

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПОСТРОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГЕТИКИ

GENERALS OF CONSTRUCTION OF MATHEMATICAL MODELS OF OBJECTS OF ENERGY

Сидоров Д. В., Гаврина О. А., Амилаханов Р. А., Закаев О. О.
Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный
технологический университет), г. Владикавказ, Gavrina-Oksana@yandex.ru

Sidorov D. V., Gavrina O. A., Amilakhanov R. A., Zakaev O. O.
The North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy
(State Technological University), Vladikavkaz

Аннотация. В статье представлен анализ методологических аспектов математического моделирования. Рассмотрены подходы к моделированию объектов энергетики.

Abstract: The analysis of methodological aspects of mathematical design in the article presents. Going is considered near the design of objects of energy.

Ключевые слова: моделирование; анализ методологических аспектов; математические модели; технологические объекты; объекты энергетики.

Key words: design; analysis of methodological aspects; mathematical models; technological objects; objects of energy.

Математическое описание объекта управления является необходимым начальным этапом автоматизированного проектирования с применением систем автоматизированного проектирования (САПР). Оно выполняется на основании физических и химических законов, которым подчиняются управляемые процессы.

Под моделированием какого-либо объекта (явления, системы, устройства) обычно понимается воспроизведение и исследование другого объекта, подобного оригиналу в форме, удобной для исследования, и перенос полученных сведений на моделируемый объект [1, 2].

На основе анализа различных методов моделирования в соответствии с требованиями, предъявляемыми к «инструментам САПР», в состав САПР СУ вводятся моделирование на ЭВМ и полунатурное моделирование. С помощью средств САПР осуществляется не только воспроизведение и исследование объекта, но и управление процессами моделирования. При математическом моделировании, моделировании на ЭВМ, в качестве объекта моделирования, оригинала, выступают исходные уравнения, представляющие математическую

модель объекта, в качестве модели – процессы, протекающие в соответствии с этими уравнениями и воспроизводимые на ЭВМ в виде машинных решений.

При автоматизации проектирования специфика проектируемых объектов энергетики находит отражение, прежде всего, в их математических моделях. Однако, несмотря на то, что математические модели разных объектов энергетики также различны, имеется ряд общих положений, справедливых для многих областей техники и относящихся к принципам и методам моделирования.

Прежде всего, это – блочно-иерархическое представление объектов проектирования, естественным образом включающее в себя и математическое представление, т. е. на каждом иерархическом уровне используются свои математические модели, сложность которых согласована с возможностями анализа [3].

Стремление уменьшить сложность модели на каждом иерархическом уровне приводит к расчленению представлений о проектируемых объектах энергетики на большое число уровней. Однако, при этом, увеличиваются количество и сложность задач по согласованию результатов, полученных на различных уровнях. Число фактически используемых иерархических уровней при проектировании конкретных объектов зависит от имеющихся традиций, принятой организации САПР, возможностей используемого математического и программного обеспечения [4].

Наиболее крупными и имеющими место при проектировании большинства технических изделий иерархическими уровнями являются уровни, которые назовем микроуровнем (уровень В), макроуровнем (уровень Б), метауровнем (уровень А). Любой из фактических иерархических уровней или совпадает с одним из названных уровней, или входит в один из них как некоторый подуровень. Поэтому в данной статье рассматриваются характерные особенности математических моделей, используемых на микро-, макро- и метауровнях.

На микроуровне при моделировании фазовые переменные фигурируют как функции нескольких независимых переменных, к которым относятся пространственные координаты и время, причем и пространство, и время рассматриваются как непрерывные. Математические модели должны отражать процессы, протекающие в общем случае в трехмерной сплошной среде. Элементами микроуровня являются участки объемной структуры, например прямоугольный участок резистивной области в интегральной схеме, участок несущей конструкции здания или жидкая фаза в парогенераторе и т. п. Типичными фазовыми переменными микроуровня будут плотность тока, напряженности полей, концентрации частиц и др. Внутренними параметрами могут быть, например, такие величины, как коэффициенты теплопроводности, доля реактивной энергии, геометрические размеры элементарных участков, а выходными параметрами – электрическое сопротивление участка провода, жесткость пружин релейных агрегатов и т. п.

