

4. Карпенко М.С. Учет факторов риска и неопределенности при реализации энергосберегающих проектов // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2014. – №6. – С. 13–16.

5. Энергетический баланс Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnayastatistika/publications/izdania/public_comilation/index_39984/. Дата доступа: 17.10.2025.

6. Государственный кадастр возобновляемых источников энергии [Электронный ресурс] // Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://195.50.7.239/GeoData> – Дата доступа: 06.10.2025.

УДК 620.92

**Герасимович Л.С., академик НАН Беларуси, д.т.н., профессор,
Головач И.Н., ассистент, Клинцова В.Ф., ст. преподаватель
Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск**

МЕТОДИКА КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Целью концептуального проектирования систем комплексного энергообеспечения с использованием возобновляемых источников энергии (ВИЭ) является разработка на раннем этапе обоснованной, устойчивой, экономически эффективной структуры энергоснабжения, обеспечивающей покрытие энергетических потребностей сельскохозяйственного предприятия и/или агрогородка за счёт максимального использования доступных возобновляемых ресурсов.

Для концептуального проектирования энергосистем целесообразно применять принцип совместного моделирования и анализа решений с использованием двух методик – структурно-функционального IDEF-моделирования и функционально-стоимостного анализа (ФСА) [1]. Такой подход позволяет обосновать число и диапазон технических и экономических параметров проектируемого объекта.

Разработка структурно-функциональных моделей для концептуального моделирования комплексной энергосистемы, основана на управлеченской технологии нового типа – РЭНД (англ.

Research and Development – R&D): «исследование и разработки». Данная технология переосмысливает традиционный цикл «наука – производство» и превращает его в непрерывную управляемую систему, где исследования становятся центральным элементом управляемого цикла, а управление строится на данных, прогнозах и моделировании. Таким образом, инновации развиваются как результат системного управления знаниями. Отличительной особенностью метода является возможность учета всех видов ресурсов и многокритериальный характер моделирования таких систем.

Ситуационный подход позволяет адаптировать процессы концептуального проектирования к конкретным условиям, формируемым внутренними факторами и воздействиями внешней среды, вплоть до изменения целевой функции и структурной перестройки концепт-проекта [2]. В этой связи с позиции ситуационного подхода актуальной задачей является разработка formalизованных методик динамического прогнозирования качества управления концептуальным проектированием долговременных комплексных энергосистем.

Общим принципом построения структуры при концептуальном проектировании энергосистемы является анализ и оценка принятия решений на основе измеренного рассогласования между желаемой целевой функцией и действительной реализацией комплексной энергосистемы. Главным объективным критерием принята предельная цена эффективной энергосистемы.

В такой модели априорно и апостериорно могут быть учтены возмущающие воздействия, исключающие обработку системой задающего (полезного) целевого воздействия в соответствии с его динамикой и свойствами структуры и элементов концепт-проекта.

При описании технико-экономической системы управления концепт-проектом можно считать, что она построена по принципу следящей системы управления, где в качестве задающего воздействия выступает желаемый закон изменения главных критериев значимости концепт-проекта. В этом случае управление ресурсной эффективностью концепт-проекта формируется в соответствии с измеренным рассогласованием вектора желаемой и получаемой значимости. Таким образом, технико-экономическая система концепт-проекта поддается классической теории управления, описываемой в терминах вектора состояния систем.

Целевое рассогласование («ошибка смешения») определяет качества концептуального проектирования энергосистемы.

В концептуальном проектировании планирование, управление и измерение требуют обоснованных оценок, связанных с решением задачи выбора, в том числе полученных экспертыным путем.

Процедура выбора предполагает:

- возможность генерации новых знаний (принципиально нестационарных при рыночных отношениях в условиях конкуренции);
- реализацию новых знаний в научных исследованиях концептуальных энергосистем;
- анализ эффективности принятых решений по рассчитанным значениям критериев качества концепт-проекта;
- технологии коррекции принятых решений и соответствующего закона ресурсного управления концепт-проектом в соответствии с желаемым значением критериев значимости (эффективности).

Интеллектуальный закон адаптивного управления концептуальным проектированием ставит в соответствие измеренное рассогласование и реализуемые состояния концепт-проекта в долгосрочной динамике его жизненного цикла, что придаёт моделированию прогностический характер [3]. Основными критериями ситуационного анализа в этом контексте выступают толерантность, робастность и адаптивность.

Основные положения теории концептуального проектирования комплексных энергосистем в настоящее время ограничиваются исследованием главных, но отдельных показателей сложного многофакторного процесса ресурсного обеспечения новых энерготехнологий, без опоры на технологии и модели реализации управлеченческих моделей концепт-проектов. Наши исследования рассматривают системы комплексного энергообеспечения как многофакторные, многокритериальные системы с качественно-количественной оценкой различных значимостей.

Список использованной литературы

1. Моделирование систем комплексного энергообеспечения агрогородков с использованием местных и возобновляемых ресурсов / Л.С. Герасимович [и др.] // Энергия и менеджмент, – 2012. – №5 (68). – С. 74–81.
2. Герасимович, Л. С. Системный анализ агроЭнергетики: авторский курс лекций / Л. С. Герасимович. – Минск: Технопринт, 2004. – 127с.

3. Энергоэффективность аграрного производства / В.Г. Гусаков [и др.]; Нац. акад. наук Беларусь, Отд. агр. наук, Ин-т экономики, Ин-т энергетики; под общ. ред. акад. В.Г. Гусакова, Л.Л. Герасимовича. – Минск: Беларусь. наука, 2011. – 776 с.

УДК 621.311.2:621.472

Аўдей А.С., Андрианов В.М., д.ф.-м.н.

*Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск*

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СЕЗОННОСТИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В АПК

Важность использования современных источников электроэнергии связана с быстрым истощением традиционных ресурсов и ужесточением экологических требований.

Основным фактором, определяемым энергетическую отдачу солнечных энергетических установок, является точность их ориентации на солнце.

Считается, что самая наилучшая стационарная установка проигрывает непрерывно ориентированной примерно на 50%. Происходит это благодаря сохранению перпендикулярного угла попадания лучей на поверхность.

Работа начинается с проекта «Модель Солнца», который задает движение панели солнечной батареи, там же производится расчет получаемой энергетической мощности. Эти модели объединяются в модуле визуального редактора, где отображается наглядно взаимодействие трехмерных фигур.

Для определения положения солнечной батареи следует учитывать основные угловые параметры: географические координаты места установки (широта ϕ , долгота λ); угол солнечного склонения δ ; угол возвышения H ; азимут A ; часовой угол ω ;

В свою очередь, угол наклона панели (Зенитный угол) зависит от географической широтной местности.

Таким образом, находясь на географической широте 54° (г. Минск), для получения максимальной мощности наклон панели солнечной батареи будет составлять $+20^\circ$ к широте и корректироваться зимой $\pm 10^\circ$.