

И. Н. Максименко, асп.

ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ИЗМЕНЯЕМОЙ СТРУКТУРОЙ

Продемонстрирована возможность применения объектно-ориентированного подхода для анализа свойств и поведения во времени системы теплоснабжения.

Задача

Тенденция удорожания топлива, повышенное внимание к охране окружающей природной среды, необходимость круглогодично обеспечивать комфортную температуру внутри помещений при минимальных денежных затратах объясняют интерес к альтернативным системам теплоснабжения (АСТ), использующим нетрадиционные возобновляемые источники энергии.

Известно большое количество различных видов автоматизированных комбинированных АСТ, которые отличаются составом оборудования и схемами его включения [1, 2]. Конкуренция между ними наблюдается в области цен и экономном использовании первичных энергоресурсов. В данном случае эффективность АСТ определяется степенью замещения первичных энергоресурсов (топливо, электроэнергия) возобновляемыми (энергия солнца, приливов, подземных источников тепла).

Для обеспечения конкретных режимов работы такой АСТ, определяемых тепловой нагрузкой потребителя, целесообразно структуру системы сделать изменяемой, что позволит коммутировать необходимое оборудование.

Разработка каждой вновь разрабатываемой системы, связана с необходимостью ее предварительного моделирования с целью анализа свойств системы. Традиционные методики достаточно универсальны и высоко результативны, но если система обладает изменяемой структурой и для ее анализа необходимо описывать дискретные, аналоговые и вероятностные величины, то сложность традиционных методик анализа существенно возрастает [3]. Поэтому возникает задача разработки простой и универсальной методики анализа автоматизированной комбинированной АСТ с изменяемой структурой (АКАСТИС).

В данном случае перспективным видится использование объектно-ориентированного анализа (ООА).

Основные положения

Анализ проводится в три этапа. На первом этапе проводится декомпозиция АКАСТИС на подсистемы. Для каждой подсистемы выделяются объекты, важные для анализа, определяются связи между ними. Результаты представляются в виде информационных моделей АКАСТИС. При необходимости разрабатываются модели взаимодействия объектов. На втором этапе выделенные объекты рассматриваются с точки зрения их поведения во времени, для чего определяются состояния объектов, формализующие их жизненные циклы, и переходы между этими состояниями. Результаты представляются в виде моделей состояний. На третьем этапе выявляются условия, вызывающие каждый переход. Результаты представляются в виде моделей процессов.

Полученные объектно-ориентированные модели позволяют анализировать поведение во времени и свойства АКАСТИС и легко перейти к программному коду.

Результаты анализа АКАСТИС

На первом этапе произведено разбиение АКАСТИС на объект управления и систему управления. В качестве объекта управления предлагается система теплоснабжения, содержащая следующие основные элементы: солнечный коллектор, грунтовый теплообменник-аккумулятор (трубки Фильда), бак-аккумулятор, тепловой насос, резервный источник тепла, потребитель. Солнечный коллектор и трубки Фильда представляют собой нетрадиционные возобновляемые источники теп-

ла. Тепловой насос и резервный источник тепла являются потребителями первичных энергоресурсов.

Взаимодействие элементов системы теплоснабжения осуществляется посредством теплоносителя, движение которого по трубопроводам через соответствующий элемент системы обеспечивается насосами и задвижками. Информационная модель объекта управления представлена на рис. 1.

