

## ***МЕХАΝІЗАЦЫЯ І ЭНЕРГЕТЫКА***

УДК 621.311.1

*Л. С. ГЕРАСИМОВИЧ, Ю. И. ЛАНКЕВИЧ, А. В. СИНЕНЬКИЙ*

### **КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ АГРОГОРОДКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕСТНЫХ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ РЕСУРСОВ**

*Институт энергетики НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь, e-mail: agro-vesti@mail.ru*

*(Поступила в редакцию 15.05.2014)*

Комплексное использование местных и возобновляемых ресурсов (МВЭР) в системах комплексного энергообеспечения перспективных территориально-хозяйственных и социокультурных образований агрогородков (СКЭОА) в Беларуси является новой, но сложной и трудно формализуемой энергоэкономической задачей проектирования и создания этих систем.

Цель концептуального проектирования – деятельность по исследованию концептуальных моделей прообраза создаваемой технической системы на основе исходной информации и представлений о предметной области, необходимых для принятия инновационных решений. Его результаты – варианты концепций проектируемой системы как в целом, так и ее отдельных частей. Эти модели обладают эвристической ценностью и используются на начальных этапах проектирования, когда сведения о разрабатываемой технической системе скудны и неточны. Работа с концептуальными моделями позволяет определить принципы действия, перспективные направления разработки и требования к возможным процессам, операциям и оборудованию создаваемой системы. Закладываемые в концепт-проекте решение более чем на 60 % определяют эффективность последующего технического проекта системы

Концепт-проект СКЭОА является важнейшей составной частью технического проектирования. Его проектирование по существу является научно-исследовательской деятельностью и составляет основу всего процесса дальнейшего технического проектирования системы [1].

Основанием для начала работ по созданию СКЭОА являются решения органов управления и/или инициатива заказчика, выраженные в договоре с исполнителем. В создании (усовершенствовании) СКЭОА участвует заказчик, для которого предлагается создать систему, которая будет обеспечивать ее эксплуатацию, и исполнитель (специализированный НИИ или проектно-технологическая организация), возглавляющий разработку системы и обеспечивающий ее внедрение. К работе могут привлекаться также иные организации. Взаимоотношения между организациями регламентируются соответствующими договорами, заключенными между заинтересованными сторонами.

Для успешной работы над концепт-проектом СКЭОА, учитывая различную подчиненность секторов агрогородка разным управляющим структурам (министерствам и ведомствам), для выполнения роли коллективного заказчика (далее, Заказчик) целесообразно организовать постоянно действующую рабочую комиссию в составе ответственных представителей причастных ведомств и исполнителя концепт-проекта с правом согласования необходимых документов.

Под энергоэффективностью СКЭОА как глобальной целью концепт-проекта принято отношение выработки и потребления всех видов энергии к себестоимости ее получения.

Энергобезопасность характеризуется надежностью в целом, и всех подсистем производства и распределения потребляемой электрической и тепловой энергии. Так как повышение надежности комплексной энергосистемы всегда связано с использованием конверсии МВЭР для получения конечных видов энергии (электрической и тепловой), резервированием источников их получения и автоматизацией контроля и управления конечной энергией (АСКУЭ), это неизбежно влияет на себестоимость и цену конечных видов энергии [2]. Следовательно, глобальной целью создания СКЭО, в конечном итоге, является повышение ее энергоэффективности и надежности в вышеописанном смысле.

**На первом этапе** выполняется обследование объекта и разработка технических предложений в целом, в том числе:

- обследование объекта с разработкой перечня работ по всем направлениям обследования секторов агрогородка и форм представления необходимой информации;
- методическое руководство всеми работами по обследованию объектов совместно с представителями заказчика и заинтересованных организаций, анализ и обобщение материалов исследования;
- согласованный выбор приемлемых сценариев СКЭОА и составление отчета с приложениями исследований вариантов систем.

