



Клевцов В.П.

доцент, канд. техн. наук

Харьковская государственная
академия дизайна и искусств

О СИСТЕМНЫХ СВОЙСТВАХ КОМПЬЮТЕРНЫХ 3D-МОДЕЛЕЙ В ДИЗАЙНЕ. ЧАСТЬ 2. СОСТАВ И СТРУКТУРА МОДЕЛЕЙ

Аннотация. В статье с системных позиций рассматриваются вопросы обобщенного описания основных свойств 3D-моделей, создаваемых дизайнером – проектировщиком программно-техническими средствами. Делается попытка найти формальные основы описания состава, структуры моделей, а также оценки их сложности.

Ключевые слова: 3D-модель, система, элемент, множество, структура, машинная модель объекта, моделирование, связи (отношения), сложность модели, уровни иерархии.

Анотація. Клевцов В.П. Про системні властивості комп'ютерних 3d-моделей в дизайні. Частина 2. Склад і структура моделей. В статті розглядаються питання системного аналізу то узагальненого опису основних властивостей 3D-моделей, які будуються на ПК дизайнером –проектувальником. Робиться спроба знайти формальні основи опису складу, структури моделей, а також оцінки їх складності.

Ключові слова: 3D-модель, система, елемент, множина, структура, машинна модель об'єкту, моделювання, зв'язки (відношення), складність моделі.

Annotation. Klevtsov V.P. About system properties of computer 3D-modeling in a design. Part 2. Composition and structure of models. In paper the problems of system analysis 3D-modeling considered and generalised description of characteristic 3D-models, which designer builds on PC.

Keywords: 3D-model, system, element, ensemble, structure, machine object's model, 3D-modeling, relationships (relationships).

Надійшла до редакції 3.05.2012

Постановка проблемы. Попытка системного анализа процесса и результатов 3D-моделирования, а также свойств создаваемой 3D-модели, представляется важной как для поиска рациональной системы освоения дизайнерами современных 3D-программ, так и для разработчиков соответствующих программных пакетов. Проблема состоит в необходимости, на базе системного подхода, найти формальные основы описания состава, структуры моделей, а также оценки их сложности. Однозначное представление особенностей и законов построения модели, а также сложности задач моделирования, необходимо для повышения эффективности обучения этому важному виду деятельности. В частности, это даёт возможность строить рациональные процедуры освоения программ и более объективно оценивать успехи обучаемого.

Связь работы с научными или практическими программами. Работа соответствует программе НИР, определенной Постановлением кабинета Министров Украины N 37 “Про першочергові заходи щодо розвитку національної системи дизайну та ергономіки і впровадження їх досягнень у промисловому комплексі, об'єктах житлової, виробничої і соціальнокультурної сфері”, а также предусмотрена планом научно-исследовательских работ ХГАДИ.

Анализ последних исследований и публикаций. Проблема анализа сложных систем различной природы является предметом научного внимания достаточно длительный период. Ранее [2] отмечались работы в сфере эргономики и инженерной психологии [1, 5, 6], в сфере алгоритмизации и программирования, общей теории систем [1, 7, 12, 15], и в ряде других работ.

В рамках рассматриваемых задач наиболее интересными представляются следующие результаты перечисленных и других работы этой направленности [8, 9, 10, 13, 14, 16].

Как правило, вначале, определяется понятие системы вообще и вида исследуемой системы – в частности (от этого зависит тип сложности). Далее принимается решение – какой концептуальный подход следует применить в оценке сложности. И, наконец, в контексте какой задачи оценивается сложность (анализ, синтез, репродукция).

Самое простое определение системы – множество взаимосвязанных элементов. Относительно вида системы (и вида сложности) можно сказать следующее. Речь может идти [12]:

- о внутренней и внешней сложности;
- о структурной (морфологической) сложности;
- о функциональной сложности;
- об информационной, инфологической сложности;
- о статической или динамической сложности;

В общем случае это разделение целесообразно лишь на отдельных этапах анализа, поскольку все эти аспекты взаимосвязаны.

Известны подходы, в которых сложность системы определяется: [5, 12]

- количеством элементов и связей системы;
- числом состояний системы;
- объемом вычислений, необходимых для изучения системы;

- количеством информации, необходимой для изучения системы;
- количеством двоичных разрядов, необходимых для описания системы.

