

УДК 697.34

Ю.Н. ХАРИТОНОВ*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, Украина*

СИНТЕЗ-МОДЕЛЬ ПРОЕКТА РЕКОНСТРУКЦИИ СЛОЖНОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Предложена синтез-модель системы теплоснабжения, предназначенная для реализации в составе обобщенной синтез-модели проекта реконструкции. Рассмотрены ее основные блоки и алгоритмические связи.

энергетика, управление проектами, реконструкция, система теплоснабжения

Введение

Оптимальное управление функционированием и развитием энергетических систем – сложных технических систем (СТС), является одной из определяющих научно-прикладных задач в энергетике [1 – 6].

Формулирование проблемы. Основным средством реализации системного подхода, используемого при исследованиях СТС, являются методы математического моделирования.

Анализ выполненных исследований [1, 2, 3, 7] показал, что в настоящее время отсутствуют обобщенные математические модели и алгоритмы для решения задач организации и управления проектами реконструкции СТС, в частности систем теплоснабжения.

Задачей исследования является разработка основных блоков и алгоритмических связей синтез-модели системы теплоснабжения (ТСС) для обобщенной синтез-модели проекта ее реконструкции.

Решение проблемы

С целью решения поставленной задачи на основе системного подхода были исследованы и предложены для включения в синтез-модель системы теплоснабжения основные структурные компоненты, представленные на рис. 1.

На рис. 2 приведен фрагмент разработанной структурно-логической схемы алгоритма взаимо-

действия блоков моделей в синтез-модели системы теплоснабжения.

Основными структурными компонентами данной синтез-модели являются:

- блок общих моделей;
- блок моделей источников тепловой энергии;
- блок моделей транспорта тепловой энергии;
- блок моделей потребителя.

Основным назначением блока общих моделей является генерирование необходимого количества исходных данных, которые зависят от местоположения системы теплоснабжения и ее элементов, внешних условий и факторов для всех остальных блоков и моделей системы.

Блок моделей источников энергии обеспечивает решение задачи выбора типа, числа, мощности, графиков загрузки теплогенераторов, выбора топлива и тепловых схем источников теплоснабжения при выполнении требований по надежности, экологичности, с учетом прогнозного изменения технического состояния существующего оборудования и развития технического уровня элементной базы.

Блок моделей транспорта тепловой энергии решает задачу рационального построения системы передачи тепловой энергии от источников к потребителям, определения оптимальных параметров теплоносителя, мест размещения источников теплоснабжения и распределения по ним потребителей.

