

## МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТИ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ АГРОГОРОДКОВ

**Герасимович Л.С., академик, д.т.н.; Шестерень В.Е., к.т.н.,  
Шульга В.Е., к.т.н.; Жданько А.Л., инж., г. Минск**

Комплексная система энергообеспечения (далее энергосистема) предназначена для качественного и бесперебойного энергоснабжения всех потребителей производственного, социально-культурного и жилищно-коммунального секторов агрогородка.

Энергосистема агрогородка (ЭСА) призвана обеспечивать жизнедеятельность населения агрогородка и прилегающих к нему населенных пунктов в соответствии с нормативами государственных социальных стандартов и энергоэффективность производства градообразующих предприятий.

Требования энергобезопасности и энергоэффективности ЭСА должны обеспечивать:

- состояние защищенности указанных секторов от угрозы нарушения стабильности энергоснабжения потребителей агрогородка;
- необходимые параметры электрической и тепловой энергии;
- оптимальные энергетические показатели при потреблении, распределении и использовании всех видов энергоресурсов;
- минимальную энергоемкость производства, услуг и жизнеобеспечения населения.

Количественную оценку энергобезопасности предлагается определять комплексным показателем энергобезопасности (ПЭБ) как функцией показателей уровней энергобезопасности комплексной системы энергообеспечения агрогородка  $ПУ_i$ :  $ПЭБ = f(ПУ_i)$ .

Для ЭСА можно выделить следующие показатели  $ПУ_i$ :

ПУ1 – внешняя система энергоснабжения агрогородка, характеризуемая одним или несколькими поставщиками энергоресурсов;

ПУ2 – конверсионная система преобразования энергоресурсов (электрические трансформаторные подстанции, тепловые котельные и теплогенераторы, когенерационные, биогазовые, гелио, гидро –и ветроэнергетические установки, а также установки для использования вторичных энергоресурсов).

ПУ3 – система распределения энергоресурсов, принадлежащих секторам агрогородка (электрические и тепловые сети, транспорт топливно-энергетических ресурсов и др.).

ПУ4 – приемники электрической и тепловой энергии (энергопотребители), обеспечивающие технологические процессы предприятий (бизнес-процессы) и жизнеобеспечения населения агрогородка.

Каждый показатель ПУ<sub>i</sub> характеризуется количеством параметров уровня (индикаторов) энергобезопасности Пк<sub>i</sub>. Тогда  $ПУ_i = f(Пк_i)$ .

Параметры Пк<sub>i</sub> позволяют оценить каждую из подсистем ЭСА, уровень энергобезопасности всех потребителей, ущерб от перерывов энергоснабжения внешних источников энергоснабжения; аварийных режимов конверсионных энергоустановок; уровень управления организацией коммерческого и технического учета, автоматизации контроля и управления (АСКУЭ), прогнозирования, распределения и потребления энергоресурсов от различных энергоисточников. В конечном итоге, энергобезопасность агрогородка определяется затратами на резервирование и конфигурационное управление ЭСА.

Стратегия энергобезопасности агрогородков заключается в обеспечении необходимого уровня и планируемого значения комплексного показателя ПЭБ, которая включает ряд сложных взаимосвязанных многофакторных оптимизационных задач. Поэтому в настоящее время необходимо уделять особое внимание постоянному мониторингу и оценке комплексной проблемы эффективности функционирования ЭСА, планированию и реализации организационно-

технических мероприятий по повышению энергобезопасности комплексного энергообеспечения агрогородков.

Рассмотрим особенности отдельных составляющих показателя ПЭБ.

Внешняя система энергоснабжения агрогородка обеспечивается следующими видами антропогенных энергоресурсов: электрической энергией, получаемой от государственной электроэнергетической системы, топливно-энергетическими ресурсами - преимущественно от государственных систем газоснабжения природным или сжатым газом и жидким углеводородным топливом, а также региональными системами местных энергоресурсов.

Энергобезопасность поставок антропогенных энергоресурсов определяется надежностью и безопасностью функционирования государственных региональных систем энергообеспечения.

Для потребителей агрогородка энергобезопасность определяется экономическими условиями контракта с внешними системами энергоснабжения, ценой, качеством и количеством поставляемых энергоресурсов, величиной штрафных санкций от ущерба от недопоставок этих энергоресурсов.