Если наличие первых двух показателей возражений не вызывают, то последние два, для сложных систем, явно непригодны (пустой растровый кадр занимает столько же мега(кило)байт, сколько и кадр со сложной картиной).

[5] предложил оценивать сложность системы не только третьим показателем, но всеми ресурсами, затраченными на её анализ (создание), и степенью её адекватности (идеалу).

В частности, предложено сложность S системы оценивать затратами E , временем T , сложностью методов M и степенью соответствия A :

$S = \langle T, E, M, A \rangle$, где $T [0; \infty]$, $E [0; \infty]$, $M [0; \infty]$, $A [0; 1]$. Целесообразно анализировать изложенные результаты.

Цель работы. Предварительный системный анализ проблемы моделирования предполагает продолжение и конкретизацию поставленных задач.

Исходные данные, обобщенно, таковы. Существует система (рис. 1), состоящая из **человека** (оператора, дизайнера, студента), **объекта моделирования** (детали, сборки, сцены) и **IT-средств** (компьютера с соответствующим программным и информационным обеспечением). Решается **задача построения 3D машинной информационной модели (МИМ) объекта**. В этом процессе, как ранее [2, 4, 6] отмечалось, участвует **внутренняя** (в сознании оператора) **модель** объекта и собственных действий. Последняя в психологии называется **концептуальной моделью**.

В состав **IT-средств** входят все виды обеспечения решения задач (построения и редактирования моделей), а также средства интерфейса с оператором. Внутренними психофизиологическими средствами человека являются системы **восприятия** (обрабатывающие афферентный поток информации), **оценки и принятия решений**, а также исполнительные механизмы **действия**. Последние генерируют управляющие воздействия (эфферентный поток информации).

Задача моделирования может иметь разную постановку. Самая простая – если объект моделиро-

вания полностью определён и процесс (алгоритм) построения расписан по шагам. Именно такие задачи решают студенты на этапе первичного освоения программ САПР.

Более сложные связаны с необходимостью выбора, поиска решений. Сложность моделирования возрастает по мере увеличения неопределённости: задач, информации, алгоритмов (действий). Скажем, есть реальный объект, есть IT-комплекс, но нет описания алгоритма. Кстати, типология (виды неопределённости) исчерпывающе дана в [7].

Мы ограничиваемся простейшей постановкой задачи (есть пошаговый алгоритм). Рассматривается процесс и результат построения внутренней (без учёта внешних связей) инфологической модели объекта – МИМ. Считается, что эта модель динамическая и на отдельном этапе построения является **текущей**, а на конечном этапе – **финальной**.

Состав (содержание) модели в современных IT-комплексах определяется задачей моделирования, свойствами объекта и функциональными возможностями программ – модель одного объекта интерпретируется в разных программах по-разному.

Специфика программно-технических средств построения и фиксации модели объясняет то, что модель формируется не в одном формате. В частности, для компактного хранения (импорта, экспорта, передачи) модель фиксируется в одном формате, а для связи с оператором (человеком) – в другом. Понятно, что для проектировщика главный интерес представляет именно последняя форма, предъявляемая ему средствами интерфейса. Это и будет отображение МИМ.

Модель образована элементами и связями и имеет иерархическую структуру, в которой можно выделить несколько уровней иерархии $J = 0, 1, 2, 3, 4$ (схема изображена на рис. 2). Элементы могут трактоваться как функциональные или лингвистические единицы (объекты). Связи могут иметь самый различный смысл: геометрический, логический, могут представлять собой математические соотношения и пр. На схеме справа отмечены номера уровней модели, слева лингвистические и функциональные именованья уровней.