На этом этапе проводится обследование и анализ существующей системы для выявления направлений ее совершенствования (реинжиниринга бизнес-процессов) и формулируется общая постановка задачи создания СКЭОА, при этом приходится сталкиваться с разными вариантами ее постановки:

- 1) заданы цель создания СКЭОА, входы и выходы системы, необходимо выбрать структуру и методы ее построения;
- 2) заданы цель создания системы и ее выходы, требуется выбрать входы, структуру и методы ее построения;
- 3) заданы цель создания системы и некоторые ограничения на средства ее реализации, требуется выбрать входы, выходы, структуру и методы ее построения.

Следует отметить, что цель создания концепт-проекта формируется не в виде конкретных задач, а в виде некоторых общих положений (глобальной цели), в частности – повышение энергоэффективности и энергобезопасности. В случае со СКЭОА – это рациональное сочетание централизованных систем электро-, тепло- и газоснабжения с МВЭР [3].

При этом исполнитель и заказчик, как правило, участвуют в сборе, систематизации и представлении всей необходимой информации в необходимом для концептуального проектирования виде. На основании проведенного обследования формулируется общий вид проектируемой системы и выполняется ориентировочная оценка ее стоимости, сроков создания и приводятся общие соображения о необходимости и эффективности создания СКЭО, согласованные со всеми участниками концепт-проекта.

**На втором этапе** осуществляется разработка тактико-технологических требований. На основании рассмотренных технических предложений заказчик формирует ограничения для создаваемой системы, включающие цель системы и перечень принуждающих связей – факторов, ограничивающих выбор способов достижения цели. Иными словами, заказчик задает исходные требования к системе, обусловленные ее назначением и условиями ее создания и использования. Требования к СКЭОА исследуются на совместимость и в случае необходимости уточняются.

На основании ограничений, определяемых исходными требованиями к системе, заказчик совместно с исполнителем определяет критерии качества системы для оценки способов достижения цели, задаваемых целевыми функциями.

Согласование критериев эффективности и способов оценки системы на стадии концептуального проектирования является необходимым условием для наиболее полного удовлетворения потребностей заказчика. На этом этапе между ними согласуются предположения, облегчающие расширение различных проблем (технических, социальных, экономических, финансовых и экологических) и очередность введения в строй СКЭО. Определяются условия эксплуатации и организационно-управленческие вопросы взаимодействия различных секторов агрогородка.

Техническое задание оформляется в виде документа и согласовывается исполнителем и заказчиком в установленном порядке.

**На третьем этапе** выполняется концептуальное моделирование СКЭОА.

Основываясь на результатах обследования, техническом задании на концепт-проект, согласованных целях, требованиях и критериях эффективности, исполнитель определяет целесообразную структуру СКЭОА методом структурно-функционального IDEF0-моделирования и декомпозиции системы с использованием метода функционально-стоимостного анализа (ФСА). Соответствующая универсальная диаграмма IDEF0-модели СКЭОА представлена на рис. 1.

