

Среди них выделяют системы непосредственного отображения и генерализующие. Системы непосредственного отображения описывают определенные аспекты реальных систем на языке математических формул. К ним относят математические модели и логико-эвристические модели. Генерализующие системы отражают окружающую действительность через обобщенное представление о ней. Подразделяются на концептуальные модели и языки.

Выводы. Описанные классификации дают представление о многообразии систем, но при этом их нельзя считать всеобъемлющими. Каждую из предложенных классификаций можно дополнить и расширить. В статье рассмотрено что такое системы и определены ее основные компоненты. Определены различные виды систем, дана их характеристика. Отдельно рассмотрены недетерминированные системы, особенности их исследования и моделирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Толковый словарь Ушакова <https://ushakovdictionary.ru/> (дата обращения: 03.04.2020).
2. Экономико-математический словарь: Словарь современной экономической науки. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Дело, 2003. — 520 с.
3. Большая политехническая энциклопедия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://find-info.ru/doc/encyclopedia/large-polytechnical/fc/slovar-209-2.htm#zag-2346> (дата обращения: 03.04.2020).
4. Системный анализ в управлении экономикой / Ю. И. Черняк. — М.: Экономика, 1975. — 191 с.
5. Большая советская энциклопедия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://dic.academic.ru/contents.nsf/bse/> (дата обращения: 03.04.2020).
6. Теория систем и системный анализ / В.Н. Чернышов, А.В. Чернышов. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 96 с.
7. Теория систем и системный анализ / В. Н. Волкова, А. А. Денисов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Юрайт, 2014. — 616 с.

УДК 004.942

ОБЗОР И АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ПОДХОДОВ К КЛАССИФИКАЦИИ МОДЕЛЕЙ

А.И. Мартышкин¹, Д.Э. Ильичов²

¹кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры вычислительных машин и систем, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», г. Пенза, Россия, e-mail: Alexey314@yandex.ru

²студент группы 17ИВ16п, Факультет автоматизированных информационных технологий, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», г. Пенза, Россия, e-mail: biberlink@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена теории моделирования систем. В работе определены понятия модели и моделирования, подробно рассмотрены и описаны различные подходы к классификации моделей. Раскрыты основные принципы моделирования, описана последовательность шагов моделирования. В качестве метода исследования сложных систем отдельно рассмотрено имитационное моделирование, показано его преимущества перед традиционными видами моделирования систем. Приведена базовая классификация имитационных моделей.

Ключевые слова: моделирование, имитационное моделирование, метод, классификация, система, исследование.

REVIEW AND ANALYSIS OF VARIOUS APPROACHES TO MODEL CLASSIFICATION

A.I. Martyshkin¹, D.E. Ilyichov²

¹Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Computers and Systems, FGBOU VO 'Penza State Technological University', Penza, Russia, e-mail: Alexey314@yandex.ru

²Student of group 17iv1bp, Faculty of automated information technologies, FGBOU VO 'Penza State Technological University', Penza, Russia, e-mail: biberlink@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the theory of system modeling. The paper defines the concepts of model and modeling, and describes in detail various approaches to classifying models. The basic principles of modeling are disclosed, and the sequence of modeling steps is described. As a method for studying complex systems, simulation modeling is considered separately, and its advantages over traditional types of system modeling are shown. The basic classification of simulation models is given.

Keywords: modeling, simulation, method, classification, system, research.

Введение. Для того, чтобы выбрать подходящий метод моделирования недетерминированной системы, раскроем содержание понятий модели и моделирования, опишем основные виды моделей и рассмотрим процесс моделирования, требования и принципы, которые необходимо соблюдать при создании модели. Кроме того, опишем метод имитационного моделирования, который возьмем за основу разработки недетерминированного конечного автомата.

Цель работы. Цель работы состоит в описании и выборе наиболее подходящего метода моделирования недетерминированной системы.