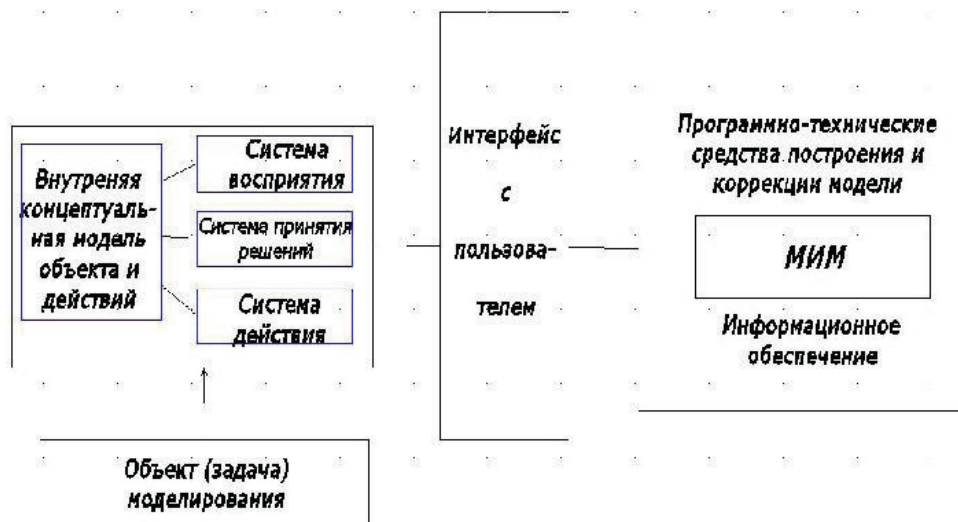


Рис. 1. Структура системы моделирования

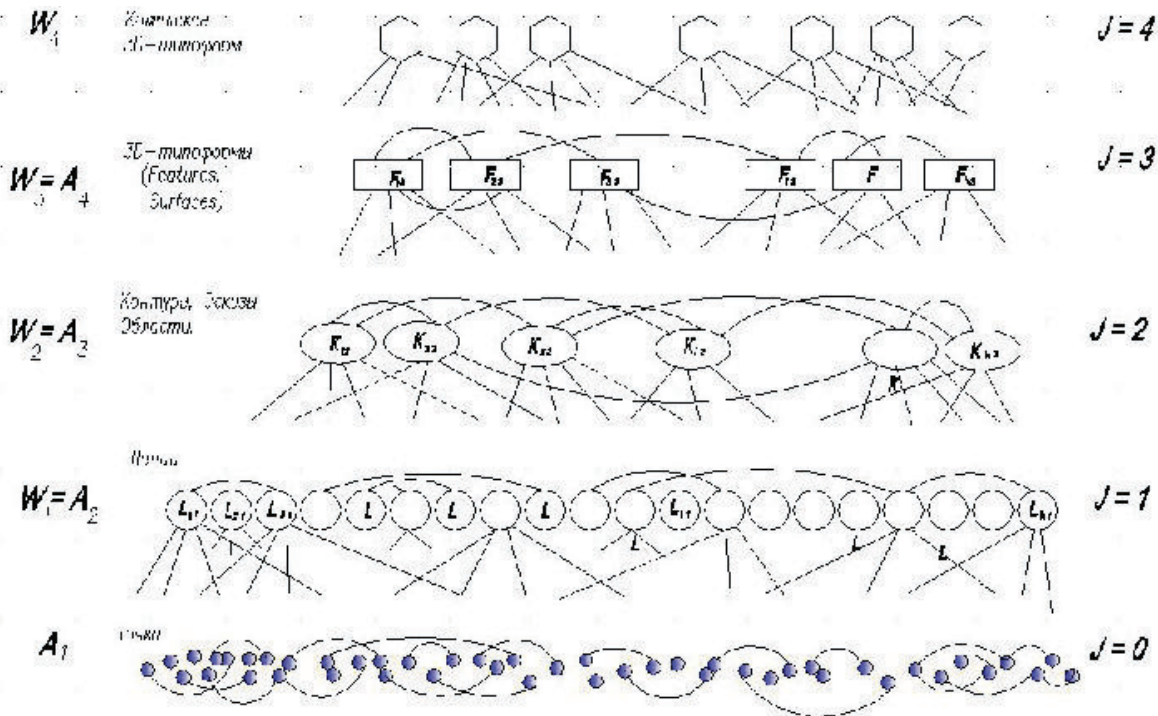


Рис. 2. Иерархия информационной модели

Нижний уровень ($j = 0$) соответствует объектам “точки”. Связи здесь соответствуют приращениям координат в декартовой или полярной системе. Этот уровень постоянно контролировать человеку нет необходимости, хотя работа именно с “точками” встречается. Можно считать точки алфавитом 1-го уровня.