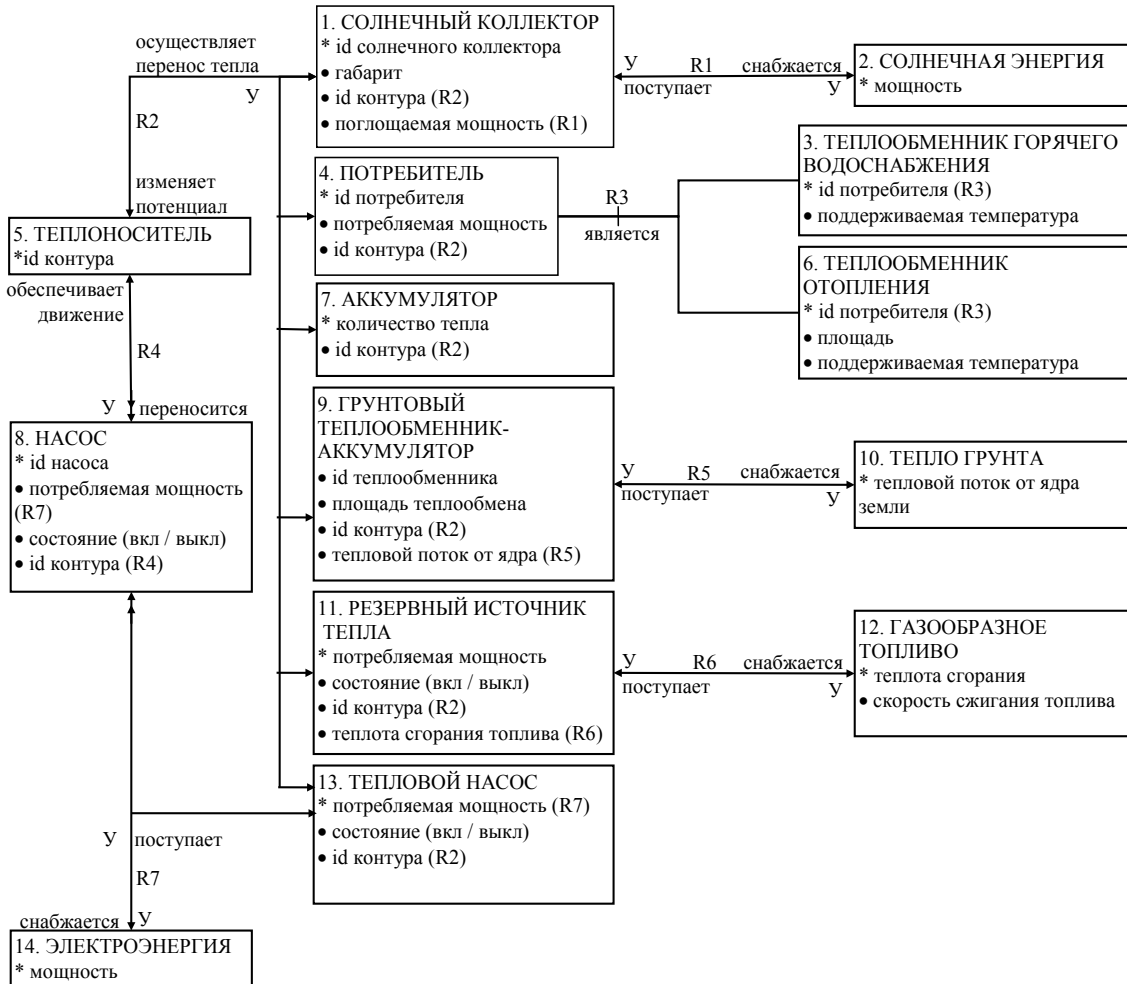


Рис. 1. Информационная модель объекта управления

На рис. 2 представлена модель взаимодействия объектов.