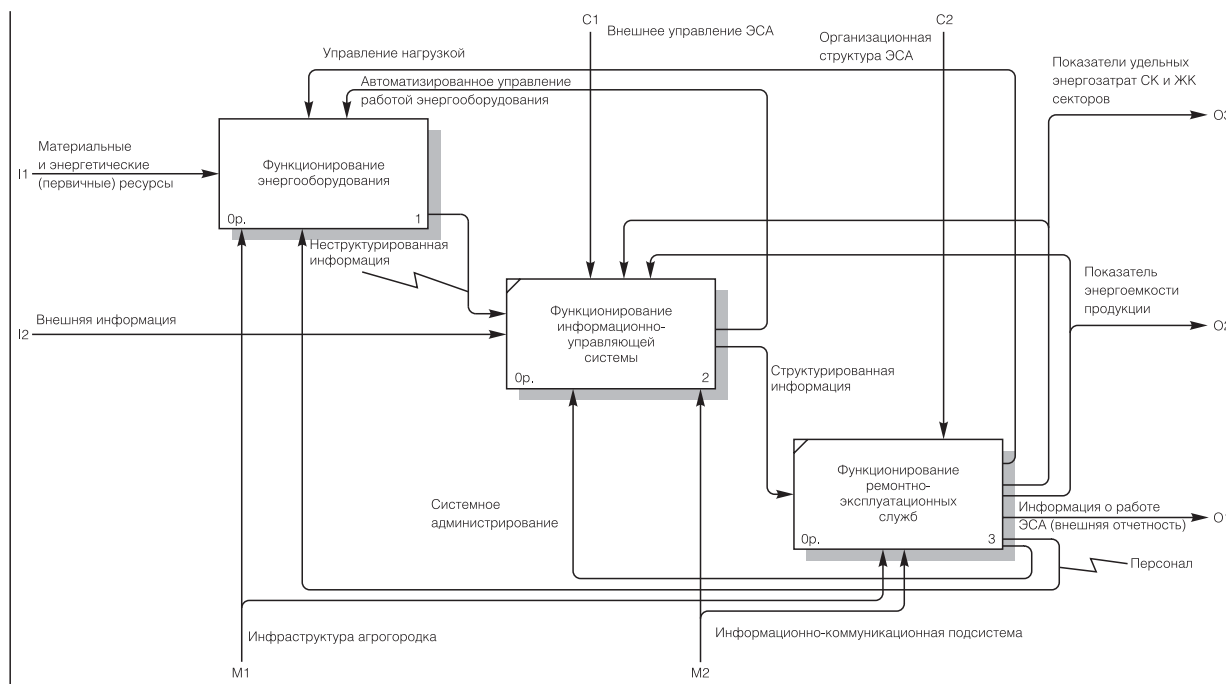


Рис. 1. Универсальная диаграмма IDEF0-модели СКЭОА 1-го уровня

Проводя необходимую декомпозицию блоков этой модели и оценивая целесообразность вариантов выполнения каждой из трех основных функций системы, исполнитель в процессе моделирования и анализа этих вариантов выполняет задачу перехода от требований заказчика, ориентированных на назначение, к требованиям, накладываемым на оборудование [4]. При этом оборудование, выполняющее соответствующие функции в модели, достаточно представлять в форме характерных гибридных кластеров различных источников МВЭР и когенерационных установок, как структурных элементов функционального блока 1 (подсистем) СКЭОА. Для этого необходимо для каждой функции системы сформулировать задачу комплексного анализа и разработать алгоритм решения этой задачи. Вместе с этим, учитывая особенности функционального моделирования, при декомпозиции и анализе блоков модели особое значение придается совместной оценке уровня входящих и выходящих ресурсных потоков (энергетических, финансовых, информационных и других). Блоки 2 и 3 характеризуют функциональные уровни организационно-управленческого и финансово-экономического состояния системы.

Таким образом, процесс синтеза функций и согласования с ними выбора основного энергооборудования системы в совокупности решаемых задач носит итеративный характер. Здесь выбираются приемлемые сценарии решения поставленных функциональных задач, вырабатывается генеральная структура СКЭО, которая представляется в самом общем виде.

Для дальнейшей разработки энергетической сети СКЭОА используется пакет программного обеспечения ENPER Balance, задача которого состоит в оптимизации распределения энергетических потоков потребителям агрогородка с учетом энергетических нагрузок потребителей, капи-