Материал и результаты исследований. Для того, чтобы выбрать подходящий метод моделирования недетерминированной системы, раскроем содержание понятий модели и моделирования, опишем основные виды моделей и рассмотрим процесс моделирования, требования и принципы, которые необходимо соблюдать при создании модели. Также опишем метод имитационного

моделирования, который возьмем за основу разработки недетерминированного конечного автомата. Одним из основных инструментов для исследования систем является модель. В настоящее время сложно однозначно ответить на вопрос, что такое модель, так как это понятие имеет множество значений. В контексте данной научной работы мы будем обращаться к следующему определению модели. Модель – это материальный или мысленно представляемый объект, который в процессе исследования замещает объект-оригинал, сохраняя при этом все его важные для данного исследования свойства. [16]. Наука по-разному отвечает на вопрос, что такое моделирование. Моделирование – это построение моделей реально существующих объектов (предметов, явлений, процессов); замена реального объекта его подходящей копией – имитация; исследование объектов познания на их моделях.

В широком смысле о моделировании говорят, как о методе познания, состоящем в создании и исследовании моделей. Общую схему моделирования можно представить следующим образом (рисунок 1).



Рисунок 1 – Схематическое представление процесса моделирования

История моделирования начинается еще с древнейших времен, наскальной живописи. Наскальные рисунки древних людей возникли из стремления познать окружающую действительность. С тех пор люди активно применяют метод моделирования во всех сферах жизнедеятельности. Моделирование позволяет решать задачи любой степени сложности в зависимости от целей деятельности человека.

Моделирование – процесс построения, изучения и применения моделей [17]. Суть процесса заключается в переносе исследовательской деятельности с объекта-оригинала на его заместителя.

В процессе создания модели нужно соблюдать следующие принципы:

1 Принцип информационной достаточности. Для построения модели исследуемого объекта необходимо обладать объемом необходимой информации об этом объекте. При недостатке информации будет невозможно создать модель, а при ее избытке, необходимость в создании модели пропадает.

2 Принцип осуществимости. Создаваемая модель должна отвечать целям и задачам исследования для достижения намеченных результатов.

3 Принцип множественности. Если необходимо изучить все стороны исследуемого явления, для этого потребуются создание большого числа моделей, каждая из которых будет отражать конкретный аспект действительности.

4 Принцип агрегирования. Для удобства исследования и последующего принятия решений на основе созданной модели рекомендуется представлять ее структуру как совокупность подсистем. Это позволит рассмотреть разные варианты построения модели.

5 Принцип параметризации. Прием представления модели в виде системы с заданными параметрами используется для сокращения объемов вычислений и продолжительности моделирования.

Процесс моделирования по своей природе является циклическим, так как на любом этапе проектирования модели мы можем вернуться к предыдущему шагу и внести необходимые поправки. Ниже представлены ключевые этапы моделирования.

1 Постановка задачи моделирования.

a) Первичный эмпирический анализ проблемной области.

b) Постановка задачи в терминах гипотез и определения зависимых переменных (циклы, потребление ресурсов и т.д.)

c) Выбор уровня детализации для моделирования и имитации.

d) Согласование сформулированных гипотез и моделирование уровня детализации относительно ожидаемых результатов.

e) Выбор языка концептуального моделирования (сети Петри,

f) модели массового обслуживания и т.д.) и методов моделирования (диаграммы классов, словарь данных, списки и т. д.).

2 Разработка концептуальной модели [16].

Остановимся на самых значимых для исследования признаках классификации моделей.

1 степень полноты модели;

2 характер моделируемого свойства объекта;

3 характер процессов, протекающих в объекте моделирования;

4 способ реализации модели [17].

Схема классификации моделей согласно указанным признакам представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Схема классификации моделей

В зависимости от степени схожести модели с объектом-оригиналом выделяют полные, неполные и приближенные модели. Полные модели строятся на подобии исследуемого объекта, неполные модели характеризуются неполным подобием, а приближенные модели затрагивают только некоторые стороны исследуемого объекта.

По признаку «характер процессов, происходящие внутри моделируемого объекта» модели делятся на детерминированные и стохастические, статические и динамические, дискретные, непрерывные и дискретно-непрерывные. Детерминированные модели характеризуют процессы, в которых отсутствует момент неопределенности, случайных воздействий. Стохастические модели используются для моделирования случайных процессов. Статические модели описывают состояние объекта в определенный момент времени, динамические модели отображают изменение состояние объекта во времени.

Дискретные модели создаются для описания поведения объекта в системе его отдельных состояний. Непрерывные модели используются в системах с непрерывными процессами. Дискретно-непрерывные модели создаются при необходимости анализа двух типов процесса.