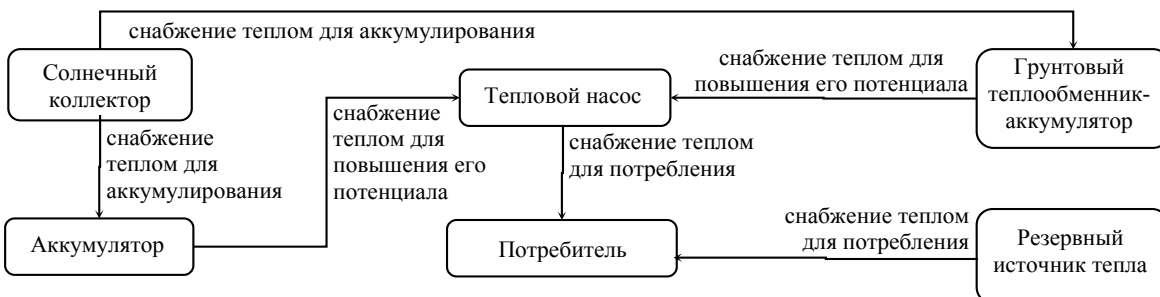


Рис. 2. Модель взаимодействия объектов системы теплоснабжения

На основании разработанных моделей синтезирована структурная схема объекта управления (рис. 3).

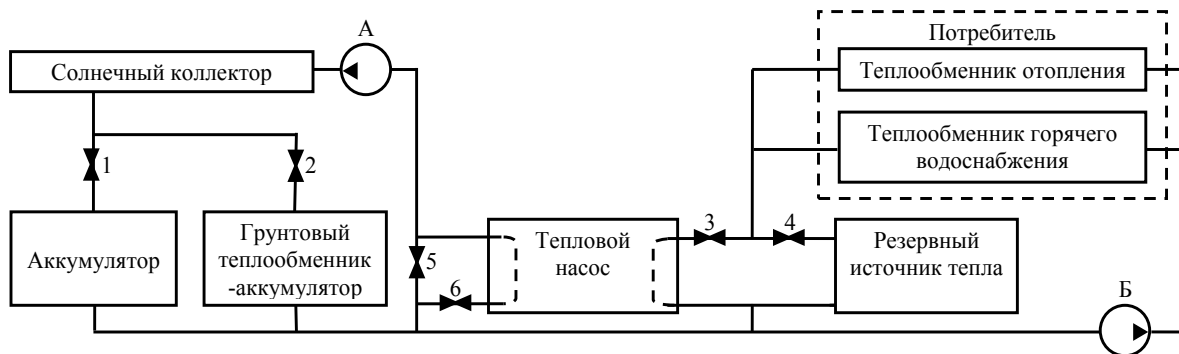


Рис. 3. Структурная схема объекта управления

Информационная модель системы управления показана на рис. 4.

