях риска и экономической неопределенности. Методика применения критериев представлена в таблице 5.

Особое значение в анализе энергетических проектов для АПК имеет учет риска в условиях существенной экономической неопределенности республики. Важнейшими вариантами оценки рисков являются: 1) анализы чувствительности (уязвимости) проектов; 2) анализ сценариев функционирования проектов; 3) анализ моделей по случайным выборкам и различным распределениям вероятностей (методика Монте-Карло). Главные параметры для оценки риска – это уровни и диапазоны изменения цен на энергоносители и конечную продукцию сельскохозяйственного производства, изменения валютного курса и банковской кредитной ставки, степень инфляции, ущербы от перерывов энергоснабжения и др.

Таблица 4. Критерии принятия решений в проектном анализе

1. Экономические критерии

Чистая приведенная ценность:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} > 0.$$

Коэффициент отношения “выгоды-издержки”

$$B/C = \frac{\sum_{t=1}^n B_t / (1+i)^t}{\sum_{t=1}^n C_t / (1+i)^t}$$

Внутренняя ставка дохода проекта $IRR = r$

$$r > i \text{ при } NPV = 0.$$

Срок окупаемости $n = T_{\max}$ при $B_t = C_t$.

Коэффициент дефицитности ресурсов

$$D = \frac{B_t - C_t}{R} \rightarrow \max.$$

Критерий замещения импорта (Бруно)

$$B_r = \sum_{t=1}^n E_t \sum_{t=1}^n \times K_b \geq 1,$$

где B_t и C_t – полные выгоды и издержки производства в год t ;

n – срок службы проекта;

i – ставка дисканта;

E_t – чистая экономия валюты за год;

K_b – валютный курс, R – затраты валюты.

2. Социальные критерии

3. Экологические критерии

В университете адаптирована программа “Risk-Master” Гарвардского университета для проектного анализа энергетических систем с учетом описанных требований.

В качестве примера приведем результаты проектного экономического анализа вывода тепличных ком-

Таблица 5. Методика применения экономических критериев эффективности для отбора проектов агроэнергетики

| Ситуация проекта | Зависимость проекта | Ограничения ресурсов | Возможные критерии решения | Значения критерий отбора | Необходимость ранжирования по приоритетности | Примеры проектов |
|--------------------|--------------------------------------|--|-----------------------------|--|--|--|
| Один проект | Независимый | Нет | NPV IRR IRR _г | NPV>0 | Нет | 1. Система учета энергии 2. Теплообменная ОВС и т.д. |
| Несколько проектов | Независимые (независимо-исключающие) | Нет | NPV | NPV>0 | Нет | 1. Системы теплоснабжения с.-х. предприятия |
| | | | IRR | IRR> τ | | |
| | Зависимые | Ограничение по капиталу и по издержкам | V/c | V/c>1 | Да | Для отопления фермы: 1. Биогазовая установка. 2. Электрокотельная. 3. Газовая котельная. |
| | | | V/г | V/c | | |
| Взаимоисключающие | Нет | Ограничение по капиталу | NPV | Найти множество, NPV \rightarrow max V | Нет | Электротеплоснабжение крупного с.-х. потребителя: 1. Линии электропередачи. 2. Эл. п/станции 3. Электрокотельные. |
| | | | V/c | Найти множество, V/c \rightarrow max | | |
| | | Нет | NPV | NPV \rightarrow max | Нет | Огневая или электрокотельная |

бинатов республики из энергоэкономического кризиса. Исследования прошлого года показали, что выход на рентабельное производство требует снижения энергоемкости овощной продукции в 2–2,5 раза, что потребовало перевода на малообъемные технологии выращивания. Соответствующих промышленных технологий, оборудования и научного сопровождения в республике нет, а для этого необходимы или валютные затраты на их закупку за рубежом, или остановка тепличного производства. Проведена тендерная комиссия, выбраны соответствующие иностранные проекты, обеспечена государственная поддержка кредитования и сегодня 27 из 180 га действующих теплиц оснащаются закупленным оборудованием. Ожидается окупаемость предложенных проектов в течение 1–1,5 лет (для различных тепличных комбинатов). Создан научно-производственный центр по научному сопровождению проектов и дальнейших научных исследований по тепличному овощеводству, включающих задачи агроэнергетики.

Энергосберегающая политика в АПК

Мировой опыт показывает, что национальные программы энергосбережения развитых стран включают три последовательных этапа:

- 1 – организационно-технические мероприятия без существенных затрат ресурсов;
- 2 – внедрение энергоресурсосберегающих технологий с заменой устаревшей энергоемкой техники;
- 3 – коренная реконструкция машинных технологий.

Мировой опыт показывает, что реальное снижение энергозатрат на каждом этапе достигает от 6 до 10%, а в сумме составляет около 30%. В настоящее время

лишь Япония находится на третьем этапе своей программы энергосбережения. Другие развитые страны преодолевают второй этап.

В период стабилизации экономики республики нельзя ожидать кардинального снижения энергозатрат. В АПК общий потенциал энергосбережения для различных отраслей и процессов находится в пределах 10–60%, однако приоритетными направлениями энергосбережения в АПК на первом этапе являются организационно-экономические и нормативно-правовые механизмы; энергоаудит сельскохозяйственных предприятий и учет всех видов энергоресурсов, так как основная доля потенциала энергосбережения приходится на устранение прямого расточительства и повышение экономичности работы сельскохозяйственной техники и оборудования; современная правовая база стимулирования энергосбережения; утепление ограждающих конструкций зданий и производственных помещений; утилизация низкопотенциальных вторичных энергоресурсов, оптимизация энергобалансов, научная подготовка технической базы для второго этапа энергосбережения, используя современные методы энергетического анализа, как, например, биоэнергетическая оценка сельскохозяйственных технологий и другие эффективные методы принятия решений.