В условиях монопольного снабжения агрогородков энергоресурсами от централизованных систем электро, тепло – и газоснабжения паритетность экономических отношений между поставщиками и потребителями энергоресурсов определены, как правило, не в пользу последних.

В этой связи первой проблемой энергобезопасности является надежность внешней системы энергообеспечения агрогородков и паритетные энергоэкономические отношения между ними, а также эффективностью организации энергетической службы ЭСА.

Другие показатели – ПУ 2,3 и 4 включают в себя проблемы:

- обеспечение экономически обоснованного резервирования энергоснабжения от собственных энергоисточников и диверсификации различных энергоресурсов;

- организация гибких адаптивных схем управления энергоснабжением потребителей;
- надлежащая эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт энергоустановок.

Решение указанных проблем, в конечном итоге, увеличивает себестоимость сельскохозяйственной продукции и затраты на энергообеспечение социально-культурной и жилищно-коммунальной сферы агрогородков.

Резервирование энергоисточников и усложнение систем распределения энергоресурсов повышает капитальные затраты, поэтому проектная практика должна быть вооружена научно-обоснованными рекомендациями для энергоэкономичного проектирования и реконструкции энергобезопасных и энергоэффективных ЭСА.

Разработка эффективных средств резервирования систем энергоснабжения требует всестороннего энергоэкономического анализа и моделирования ЭСА. В качестве метода уменьшения дорогостоящих ошибок предложено использовать методику структурно-функционального анализа SADT и принятый на его основе стандарт IDEF-моделирования бизнес-процессов. При этом стандарт IDEF-моделирования полностью поддерживает инструментальное средство BPwin, широко используемое на ранних этапах структурно-функционального анализа сложных систем. Важно, что эта технология моделирования обеспечивает качество и простоту и прозрачность взаимодействия разработчиков и пользователей модели как на этапе проектирования, так и в процессе эксплуатации системы.

Исследование ЭСА посредством имитационной модели бизнес-процесса соответствует задаче энергоэкономического анализа и прогнозирования комплексного энергообеспечения и энергобезопасности агрогородков.

Рассматривая ЭСА как комплекс взаимосвязанных бизнес-процессов получения, распределения и потребления различных энергоресурсов IDEF-модель позволяет:

- анализировать её работу во взаимодействии с внешними энергоснабжающими системами и потребителями энергоресурсов;
- описывать поведение бизнес-процессов, облегчающих поиск средств, влияющих на энергоэффективность агрогородков;
- предвидеть и минимизировать риски энергобезопасности, возникающие на различных этапах их проявления;
- оценивать текущее состояние энергобезопасности и энергоэффективности агрогородков;
- давать стоимостную оценку всех бизнес-процессов и вести целенаправленный поиск инновационных технико-технологических решений.

Построенная модель позволяет не только идентифицировать проблемы, но и показать причины их возникновения, в том числе и в связи с возможными противоречиями с внешней системой энергоснабжения, прогнозируя тем самым меры по предотвращению кризисных ситуаций.

Функциональный блок (ФБ) описывает процесс, детализируется и представляется в виде диаграммы процесса. На IDEF-диаграмме состав и структура процесса представляется набором взаимосвязанных ФБ. Каждый блок бизнес-процесса на диаграмме представляет собой отдельную функцию, операцию или работу по распределению или преобразованию энергоресурса в качестве услуги для потребителя. Детализация процесса выполняется до уровня, когда внутренняя структура ЭСА не станет простой и понятной для структурно-функционального анализа.

Рассмотрим типы и связи ресурсов бизнес-процессе ЭСА.

Ресурс – это любой материальный, энергетический, финансовый или информационный ресурс, который используется для функционирования ЭСА. Ресурсы поступают из внешней среды в готовом виде, либо их нужно предварительно обработать, в частности, выполнить конверсию первичных энергоносителей).

Входами основного бизнес-процесса ЭСА являются: первичные энергоносители (энергоресурсы), материальные, финансовые и информационные ресурсы, а выходами - энергоэффективность секторов агрогородка. Это предполагает разработку IDEF- модели с позиции энергоэкономических интересов всех трех секторов: «обеспечить комплексное и безопасное энергообеспечение агрогородка».