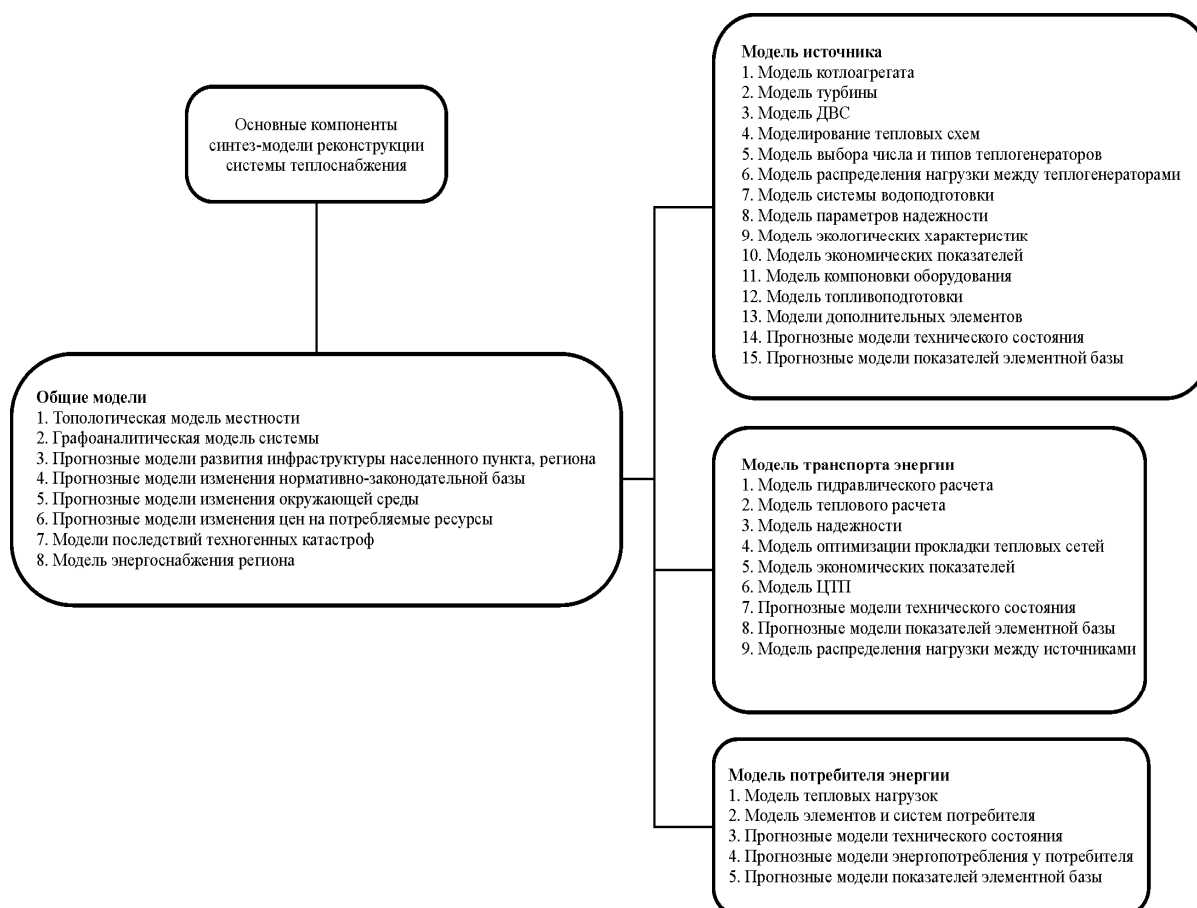


Рис. 1. Модель системы теплоснабжения

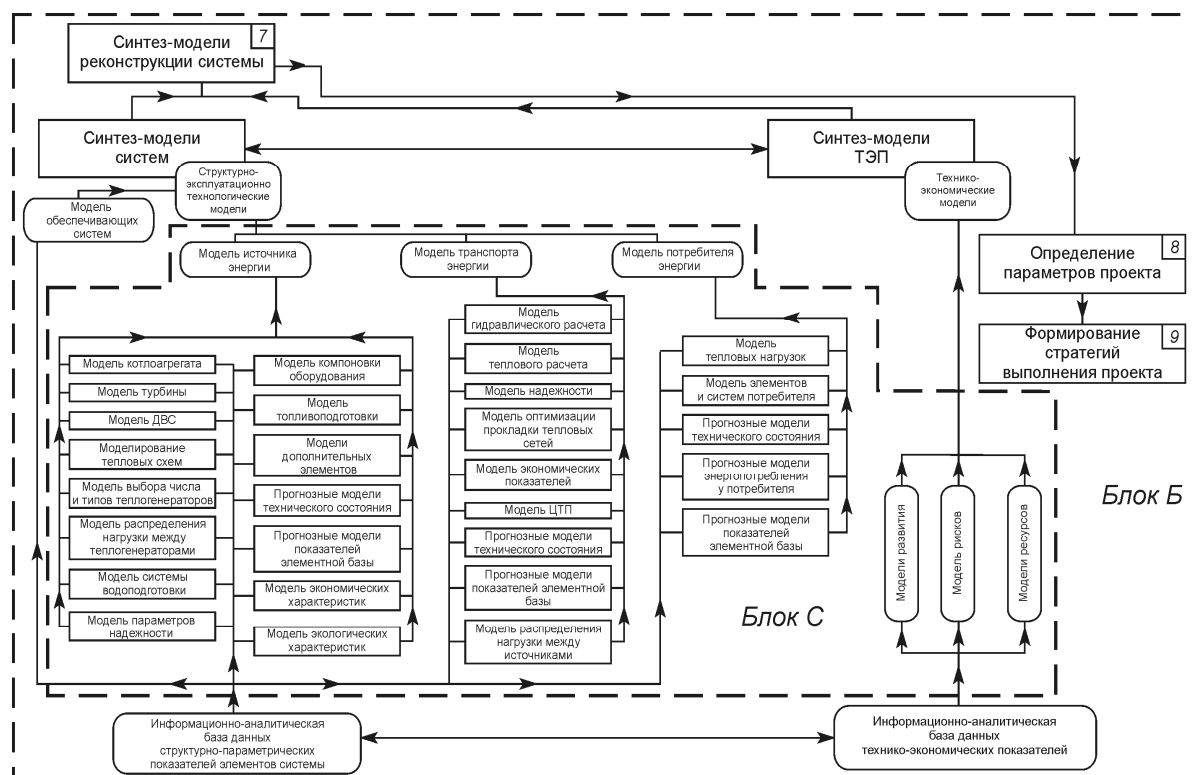


Рис. 2. Структурно-логическая схема алгоритма взаимодействия блоков моделей в синтез-модели системы теплоснабжения (фрагмент)