Однако проектный финансовый и экономический анализ в любом случае остается завершающим этапом принятия решений на различных иерархических уровнях системы.

Необходимым условием энергосберегающей политики на этом этапе является оценка взаимосвязи и текущее отслеживание планируемых объемов потреб-

ления энергоресурсов с конечными результатами работы отраслей АПК через обобщенные стимулирующие нормативы потребностей энергии на единицу товарной продукции, учет ущербов от перерывов энергоснабжения и др.

Такой мониторинг требует разработки современных информационных технологий, создания экспертных систем обработки исходной информации и подготовки данных для принятия оперативных и среднесрочных решений с использованием ЭВМ.

В университете разработана инструментальная среда проектирования многоуровневых иерархических систем управления ресурсами "Конструктор", которая внедряется в АСУ вузом. Ее можно рекомендовать Главку технического прогресса Минсельхозпрода для внедрения. Вместе с тем, эта система является открытой также для проектного анализа и оценки научных проектов.

Научное и кадровое обеспечение энергетики АПК

Проблема носит долгосрочный межведомственный комплексный характер.

Основные участники – Министерство сельского хозяйства и продовольствия, Министерство образования и науки, Академия аграрных наук, Белагропромэнерго, учебные заведения и предприятия.

Кадры рабочих профессий и среднего звена готовят в десятках СПТУ, четырех техникумах и пока одном колледже.

Специфика высшего аграрноэнергетического образования состоит в необходимости получения следующих специфических знаний:

- углубленные аграрнобиологические и аграрно-технологические знания с учетом особенностей сельского хозяйства республики;
- профессиональные знания в области энергетики;
- глубокие системотехнические знания, необходимые для системных стратегических энергоэкономических исследований и др.

Такие знания можно получить лишь в специализированном аграрном вузе, каким является БАТУ.

БАТУ – единственный аграрно-технический вуз, который ведет подготовку по энергетической специальности "Электрификация и автоматизация сельского хозяйства" по очной и заочной формам обучения с ежегодным выпуском около 130 человек.

Учитывая современную тенденцию высшей школы, направленную на универсализацию и фундаментализацию образования, его совершенствование в университете идет по пути непрерывного многоуровневого обучения со специализациями в конце образования. Дальнейшее обучение предполагает магистерскую, аспирантскую и докторскую подготовку.

В этой связи в университете открыты четыре специализации (на последних двух курсах). Кроме названных выше специализаций по электрификации и автоматизации сельского хозяйства, введены еще две – по энергообеспечению и энергоснабжению

сельскохозяйственного производства для углубленной теплоэнергетической и электросетевой подготовки.

Ведется подготовка к открытию специализаций: "Конструирование и технология производства энергооборудования АПК" и "Испытание аграрного энергооборудования", а также отдельной специальности "Энергосбережение и охрана природы в АПК".

С прошлого года начата подготовка по новой специальности "Экономическая информатика" и образована одноименная кафедра, что имеет прямое отношение к подготовке системных аналитиков и для агроэнергетики.

Кроме этого, в университете функционирует единственная в республике докторантура и аспирантура по электрификации и автоматизации сельского хозяйства с выпуском пока одного доктора и 3–9 кандидатов наук в год в области агроэнергетики, что нельзя считать достаточным даже для кадрового обеспечения самого университета и НИИ энергетики и электрификации АПК (БелНИИагроэнерго).

Для научного обеспечения агроэнергетики, кроме институтов ААН (Белагропромэнерго и БелНИИМСХ), призваны НИИ Академии наук и Министерство топлива и энергетики. Вместе с этим, тематика научных исследований далеко не скоординирована и не всегда актуальна.

Разрабатываемая методология системного анализа как раз и позволяет помочь скорректировать тематику и обеспечить комплексность исследований в области агроэнергетики, выявить приоритеты и сосредоточить работу на перспективных направлениях.

Применительно к агроэнергетике дальнейшие системные исследования должны охватывать следующие три направления:

Первое – теоретическое, направленное на изучение природы исследуемых систем: исследование свойств и особенностей их функционирования в условиях АПК и страны, анализ формирования и силы проявления основных объективных тенденций развития агроэнергетических систем;

Второе – методическое, включающее: создание и совершенствование методов исследования систем, в том числе при неполной информации об общественном и экономическом развитии республики; формирование более совершенных математических моделей систем и процедур принятия решений; создание и совершенствование методов и средств сбора, обработки, передачи и изучения информации;

Третье – прикладное, направленное на использование системных исследований в решении основных проблем агроэнергетики: разработка программы развития энергетики АПК с плановыми расчетами на прогнозируемый период; решение основных межотраслевых комплексных проблем энергетики, в том числе научно-технического прогресса; долгосрочное прогнозирование развития агроэнергетики в комплексе с другими системами энергетики республики и,

наконец, оптимизация структурно-функциональных схем и параметров энергетических установок для сельскохозяйственных технологических процессов и систем энергоснабжения на различных иерархических уровнях и управления этими процессами.

Подводя итог, следует подчеркнуть главную цель работы – донести необходимость ускорения разви-

тия системных стратегических исследований, что позволит сэкономить время, силы и средства, повысить надежность принимаемых решений, оперативно решать научно-технические, технико-экономические и организационно-технические задачи развития энергетики АПК в период экономического кризиса и стабилизации экономики республики.