По способу реализации модели выделяют два класса: предметные и абстрактные. К классу предметных моделей относятся те из них, которые можно осязать при помощи органов чувств и измерительных приборов. Такие модели имеют материальное воплощение реального объекта. Среди предметных моделей выделяют натурные (физические) (макеты образцы, копии) и аналоговые. Аналоговые модели используются для исследования явлений, имеющих природное происхождение, например, колебательные процессы.

Абстрактные модели строятся на основе их мысленных представлений и делятся на интуитивные и информационные. На начальных этапах моделирования мы имеем дело с интуитивной моделью, которая возникает при мысленном исследовании объекта-оригинала и является начальной стадией моделирования до ее перехода в материальную или информационную модель. Информационные модели представляют собой словесное описание объекта посредством текстов, формул, чертежей, таблиц, схем, рисунков и т.д.

Несмотря на многообразие существующих вокруг нас систем, большинство из них относятся к сложным системам. Проблема управления сложной системой напрямую связана с непредсказуемостью внешних воздействий, которые оказывают влияние на структуру системы и ее функционирование. При этом описание такой системы посредством аналитических математических моделей в данной ситуации будет довольно неточным [2].

К таким системам в первую очередь относятся социально-экономические системы, промышленные и производственные организации. Среди причин, затрудняющих моделирование сложной системы, выделяют такие, как: структурная сложность системы, связанная с большим количеством элементов, сложным характером связи между ними и т.д. затрудняет моделирование; множество факторов, оказывающих на систему внутреннее и внешнее воздействие; стохастичность: неопределенность поведения системы; неопределенность развития системы во времени; динамическая сложность из-за постоянно протекающих изменений в структуре, что затрудняет прогнозирование будущего состояния системы без использования специализированных динамических средств компьютерного моделирования; эволюция и переходные процессы, наблюдаемые в системе; формирование стратегии – целенаправленный перевод системы из текущего состояния в необходимое [17].

Таким образом, мы еще раз подчеркнули слабые стороны традиционных математических методов исследования модели, которые не подходят для моделирования сложных систем. По этой причине появился совершенно новый вид моделирования, который называется имитационным. Имитационное моделирование направлено на изучение поведения динамических процессов, которое изменяется во времени в условиях неопределенности. В имитационной модели сосредоточены три аспекта исследуемого процесса – временной, пространственный и логический, что качественно отличает ее от других моделей, в которых в большинстве случаев реализован только один из аспектов. Таким образом, имитационное моделирование помогает с большей эффективностью решать задачи, протекающие в условиях неопределенности.

Область применения имитационного моделирования достаточно обширна. Его используют для исследования поведения систем в экономической

отрасли; поиска решения задач управленческого характера; наблюдения за динамикой развития социальных и биологических систем; содействия развитию высокотехнологичных предприятий.

Среди имитационных моделей можно выделить две группы моделей: дискретно-событийные и дискретно-временные. Собственно, разделение происходит по признаку управляющего элемента. В дискретно-событийных системах – это событие, а в дискретно-временных – время.

Дискретные имитационные модели могут зависеть как от событий, так и от времени. Переменная времени t является естественной независимой переменной, выступающая в качестве аргумента всех функций ввода, состояния и вывода. Поэтому такие системы называют системами, зависящими от времени [1].

Выводы. В работе определены понятия модели и моделирования, подробно рассмотрены и описаны различные подходы к классификации моделей. В статье раскрыты основные принципы моделирования, описана последовательность шагов моделирования. В качестве метода исследования сложных систем отдельно было рассмотрено имитационное моделирование, его преимущества перед традиционными видами моделирования систем. Приведена базовая классификация имитационных моделей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акопов А.С. Имитационное моделирование / А.С. Акопов — М.: Издательство Юрайт, 2019. — 389 с.
2. Вьюненко Л.Ф., Михайлов М.В., Первозванская Т.Н. Имитационное моделирование / Л.Ф. Вьюненко, М.В. Михайлов, Т.Н. Первозванская; под ред. Л.Ф. Вьюненко. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 283 с.
3. Духанов А.В. Имитационное моделирование сложных систем: курс лекций / А.В. Духанов, О.Н. Медведева; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2010. – 115 с.
4. Byoung Kyu Choi, DongHun Kang John, Modeling and Simulation of Discrete Event Systems / Wiley & Sons, 2013. – 432 с.