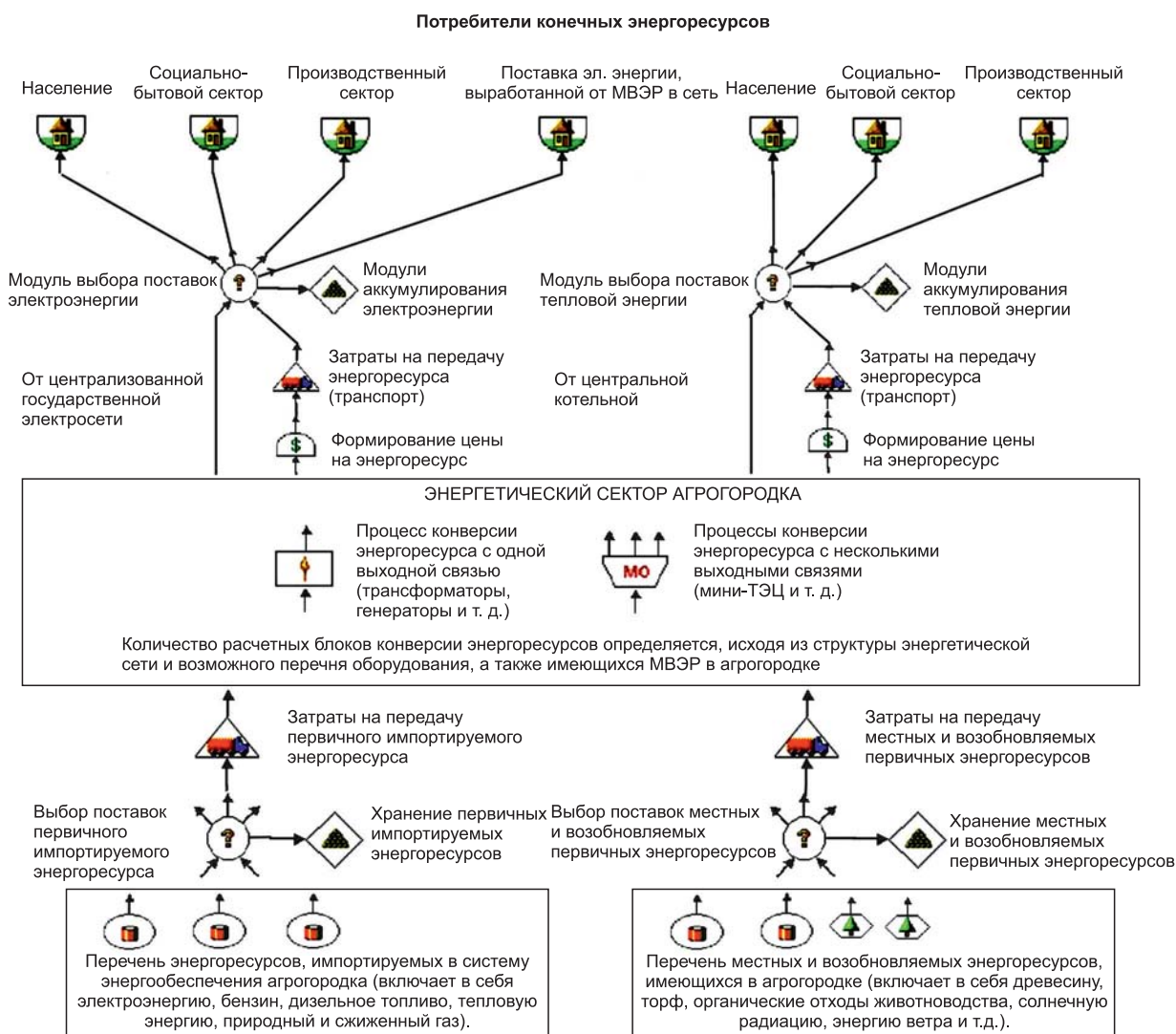


Рис. 2. Универсальная информационно-расчетная схема СКЭОА

тельных затрат на когенерационные энергоустановки, цены первичных энергоресурсов и конечных видов потребляемой энергии [1, 3, 5]. Универсальная схема энергетической сети агрогородка представлена на рис. 2.

На этом этапе определяются части системы, которые необходимо разрабатывать вновь, и те, которые могут быть выбраны из номенклатуры отечественного или зарубежного энергооборудования.

В концепт-проекте должно быть предложено несколько вариантов (сценариев) решения различных задач, проанализированы их достоинства и недостатки с использованием метода функционально-стоимостного анализа капитальных и эксплуатационных показателей с оценкой и отбором наиболее критичного энергооборудования (по Парето или ABC-анализа), определяющего собой на 80 % энергоэффективность и надежность СКЭО. На этом этапе приводится привязка к местности и размещение всего оборудования СКЭО с учетом требований к их расположению. Здесь определяют также объемы и последовательность укрупненного финансирования на создание системы.

