

*Ст. преподаватель Круш О.Е.,  
ассистент Антонюк Т.В.  
(НТУУ «КПИ», Киев, Украина)*

## **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОСНАБЖАЮЩИХ СИСТЕМ**

*Автоматизация в энергетике является важливiшою задачей сьогодення для Украiни, оскiльки проблема енергозабезпечення краiни переросла в проблему нацiональної безпеки. Від її розв'язання залежить можли- вiсть подолання кризових процесiв. Єдине рiшення - це науковий пiдхiд до створення нових видiв обладнання, розробка i удосконалення методiв розрахунку обладнання i пристроiв. Здiйснення цього не може бути до- сконалим без впровадження автоматизованих систем проектування, розрахунку та керування енергетичний систем.*

Системы, автоматизирующие каждую область жизнедеятельности человека, стали уже неотъемлемой составляющей цивилизованного общества. Следует отметить, что хотя процесс автоматизации начался еще в середине 20-го века, задача создания систем автоматизированного проектирования, моделирования, управления и т.д. не утратила своей актуальности и по сей день.

Рассмотрим одну из областей хозяйственной деятельности человека – энергетику. Актуальность создания автоматизированных систем в данной области обусловлена ее значением для полноценного развития любой страны, ведь энергетика – это основа современного общества.

Сегодняшнее состояние малой энергетики, которая обеспечивает теплом большую часть населения Украины является крайне неудовлетворительным: старые котлы с низким коэффициентом полезного действия, изношенное оборудование, устаревшая автоматика или же, что еще хуже, полное ее отсутствие. И такое состояние наблюдается даже в крупных городах, не говоря уже о периферии. Тепловые сети также характеризуются значительными потерями тепловой энергии, которые могут достигать 15-20% общего объема тепловой энергии, которая передаётся по этим сетям, и в 2-3 раза выше, чем в промышленно развитых странах. Потери тепловой энергии в основном обуславливаются изношенностью тепловых сетей, их низкой надежностью, устаревшим техническим оборудованием, в частности насосных станций, запорно-регулирующей арматуры. Множество систем характеризуются «тепме-

ратурным несоответствием» между средами, которые обмениваются тепловой энергией. Сроки службы тепловых сетей в 2-3 раза ниже нормативных, темпы их старения опережают темпы замены [1, 43].

Энергетическую проблему в Украине невозможно решить без комплексного уменьшения высокой энергоёмкости. Приоритеты политики энергообеспечения и энергоиспользования должны базироваться не на механическом поиске источников удовлетворения текущих нужд в энергоносителях, а на выборе принципиально новой модели и структуры потребления на базе энергоэффективных энергосберегающих технологий и оборудования.

Энергосбережение — путь для энергоёмких производств выдержать жесткую конкуренцию на мировом рынке. Над производителями конкурентоспособной энергосберегающей техники нужно раскрыть «политический зонтик», которые все развитые страны раскрывают над своими товаропроизводителями. Но для производства действительно энергосберегающей техники, «политический зонтик» не достаточен.

Теплогенерирующие установки являются дорогостоящим сооружением, требующим привлечения больших капитальных и эксплуатационных затрат. Кроме того, эти объекты активно загрязняют окружающий воздушный бассейн. Достаточно подсчитать экономию средств за год при повышении коэффициента полезного действия котла на 0.1...0.3 % , чтобы убедиться в важной роли профессионального подхода к решению вопросов проектирования и эксплуатации данного вида техники.

Создание техники не возможно без моделирования, как метода научного познания. В процессе исследования реальных систем и построении их моделей используются разные методы моделирования, которые зависят от характеристик объекта, уровня знаний про него, цели исследования и требований к модели. Распространенными системно-методологическими подходами к моделированию являются: аксиоматический, имитационный, оптимизационный, «черного ящика».

При имитационном моделировании стараются воспроизвести процесс функционирования системы во времени с помощью некоторых алгоритмов. При этом имитируются основные явления, которые создает процесс, который рассматривается с сохранением их логической структуры и последовательности перебежки во времени. Это дает возможность получить информацию о состоянии процесса в определенный момент и оценки характеристик системы. Имитационные модели дают возможность учесть такие признаки, как дискретность и непрерывность элементов системы, не линейность их характеристик [2, 54].