Типичные математические модели данного уровня представляют собой дифференциальные уравнения в частных производных. В связи с учетом характера воздействий и фазовых переменных, распределенных в пространстве, эти модели часто называют распределенными моделями. Решение дифференциальных уравнений в частных производных представляет значительные вычислительные трудности. Использование распределенных моделей ограничивается случаями объектов с малым числом участков, рост сложности задачи при увеличении протяженности пространственных и временных областей быстро приводит к необходимости перехода к следующему иерархическому уровню – макроуровню.

На макроуровне используют представление о средах как о дискретном пространстве. Эта дискретизация означает переход от распределенных к сосредоточенным моделям. Элементами этого уровня являются объекты, которые на микроуровне рассматривались как системы (например, сопротивления элементов сети, преобразователи в схемах, компенсирующие устройства и т. п.). Параметры этих элементов, будучи на микроуровне выходными, здесь становятся внутренними. Примерами выходных параметров макроуровня являются коэффициент усиления усилителя, разрешающая способность оптического прибора, сила тяги двигателя и т. п. Типичными фазовыми переменными являются токи и напряжения в электрических системах, скорости и силы в механических системах, потоки и давления в гидравлических и пневматических системах.

Математические модели систем макроуровня представляют собой обыкновенные дифференциальные уравнения, в частных случаях статических задач превращающиеся в алгебраические и трансцендентные уравнения. С ростом числа элементов и, соответственно, порядков систем уравнений, возможности решения задач на основе математических моделей макроуровня резко сужаются, становится необходимым переход к представлениям следующего иерархического уровня.

На метауровне системы – это сложные устройства и комплексы. Например, функционирование информационных и вычислительных систем рассматривается как цепь событий, происходящих в дискретные моменты времени и заключающихся в изменении состояний элементов. Дискретное представление пространства и времени обуславливает дискретность фазовых переменных, которыми являются величины, характеризующие состояния элементов. Роль элементов и внутренних параметров выполняют системы и выходные параметры предыдущего иерархического уровня. Так, элементами ЭВМ на метауровне можно считать арифметическое устройство, оперативную память, устройства ввода и др. Примерами выходных параметров служат вероятность обслуживания поступивших в систему заявок (сообщений), среднее время простоя в очереди на обслуживание, быстродействие устройства [4].

Для построения математических моделей метауровня широко используют методы теории автоматического управления, методы планирования эксперимента, математическую логику, теорию массового обслуживания.

Список использованных источников

1. Алексанкин А. Я., Бржозовский А. Э., Жданов В. А. [и др.] Автоматизированное проектирование систем автоматического управления / под ред. В. В. Солодовникова. М. : Машиностроение, 1990. 332 с.
2. Сольницев Р. И. Автоматизация проектирования систем автоматического управления. М. : Высшая школа, 1991. 335 с.
3. Норенков И. П. Введение в автоматизированное проектирование технических устройств и систем: учеб. пособие для втузов. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Высшая школа, 1986. 304 с.
4. Сидоров Д. В., Гаврина О. А. Анализ методологических аспектов математического моделирования динамики сложных технологических объектов // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: материалы двенадцатой Всерос. науч.-практ. конф. Т. II. Старый Оскол : СТИ НИТУ МИСиС, 2015. 400 с.

УДК 662.76

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПГУ С ВНУТРИЦИКЛОВОЙ ГАЗИФИКАЦИЕЙ УГЛЯ

EFFICIENCY ANALYSIS OF THE IGCC

Смирнов А. И., Богатова Т. Ф., Осипов П. В.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, tes@mail.ru

Smirnov A. I., Bogatova T. F., Osipov P. V.

Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: ПГУ с внутрицикловой газификацией является коммерческой технологией с высокой эффективностью при использовании различных типов топлив. Дальнейшее улучшение экономичности и снижения выбросов являются важнейшими задачами производства энергии. Рассмотрены и смоделированы с использованием Aspen Plus различные методы повышения эффективности. Проанализированы эксплуатационные условия и интеграционные процессы.

Abstract: Integrated gasification combined cycle (IGCC) is a commercial used power generation system with high efficiencies for a variety of feedstocks. Further improvement of its efficiency and thereby lowering emissions are important tasks to achieve a more sustainable energy production. Different methods are considered and