В основном бизнес-процессе входы ФБ всегда связаны с выходом другого.

Ресурсы, используемые в качестве механизмов и управлений в процессе функционирования ЭСА, расходуются, изнашиваются и морально устаревают.

В качестве механизмов процесса используются как готовые, так и производные ресурсы. В последнем случае производный ресурс является выходом соответствующего процесса. Такой процесс является обеспечивающим для основного процесса. Процесс, на выходе которого производится ресурс для управления другим процессом, называется управляющим процессом.

ФБ содержит наименование процесса, а также описание всех элементов ЭСА, связанных с исполнением этого процесса в виде стрелок на диаграммах: входы - слева от блока; выходы – справа от блока; механизмы – сверху блока и управления – сверху блока.

Вначале моделирования строится контекстная IDEF0- диаграмма с позиции интересов энергетической и экономической служб всех секторов агрогородка,

Дальнейшая декомпозиция 1-го и последующих уровней ЭСА выполняется по секторам производства сельскохозяйственной продукции и услуг в социально-культурном и жилищно-коммунальном секторах агрогородка.

Таким образом строятся все последующие взаимосвязанные диаграммы IDEF-модели агрогородка, сущность которых состоит в описании преобразования ресурсов и их обмена между ФБ.

Другим важным преимуществом IDEF-моделирования является возможность выполнения функционально-стоимостного анализа (ФСА) ЭСА. В этом

случае объектами затрат являются ресурсы, которые учитываются по месту их использования в рамках сети процессов ЭСА. На вход ФБ подается ресурс со своей заранее известной стоимостью, а на выходе появляется продукт (ресурс), который является результатом преобразования первичного ресурса. При этом стоимость вторичного ресурса всегда больше стоимости первичного. Добавление стоимости происходит за счет того, что стоимость механизма и управления переносится на ресурс в процессе преобразования.

Стоимость конечного энергоресурса для потребителя с учетом затрат энергослужбы секторов агрогородка и характеризует себестоимость ЭСА. Тогда стоимость бизнес-процесса представляет собой суммарную стоимость функций, из которых состоит IDEF-диаграмма ЭСА. Следовательно, стоимость каждой вспомогательной функции бизнес-процесса есть сумма стоимостей ресурсов механизма и управления.

Исходя из положений IDEF-моделирования сложная структурно-функциональная модель бизнес-процесса ЭСА разбивается на ряд простых взаимосвязанных процессов и операций: в формате «как есть», а для решения энергоэкономических задач – в формате «как надо». При этом программный продукт ВРwin, поддерживает следующие три вида моделей: IDEF0 - функциональную модель; IDEF – модель потоков процессов и DFD – модель базы данных. Это позволяет в едином итерационном процессе обеспечить поиск инновационных решений, использовать известные или создавать новые банки знаний, разрабатывать научно-обоснованные рекомендации повышения энергоэффективности ЭСА (рис.)

Проблема энергобезопасности (точнее, энергоэкономической безопасности) заставляет уделять все большее внимание экономически оправданным бизнес-процессам конфигурационного управления структурой резервирования, конверсии, когенерации и распределения энергоресурсов ЭСА. Как следствие, процесс конфигурационного управления энергобезопасностью должен быть достоверным, своевременным и связанным со структурой регионального мони-

торинга и оперативного управления. Поэтому необходимы методы, которые помогают моделировать процессы в формате «как надо» изменением структуры ЭСА в аномальных (чрезвычайных и аварийных) режимах. Возможность таких режимов необходимо закладывать в проектах реинжиниринга ЭСА.