Назначение блока моделей потребителя тепловой энергии – определение величин тепловых нагрузок, динамики их изменения, прогнозирование поведения потребителя при изменении социально-экономических условий и моделирование оборудования потребителя, математическое описание которого необходимо для решения задач по транспорту тепловой энергии. Блок общих моделей объединяет в себе восемь основных моделей: модель энергоснабжения региона; графоаналитическая модель системы; топологическая модель местности; прогнозная модель развития инфраструктуры населенного пункта, региона; прогнозная модель изменения стоимости потребляемых ресурсов; прогнозная модель изменения состояния окружающей среды; прогнозная модель изменения нормативно-законодательной базы; модель последствий техногенных катастроф.

Поскольку любая система теплоснабжения интегрирована в инфраструктуру города, района и использует общие коммуникации для получения энергоносителей, то любое изменение в балансе потребляемых ею ресурсов неизбежно влияет на систему энергоснабжения города (региона).

В связи с этим в синтез-модель системы теплоснабжения включена модель энергоснабжения региона, которая должна определять ограничения по видам используемых ресурсов с привязкой к местоположению объекта потребления и взаимосвязь объемов их потребления с удельными затратами на транспортировку.

Топологическая модель местности должна содержать сведения о границах расположения природных и технических объектов, рельефе местности, экологическом состоянии воздушной среды и другие данные, которые привязаны к местности и необходимы для выполнения расчетов. Еще одним ее основным назначением является генерация координатной сетки, которая является общей для всех элементов синтез-модели.

Графоаналитическая модель системы описывает структуру и взаимосвязь структурных элементов системы теплоснабжения, расположение объектов структуры на плане местности и привязку их к координатной сетке. Она позволяет определять диапазоны возможных изменений местоположения элементов системы и является источником исходных данных для оптимизационных расчетов по расположению объектов теплоснабжения и прокладке тепловых сетей.

Прогнозная модель развития инфраструктуры населенного пункта, региона необходима для определения временной динамики роста или снижения тепловых нагрузок, возможного изменения структуры застройки, что может потребовать изменения местоположения объектов теплоснабжения и др.

Модель прогнозирования цен на потребляемые ресурсы определяет вероятную динамику их изменения в течение расчетного временного промежутка. Выходные данные этой модели являются исходными для технико-экономических расчетов.

Прогнозная модель изменения окружающей среды, с учетом модели развития инфраструктуры города, определяет возможные изменения динамики вредных выбросов в воздушную среду и изменения фоновых концентраций в местах расположения объектов ТСС. Также она определяет вероятность отклонений температур наружного воздуха от нормативных для заданного промежутка времени. Выходные данные этой модели используются в экологических расчетах и оценках потребности в топливных ресурсах.

Поскольку значительное влияние на технико-экономические показатели работы ТСС оказывает действующее законодательство, в блок общих моделей включена прогнозная модель изменения нормативно-законодательной базы, которая должна оценивать вероятность наступления этих изменений и на их основе генерировать ограничения для других моделей.

Модель последствий техногенных катастроф рассматривает вопросы устойчивости и живучести ТСС и вырабатывает рекомендации по их увеличению.

Блок моделей источников тепловой энергии включает в себя 15 моделей: модель котлоагрегата; модель турбины; модель ДВС; моделирование тепловых схем; модель выбора числа и типов теплогенераторов; модель распределения нагрузки между теплогенераторами; модель системы водоподготовки; модель параметров надежности; модель экологических характеристик; модель экономических показателей; модель компоновки оборудования; модель топливоподготовки; модели дополнительных элементов; прогнозные модели технического состояния; прогнозные модели показателей элементной базы.

Моделирование тепловых схем – это синтезирующая модель, которая, в зависимости от вида топлива и принятого типа теплогенератора, определяет параметры и состав вспомогательного оборудования установки, формирует структурные и параметрические связи элементов, а также определяет технические показатели источника тепловой энергии в целом.

Модель параметров надежности рассчитывает показатели надежности для структурных элементов и источника тепловой энергии в целом, сравнивает их с нормативными или заданными в проекте и генерирует требования по резервированию.

Модель экологических характеристик с учетом места расположения источника тепловой энергии и близлежащих объектов, текущего фона загрязнений, экологических характеристик полученных из модели теплогенератора и т.д., определяет объемы вредных выбросов, их рассеивание, требования к газовой выхлопной системе, шумоизоляции теплогенераторов или помещений и т.д.

Модель экономических показателей на основе рассчитанных технических показателей выбранного

оборудования, графика загрузки оборудования и объемов потребляемых ресурсов определяет экономические показатели работы установки в целом.