Такие модели лучше всего создавать с помощью систем автоматизированного проектирования (САПР), поскольку проектирование связа-

но с инженерной деятельностью, направленной на создание новых объектов, методов, теорий, которые совершенствуют среду, окружающую человека.

Согласно определению, проектирование – это процесс составления описания, необходимого для создания еще не существующего объекта (алгоритма его функционирования или алгоритма процесса), путем преобразования первичного описания, оптимизации заданных характеристик объекта или алгоритма его функционирования, устранения некорректности первичного описания и последовательного представления (при необходимости) описаний на различных языках.

Таким образом, системы автоматизированного проектирования – это инструмент научных исследований, включающий в себя и численный эксперимент, выполняемый с помощью компьютерных моделей, и теоретический анализ экспериментальных данных [3, 5]. Именно в таком контексте в статье употребляется термин САПР.

С точки зрения программной реализации САПР в энергетике развиваются в трех параллельных направлениях:

1. САПР с встроенным графическим редактором.
  2. САПР, встроенные в существующие графические среды (SolidWorks, Inventor, AutoCAD и т. п.) и использующие их графическую базу.
  3. САПР, использующие геоинформационные системы (ГИС).
- Рассмотрим подробнее каждое направление.

**САПР с встроенным графическим редактором.** САПР, использующие собственный графический редактор, позволяют осуществить визуальное моделирование проектируемой или анализируемой системы, предоставляют возможность расчета системы при разных нагрузках, а также оснащены множеством дополнительных функций. Построение модели в подобных системах осуществляется с помощью графического языка схем, а математические модели выбираются в зависимости от особенностей исследуемого объекта.

Обладая собственной, внутренне согласованной, структурой модулей и объектов, такие системы являются удобным инструментом научных исследований, особенно при проверке работоспособности новых математических моделей или при анализе существующих.

Представителями САПР рассматриваемого типа являются «САПР-Теплосеть» (разработка ЧП «Техэнерго») и САПР «КРОКУС» (разработана совместно Институтом кибернетики НАН Украины и Харьковским ЦКБ ЭНЕРГОПРОГРЕСС). Хотя указанные системы разрабатывались при тесном сотрудничестве программистов, сотрудников НИИ и конечных пользователей (то есть инженеров-теплотехников,

проектировщиков), однако внедрение подобных систем весьма затруднено из-за оторванности от множества особенностей реального производства. Кроме того, неотъемлемой составляющей любого проекта является конструкторская документация в привычном для инженера формате, что неизбежно приводит к необходимости установки связи между разработанной САПР и графическими пакетами, автоматизирующими создание конструкторской документации.

Следствием вышеизложенных положений стало развитие другого направления САПР в энергетике – САПР, встроенных в графические среды построения чертежей и трехмерных моделей.

**САПР, встроенные в существующие графические среды.** Появление графических пакетов САПР таких как AutoCAD, SolidWorks и подобных, являющихся, по сути, автоматизированным кульманом пришлось по душе инженерам, так как профессиональному инженеру легче освоить работу с чертежом (или трехмерной моделью) на компьютере, чем работу с полнофункциональной САПР.

Кроме автоматизации процесса создания чертежа, разработчики пакетов САПР предоставили инженерам также возможность оснащать свои чертежи подпрограммами, проводящими расчеты и устанавливающими взаимосвязи между элементами чертежа или трехмерной модели. Для этого в графические пакеты встроены такие среды программирования как Visual Basic for Application (VBA), AutoLISP и VisualLISP [4, 52]. Технология создания встроенных подпрограмм (макросов) настолько проста, а язык чертежей и моделей так привычен инженерам, что именно они, а не профессиональные программисты, дали толчок развитию САПР, встроенных в графические пакеты.

Однако с помощью макросов можно осуществить далеко не все, что должна уметь делать полнофункциональная САПР. Например, вряд ли можно осуществить предпроектный анализ с последующим выбором более оптимальной математической модели, не говоря уже о полноценном компьютерном моделировании. Кроме того, графические пакеты САПР имеют свою объектную модель, представляющую из себя набор графических примитивов, а не элементов теплосхемы. Графические примитивы имеют один набор параметров и методов, а элементы тепловой схемы другой. Совершенно ясно, что одних макросов для создания полнофункциональной САПР на основе графических пакетов недостаточно. Решением стало развитие таких технологий как автоматизация и Add-In.