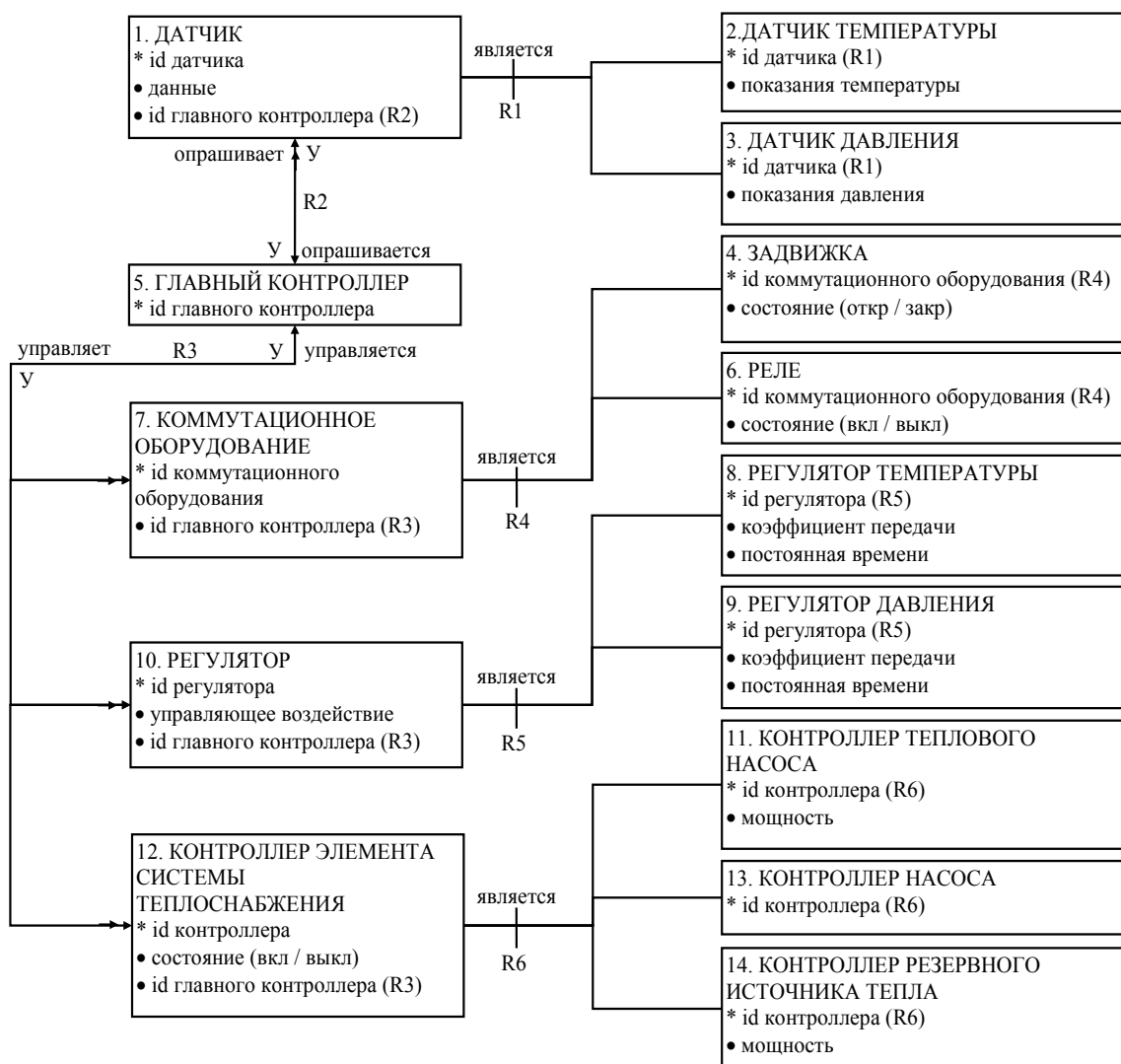


Рис. 4. Информационная модель системы управления

Второй этап методики анализа АКАСТИС предусматривает анализ поведения выделенных объектов и связей во времени.

Разработана модель состояний объекта «главный контроллер» системы управления представленная в виде диаграммы переходов в состояния (рис. 5), формализующей жизненный цикл рассматриваемого объекта и включающей в себя состояния, переходы, события.



Рис. 5. Диаграмма переходов в состоянии «главного контроллера» системы управления

Модели состояний других объектов не приведены из-за их тривиальности. Практически у всех есть два состояния: «открыто / закрыто» («включено / выключено») и два перехода: «открыть / закрыть» («включить / выключить»).

Жизненный цикл объекта «главный контроллер» (далее контроллер) состоит из восьми состояний.

По сигналу активации контроллер переходит из состояния 1 «Контроллер выключен» в состояние 2 «Диагностирование АКАСТИС», в котором коммутационное оборудование приводится в исходное положение и, проверяется работоспособность АКАСТИС, тестируются силовые цепи питания и т.п. При положительном результате диагностирования контроллер переходит в состояние 3 «Анализ изменений», где анализируются параметры окружающей среды, температуры на выходе основных элементов системы теплоснабжения. Если анализ изменений показал, что необходимо изменить конфигурацию АКИСТИС, то происходит переход в состояние 4 «Ожидание коммутации конфигурации», в котором на основе полученных соотношений измеряемых параметров происходит коммутация необходимого оборудования. После завершения коммутации контроллер оказывается в состоянии 6 «Ожидание переходного процесса», в котором он находится до тех пор, пока в системе не завершится переходной процесс. Из состояния 6 контроллер переходит в состояние 7 «Ожидание изменений». В этом состоянии он находится до тех пор, пока изменение значений контролируемых величин не превысит заданных пределов. Когда изменения достигают граничных значений, контроллер переходит в состояние 3, и цикл повторяется. Если в состоянии 3 анализ необходимых параметров показал, что выбор новой конфигурации не требуется, то контроллер переходит в состояние 5 «Задание параметров регулирования», где изменяются настройки регуляторов. После того, как параметры регулирования заданы, контроллер завершает цикл через цепь состояний 6—7—3. Выключается контроллер по сигналу деактивации, переходя в состояние 1. Из любого состояния модели в случае аварии может произойти переход контроллера в состояние 8 «Неисправность». Из состояния «Неисправность» рассматриваемый объект переходит в исходное состояние 1.