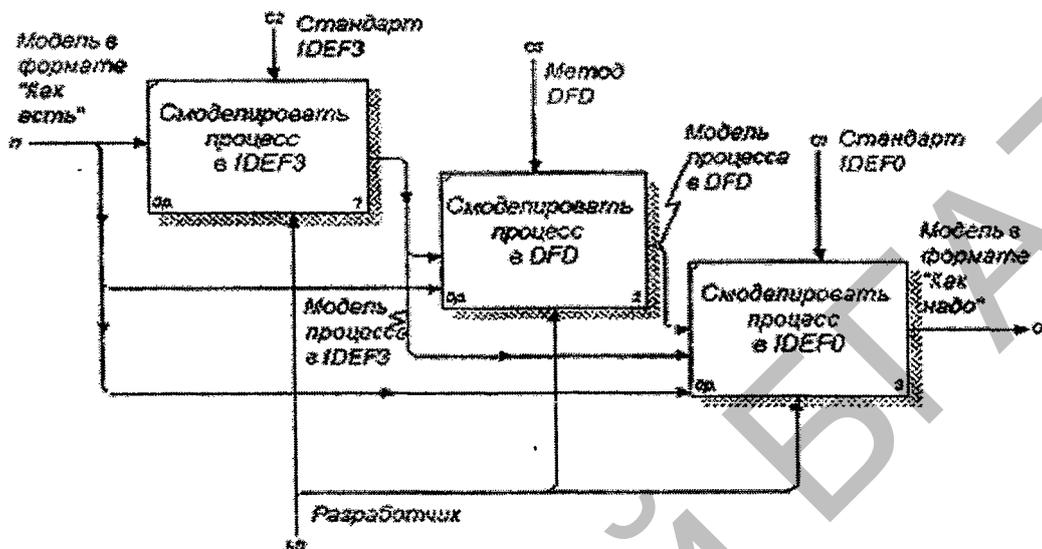


Рис. Методология моделирования энергоэффективности ЭСА.

Для этого дополнительно к IDEF-моделированию предлагается использовать метод анализа структурных матриц решений DSM (Design Structure Matrix). С помощью этого метода ищут эффективные решения в пространстве выбранных переменных, обозначенных с помощью их взаимодействий или допустимых отношений.

В ячейках квадратной матрицы решений обозначаются существующие взаимодействия между переменными – процессами нижних уровней IDEF-диаграмм. Одни и те же последовательности  $N$  переменных размещены слева и сверху матрицы решений. Таким образом, квадратная матрица  $N \times N$  с обозначенными взаимодействиями содержат  $M$  экономически допустимых отношений (связей) между ними. При этом учитываются только взаимосвязи по основным процессам конверсии, когенерации и распределении энергоресурсов в аномальных режимах эксплуатации ЭСА. Энергоэкономический анализ такой избыточной структуры ЭСА выполняется описанным выше методом IDEF-моделирования.

## Литература:

1. Экономика организаций и отраслей агропромышленного комплекса. Под общей ред. докт. экон. наук академика В. Г. Гусакова. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 891 с.
2. Герасимович Л. С. Системный анализ агроэнергетики: авторский курс лекций / Л. С. Герасимович. – Минск: Технопринт, 2004. – 127 с.
3. Герасимович Л. С. Особенности энергообеспечения агрогородков / Л. С. Герасимович и др. Перспективы и направления развития энергетики АПК: материалы научно-практической конференции под редакцией М. А. Прищепова, 22 – 23 ноября 2007 г. – Мн.: БГАТУ, 2007. – с. 46 – 49.
4. Герасимович Л. С. Комплексное энергообеспечение агрогородков Могилевской области / Л.С.Герасимович и др. Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі, 2009, №1, - с.99 – 105.
5. Маклаков С.В. BPwin Erwin CASE-средства разработки информационных систем: книга / С.В.Маклаков. – М: Диалог-МИФИ, 2001. – 304 с.
6. Devenport, T.H., Delong, D.W., Beers, M.C. Successful Knowledge Management Projects. Sloan Management Review, vol. 39, no. 2, 1998, pp. 43 – 57.

## НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДОВ И МЕТОДИК АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКОНОМИКИ

**Леньков И.И. д.э.н., профессор, член-корр. ААН РБ, БГАТУ, г. Минск**

Является очевидным положение о том, что производительные силы становятся все более сложными, во-первых, вследствие все увеличивающегося числа ресурсов и факторов производства, влияющих на результаты деятельности товаропроизводителей и, во-вторых, по причине взаимовлияния и взаимозаменяемости параметров производства. В совокупности эти особенности современного производства существенно усложняют причинно-следственные связи составляющих экономики придавая отдельным, в том числе важным, менее очевидное выражение и не всегда доступное для понимания.

На этапе существенных преобразований, затрагивающих сущностные элементы производственных отношений и в первую очередь механизм взаимодей-