Оценку затрат на этом этапе концептуального проектирования проводят по укрупненным удельным показателям на основе статистических данных мирового и отечественного опыта создания подобных систем.

Вместе с этим в ряде случаев уместна постановка обратной задачи – определение экономически целесообразных затрат на приобретение, установку, эксплуатацию и ремонт оборудования (отечественного или зарубежного), обеспечивающих приемлемый срок окупаемости, что важно для проведения соответствующих тендеров.

В экономических условиях Республики Беларусь в настоящее время окупаемость капитальных вложений рекомендуется ограничивать сроком около 5 лет.

**На четвертом этапе** оформляется и утверждается Заказчиком в установленном порядке отчет концепт-проекта с принимаемым вариантом (сценарием) СКЭОА для последующей разработки бизнес-плана и задания на техническое проектирование вместе с привлеченной проектной организацией.

Результаты концептуального моделирования различных агрогородков с многоотраслевым аграрным производством, выполненные с учетом тренда цен на различные энергоресурсы при расчетном сроке эксплуатации комплексной энергосистемы агрогородков в течение 20 лет и сроке окупаемости до 5–6 лет, показали, что целесообразно:

1. Сооружение централизованных автономных энергоцентров на базе биогазовых комплексов (БГК) и биосырья от животноводческих комплексов: *а* – принадлежащих предприятию или *б* – за счет средств энергокомпании-собственника на арендуемой территории агрогородка;

– с когенерационной дизель-генераторной установкой (КГУ) и продажей электроэнергии по стимулирующему тарифу с коэффициентом 1,3 государственной энергосистеме, с безвозмездной передачей тепловой энергии и качественного удобрения в виде шлама после БГК потребителям аграрного предприятия;

– с газоразделительным оборудованием и автогазозаправочной станцией (без КГУ) и продажей биогаза различным энергопотребителям.

2. Сооружение собственных автономных фотоэлектростанций на крышах: производственных помещений и зданий жилищно-коммунальной сферы или аренда этих площадей энергокомпаниям – собственникам этих станций, в том числе иностранным.

3. Индивидуальные автоматизированные комплексные энергосистемы зданий и усадеб, включая энергоэкономичные огневые котлы на местном обогороженном твердом топливе (торфобрикеты, пеллеты), фотоэлектрические батареи, солнечные гелиоколлекторы, тепловые насосы и др.

4. Ускоренное развитие НИОКР в области создания отечественного полнокомплектного автоматизированного энергооборудования с использованием ВЭР, в первую очередь БГК, фотоэлектрических батарей, экономичных огневых котлов и теплогенераторов, работающих на местном топливе

5. Организация развитого регионального технического сервиса комплексных энергосистем в агрогородках.

6. Разработка Технологического кодекса установившейся практики (ТКП) «Система комплексного энергообеспечения агрогородка с использованием местных и возобновляемых ресурсов. Порядок разработки концептуального проекта»

## Литература

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

2. Инструкция о порядке создания и функционирования демонстрационных зон высокой энергоэффективности Республики Беларусь: утв. Постановлением Комитета по энергоэффективности при Совмине РБ от 27 января 2004 г. № 1.

3. 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.

4. Маклаков, С. В. Создание информационных систем с AllFusion Modeling Suite / С. В. Маклаков. – М.: Диалог-МИФИ, 2003. – 432 с.

5. Якушев, А. П. Прогнозирование и энергетическое планирование: учеб. пособие / А. П. Якушев. – Минск: БГТУ, 2008. – 136 с.

*L. S. HERASIMOVICH, L. S. LAKNEVICH, A. V. SINENKY*

**CONCEPTUAL DESIGN OF THE SYSTEM OF COMPLEX ENERGY SUPPLY OF AN AGRICULTURAL SETTLEMENT USING LOCAL AND RENEWABLE RESOURCES**

**Summary**

The article considers the major approaches, methods and stages of the conceptual design of the high energy-efficient system of complex energy supply of agricultural settlements using local and renewable energy sources. It is based on the structural and functional modeling and interests of all the parties concerned and includes objectives, requirements and assessment criteria for each stage of designing.