Целью указанных технологий является предоставление функций и объектной модели графического пакета САПР для использования и управления из внешних приложений, написанных на любых языках

программирования, поддерживающих технологию автоматизации. Таким образом, существует возможность разработки полнофункциональной САПР, однако на основании уже разработанного графического редактора. По сути, такие системы внедряются в конструкторскую документацию и предоставляют возможность осуществлять как коррекцию графических моделей так и проводить исследования.

Представителями САПР рассматриваемого типа являются «САПР контактных водонагревателей» и САПР «Котельных» (разработки, ведущиеся в НТУУ «КПИ»), внедренные в такие графические среды как Inventor и SolidWorks с помощью технологии Add-In.

**САПР, использующие геоинформационные системы (ГИС).** В 90-х годах 20-го столетия все четче прорисовывается тенденция взаимопроникновения геоинформатики и отраслевых специализированных приложений, для которых ГИС может являться удобным средством визуализации и аналитики.

На этой почве наблюдается явное стремление различных субъектов хозяйствования каким-то образом интегрировать свои информационные проекты на базе единой топоосновы. Это вполне естественное желание, полезное со всех точек зрения, поскольку карты и планы на большие территории становятся общедоступными, причем все более подробные масштабы открываются для общего пользования.

Системы, использующие ГИС обладают наглядностью и полезны для проектирования прокладки новых магистралей, осуществления наладки существующих магистралей, позволяют учитывать особенности местности. Однако ориентация на местности далеко не всегда является составляющей процесса проектирования энергетических объектов. Так, например, для проектирования котла совсем не обязательно знать его точное размещение в пространстве и вряд ли ктонибудь при проектировании котельной станет наносить на карту размещение основного и вспомогательного оборудования.

Возможности, предоставляемые ГИС незаменимы в случае проектирования и прокладки систем водо- и теплоснабжения, магистралей газо- и нефтепроводов и т.п.

Ярким представителем интеграции ГИС и САПР является информационно-графическая система "CityCom" разработчик ИВЦ «Поток».

Исходя из вышесказанного, можно сделать следующие выводы:

1. Применение САПР экономически оправдано и позволяет повысить эффективность использования дорогостоящего сырья, путем внедрения энергосберегающих технологий.

2. Выбор САПР зависит от особенностей проектируемого объекта и требований, предъявляемых к автоматизированной системе.

3. Разработка САПР в энергетике целесообразна и является перспективным направлением.

*Автоматизация в энергетике — это одна из важнейших задач на сегодняшний день для Украины, потому что энергообеспечение для страны переросло в проблему национальной безопасности. От ее решения зависит возможность преодоления кризисных процессов. Единственное решение — это научный подход к созданию нового оборудования, разработка и усовершенствование методов расчета оборудования и устройств. Реализация этого не может быть совершенной без внедрения автоматизированных систем проектирования, расчета и управления энергетических систем.*

*Automation in power engineering is the major problem for Ukraine nowadays, because the problem of power supply of the country has grown into the problem of national safety. The opportunity of overcoming these crisis processes depends on the solution of the mentioned problem. The only solution is a scientific approach to creation of new kinds of equipment, development and improvement of methods of calculation of the equipment and devices. It cannot be accomplished without introduction of the automated systems of designing, calculation and management of energy system.*

#### **Библиографический список.**

1. Ковалко М.П. Энергосбережения – досвід, проблеми, перспективи. – Київ: Ін-т електродинаміки НАНУ, 1997. -163 с.

2. Кустовська О.В. Методологія підходу та наукових досліджень: Курс лекцій. – Тернопіль: Економічна думка, 2005. -124 с.

3. Петренко А.И. Основы автоматизированного проектирования. – К: Техника, 1982.-295с.

4. Зуев С. А., Полещук Н. Н. САПР на базе AutoCAD — как это делается — СПб БХВ-Петербург, 2004 - 1168 с.