Модель компоновки оборудования предназначена для определения необходимых объемов зданий и сооружений с учетом принятого комплекта оборудования, площадей земельных участков, а также возможности размещения оборудования в существующих зданиях и сооружениях.

Прогнозные модели технического состояния необходимы для выявления элементов, замена которых является необходимой в текущем проекте реконструкции. Также данная модель необходима для прогнозирования динамики ухудшения технических показателей оборудования и планирования сроков ремонтных работ.

Прогнозные модели показателей элементной базы включены в синтез-модель для определения динамики изменения удельной стоимости оборудования и прогнозирования появления нового оборудования с лучшими техническими параметрами.

Блок моделей транспорта тепловой энергии включает в себя 8 моделей: модель гидравлического расчета; модель теплового расчета; модель надежности; модель оптимизации прокладки тепловых сетей; модель экономических показателей; модель ЦТП; прогнозные модели технического состояния; прогнозные модели показателей элементной базы; модель распределения нагрузки между источниками.

Модель распределения нагрузки между источниками тепловой энергии определяет для каждого потребителя источник тепловой энергии, к которому он будет подключен с учетом зимних и летних режимов работы.

Модель оптимизации прокладки предназначена для выбора рациональных мест размещения элементов тепловой сети и трассировки трубопроводов на местности с учетом эксплуатационных расходов и капитальных затрат на их строительство и прокладку.

Прогнозные модели технического состояния необходимы для планирования объемов ремонтных работ и определения требуемых ресурсов, а также предотвращения аварий.

Прогнозные модели показателей элементной базы тепловых сетей определяют динамику изменения стоимости основных видов материалов и элементов для тепловой сети, а также вероятность появления новых видов оборудования.

Блок моделей потребителей тепловой энергии состоит из 5 моделей: модель тепловых нагрузок; модель элементов и систем потребителя; прогнозные модели технического состояния; прогнозные модели энергопотребления по потребителям; прогнозные модели показателей элементной базы.

Модель тепловых нагрузок позволяет определять динамику потребления тепловой энергии по разным видам потребителей (суточную, сезонную), определять суммарное ее потребление за различные промежутки времени с учетом влияния природных и иных факторов.

Модель элементов и систем потребителей представляет собой комплекс моделей по индивидуальным тепловым пунктам, схемам их присоединения к тепловой сети, а также по другому оборудованию потребителей, которое оказывает влияние на работу тепловой сети. Эти уравнения являются замыкающими для проведения гидравлических и тепловых расчетов тепловой сети.

Прогнозные модели технического состояния систем и элементов потребителей определяют возможную динамику отказов и аварийности оборудования у потребителей, потребности в замене оборудования и, как следствие, возможность перехода в этом случае к другим схемам присоединения к тепловой сети.

Прогнозные модели энергопотребления по потребителям оценивают влияние на объемы потребления тепловой энергии ее стоимости, доходов населения, социально-экономического развития региона, а также возможности потребителей по переходу на другие схемы энергоснабжения.

Прогнозные показатели элементной базы предназначены для получения оценок по возможному изменению стоимости материалов и оборудования установок потребителей, а также появлению новых видов материалов и оборудования.

Заключение

Разработанные основные блоки и алгоритмические связи синтез-модели системы теплоснабжения позволяют решать базовые задачи предметной области управления проектами реконструкции и использовать их при реализации синтез-модели проекта реконструкции.

Литература

1. Попырин Л.С., Светлов К.С., Беляева Г.М. Исследование систем теплоснабжения. – М.: Наука, 1989. – 215 с.
2. Макаров А.А., Мелентьев Л.А. Методы исследования и оптимизации энергетического хозяйства. – Н-ск: Наука, 1973.
3. Мелентьев Л.А. Научные основы теплофикации и энергоснабжения городов и промышленных предприятий: Избр. тр. – М.: Наука, 1993. – 364 с.
4. Воропай Н.И., Сеннова Е.В., Новицкий Н.Н. Методы управления физико-техническими системами энергетики в новых условиях. – Н-ск: Наука, 1995. – 335 с.
5. Системные исследования в энергетике в новых социально-экономических условиях. – Н-ск: Наука, 1995. – 220 с.
6. Суслов Н.И. Анализ взаимодействий экономики и энергетики в период рыночных преобразований. – Н-ск: ИЭиОПП СО РАН, 2002. – 270 с.
7. Гамм А.З., Макаров А.А., Санеев Б.Г. Теоретические основы системных исследований в энергетике. – Н-ск: Наука, 1986. – 334 с.

Поступила в редакцию 1.06.2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. К.В. Кошкин, Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, Николаев.