

ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Паксюткина С.Д., Ротарь В.Г.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: svetlana.paksjutkina@gmail.com

Сегодня теплоснабжение в России обладает высокой социально-экономической значимостью. К сожалению, на протяжении нескольких десятков лет самый энергорасточительный сектор экономики страны находится в критическом состоянии. Например, перед коммунальным комплексом Томской области всё ещё остаются актуальными следующие задачи [1]: установить во всех котельных водоподготовительное оборудование; заменить котлы кустарного производства на заводские с большим КПД; реконструировать тепловые сети с целью снижения потерь тепла; перейти от централизованного теплоснабжения к автономным источникам теплоснабжения. Все вышеперечисленные задачи и множество других вопросов нуждаются в выборе правильного пути решения. Единственный выход – экспериментирование. Однако проводить натурные эксперименты в реальном мире – дорого, а порой даже невозможно. Какой оптимальный метод решения выбрать, обходя стороной прямые ресурсные затраты, технические и технологические эксперименты на реальном объекте? В данной ситуации актуальным становятся эксперименты на математической модели, а именно *имитационное моделирование*.

Имитационное моделирование – это разработка компьютерных моделей и постановка экспериментов на них. Данная область основана на трех концепциях: системная динамика, дискретно-событийное (процессное) и агентное моделирование [2]. Не раскрывая более детально содержательный смысл этих подходов, заметим только то, что для исследования влияния экономических мероприятий на технико-экономические показатели работы системы теплоснабжения данный инструментальный оказался вполне работоспособным и продуктивным в рамках решения задач программы производственной экономической практики студентов кафедры высшей математики и математической физики ФТИ.

Для изучения экономических и производственных аспектов функционирования системы теплоснабжения была создана учебная имитационная модель. В модели используется системно-динамический подход. Раскроем принятую структуру учебной модели. Пусть имеется три объекта теплоснабжения: источник теплоснабжения (котел), тепловые сети (прямой и обратный трубопровод), потребитель (3-х этажный жилой дом). Пользуясь рекомендациями [3], для отопления жилых зданий, систему теплоснабжения принимаем водяную. Согласно [4] прокладка тепловых сетей – подземная–канальная. Проанализировав слабые стороны систем теплоснабжения, были определены три типовых технико-экономических мероприятия, позволяющие повысить эффективность работы котельной: замена котлов кустарного производства на заводские с коэффициентом полезного действия при сжигании угля на уровне 85%, нефти не менее 90% и природного газа 92%; реконструкция тепловых сетей с целью снижения потерь тепла; переход работы котельных с мазута на природный газ, уголь или дрова [5]. В качестве технико-экономических показателей работы котельной приняли: расчётную нагрузку на отопление жилых зданий, годовой расход теплоты на отопление зданий, температуру воды в подающей линии тепловой сети и на выходе из отопительной системы, средние за год значения часовых тепловых потерь для подземной бесканальной прокладки, термическое сопротивление грунта и

изоляционной конструкции трубопровода, расход топлива и электроэнергии [6]. Надо заметить, что принятые в математической модели расчетные формулы для показателей носят исключительно рекомендательный альтернативный характер.

Одним из самых успешных и сегодня единственным доступным инструментом, поддерживающим основные концепции моделирования, является пакет прикладных программ AnyLogic. AnyLogic создан российской компанией - разработчиком (ООО «Экс ДжейТекнолоджис») как инструмент имитационного моделирования и получил большую популярность [2]. В настоящей работе программная реализация модели теплоснабжения осуществлялась на демо-версии ППП AnyLogic и применялась пока только в учебных целях. Достоинствами пакета является развитый пользовательский интерфейс и наличие ряда сервисных возможностей по визуализации процесса работы системы во времени. Методика применения ППП AnyLogic для модели достаточно формализована и предполагает выполнение заданной последовательности действий, непосредственно связанных с моделированием процессов генерации, транспортировки и потребления тепла, а также анимацией системы теплоснабжения в моделируемом сценарном плане альтернативных мероприятий по повышению её эффективности. После завершения «сборки» имитационной модели можно переходить к проведению экспериментов на ней.

Проведенные эксперименты подтвердили со всей очевидностью, что имитационное моделирование дает ряд преимуществ по сравнению с выполнением натурных экспериментов над реальной системой, таких как: незначительные капиталовложения в разработку модели, возможность моделировать на различных интервалах времени, проведение неограниченного количества экспериментов, незначительные погрешности и ошибки, визуализации процесса, воспроизведение работы реальных объектов [7]. Проанализировав результаты имитационного моделирования системы теплоснабжения на демонстрационном примере с помощью ППП AnyLogic, авторы убедились в том, что инструментальные средства пакета достаточно гибки и работоспособны, а используемая модель позволяет принять адекватное решение по обоснованию целесообразности реализации того или иного мероприятия в плане улучшения технико-экономических показателей работы моделируемой системы. В заключении хочется отметить, что результаты выполненных исследований представляют несомненный интерес как для учебного процесса, так и для практики. В дальнейшем планируется приобретение пакета прикладных программ и использование его в учебном процессе и производственной деятельности института управленческого консультирования и аудита.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Лукьянец А.А., Чернов А.Г., Шумский А.А., и др. Основы экономики и управления в коммунальном комплексе. Новосибирск: изд-во ИЭОПП СО РАН, 2008. 448 с.
2. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 400 с.
3. СНиП 2.04.07. – 86*. Тепловые сети /Минстрой России. М.: ГП ЦПП, 1994. – 48 с.
4. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. М.: Издательство МЭИ, 1999. – 472 с.
5. Красильников Л.Г., Лукьянец А.А., Нечай М.Г., Федецкий И.И. Тарифное регулирование локальных рынков теплоснабжения Томской области на основе функционально-стоимостного и технологического анализа. Томск, 2004, - 360 с.
6. Методические указания по составлению энергетической характеристики водяных тепловых сетей по показателю «тепловые потери» (РД 153-34.0-20.523-98).
7. XJ Technologies. Имитационное моделирование для науки и бизнеса. Применение имитационного моделирования [Электронный ресурс]. – режим доступа: http://www.xjtek.ru/consulting/what_is_simulation/ – 2010.