На третьем этапе анализа АКАСТИС выявлены условия, вызывающие переходы из одного состояния в другое объекта «главный контроллер» (табл.).

Правила переходов в состояния объекта «главный контроллер» системы управления

№	Исходное состояние	Новое состояние	Условие перехода
1	1. Контроллер выключен	2. Диагностирование АКА-СТИС	Поступил сигнал активации АКАСТИС, подано силовое питание АКАСТИС
2	2. Диагностирование АКА-СТИС	8. Неисправность	Диагностирование дало отрицательный результат
3	8. Неисправность	1. Контроллер выключен	Подан сигнал неисправности, отключено силовое питание АКАСТИС
4	2. Диагностирование АКА-СТИС	3. Анализ изменений	Неисправности при диагностировании не выявлены, произведен опрос датчиков измерения параметров окружающей среды и температуры на выходе основных элементов системы теплоснабжения
5	3. Анализ изменений	4. Ожидание коммутации конфигурации	Завершен анализ измеренных величин, принято решение задать новую конфигурацию
6	4. Ожидание коммутации конфигурации	6. Ожидание переходного процесса	Получено подтверждение завершения коммутации
7	5. Задание параметров регулирования	6. Ожидание переходного процесса	Заданы параметры регулирования
8	6. Ожидание переходного процесса	7. Ожидание изменений	Получено подтверждение завершения переходного процесса
9	7. Ожидание изменений	3. Анализ изменений	Получены данные с датчиков, зафиксирован выход контролируемых величин за заданные пределы
10	3. Анализ изменений	5. Задание параметров регулирования	Завершен анализ измеренных величин, принято решение задать новые параметры регулирования
11	1, 2, 4, 6, 7	1. Контроллер выключен	Поступил сигнал деактивации АКАСТИС, отключено силовое питание АКАСТИС
12	3, 4, 5, 6, 7	8. Неисправность	Произошла авария в АКАСТИС, отключено силовое питание АКАСТИС

В общем случае, целесообразность выбора одной из конфигураций системы теплоснабжения определяется конкретным соотношением таких параметров, как освещенность солнечного коллектора, температура теплоносителя в основном баке-аккумуляторе, температура грунтового теплообменника-аккумулятора, а также фактом выхода регуляторов на предельные режимы работы.

Выводы

Продемонстрирована возможность применения объектно ориентированного анализа для анализа альтернативных систем теплоснабжения с изменяемой структурой. Предложенная методика позволяет анализировать широкий класс систем теплоснабжения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Даффи Дж.А., Бекман У.А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. — М.: Мир, 1977. — 236 с.
2. Системы солнечного тепло- и хладоснабжения / Р. Р. Авезов, М. А. Барский-Зорин, И. М. Васильева и др.; Под ред. Э. В. Сарнацкого и С. А. Чистовича. — М.: Стройиздат, 1990. — 328 с.
3. Купер Дж., Макгиллем К. Вероятностные методы анализа сигналов и систем: Пер. с англ. — М.: Мир, 1989. — 376 с.

Максименко Ирина Николаевна — аспирант кафедры автоматизации теплоэнергетических процессов.
Одесский национальный политехнический университет