Далее идёт начало моделирования. Формирование МИМ в любой задаче начинается с построения эскизов (плоских, 2-мерных примитивов). При этом работает соответствующий инструментарий программы. Любая линия рассматривается как последовательность связанных точек, смещённых на некоторое расстояние (микроинтервалы). Последовательность микроинтервалов в каждом случае соответствует некоторому закону, выражаемому математической зависимостью. Виды этих зависимостей (Li) образуют функциональные имена разнообразных кривых: дуга, эллипс и т.п. Можно считать их множество словарём W_1 . Он же является алфавитом A_2 следующего уровня ($j = 2$). Связи на уровне ($j = 1$) имеют геометрический смысл: концентричность, симметричность, касательность и т.п.

Несколько линий образуют замкнутый или разомкнутый контур (Ki), т.е. эскиз, обеспечивающий построение 3-мерной элементарной формы: тела (цилиндр, шар, скругление и т.п.) или участка поверхности. Множество типовых эскизов на уровне ($j = 2$) являются словарём W_2 или алфавитом A_3 . Функционально, это – подпрограммы (операторы), реализующие методы формообразования: выдавливание, вращение, движение примитива по пространственной траектории и т.п. С другой стороны – это алфавит (словарь) дизайнера, из элементов которого составляются сложные пространственные конфигурации.

В целом, по рис. 2 можно понять логику построения модели в процессе её усложнения. Следует добавить, что дуги горизонтальной ориентации на рис.2

изображают межэлементные связи внутренние, в пределах данного уровня, а отрезки штриховых линий – связи внешние, межуровневые. Примером первых могут служить, скажем, параллельность (или концентричность) двух линий (дуг). Примером межуровневых связей может быть осевая линия сложной детали вращения при сборке.

В целом, модель МИМ можно рассматривать как упорядоченную совокупность элементов формы или как высказывание в определенном языке L . Поэтому здесь применимы такие понятия как алфавит A_j , словарь W_j , порождающая грамматика G_j .

Исходя из функциональной роли обозначенных на рис. 2 элементов L, K, F , можно считать, что каждый из них должен фиксировать следующие данные: понятийное имя (термин T) и список соответствующих параметров P (вместе со своими значениями Z).

$$E_{ij} = \langle T_{ij}, \langle P_{ij} \rangle, \langle Z_{ij} \rangle \rangle$$

Это было определено много лет назад [4, 11] при проведении работ по моделированию возможностей зрительной системы в процессе распознавания образов и анализа изображений. Это, много лет спустя, нашло подтверждение в реализации современной САПР *Solid Works*, в которой каждый узел дерева конструирования представляет собой министруктуру из имени элемента (формы), его состава и всех параметров, избыточно и однозначно описывающих процесс его создания.

Учитывая вышеизложенное, можно более обоснованно подходить к оценке сложности создаваемых (созданных) моделей.

В частности, представляется перспективным путь применения энтропийных (теоретико-информационных) методов оценки, но при обязательном учёте не только общего количества элементов и связей, но и уровней иерархии, а также разнообразия связей.

К примеру, одним из способов описания сложности является оценка числа элементов, входящих в систему (переменных, состояний, компонентов), и разнообразия взаимозависимостей между ними. Например, количественную оценку сложности системы можно произвести, сопоставляя число элементов системы (n) и число связей (m) по следующей формуле:

$$C_s = \frac{m}{n(n-1)},$$

где $n(n-1)$ – максимально возможное число связей. Можно применить энтропийный подход к оценке сложности системы. Считается, что структурная сложность системы должна быть пропорциональна объему информации, необходимой для ее описания (снятия неопределенности). В этом случае общее количество информации о системе S , в которой априорная вероятность появления i -го свойства равна $p(s_i)$, определяется как

$$I_s = -\sum_i p(s_i) \ln p(s_i).$$

Выводы. В данной статье сделана попытка конкретизировать намеченные ранее пути системного представления и формализации сложных и интересных взаимосвязей проектировщика (дизайнера) и средств информационных технологий (ИТ-средств) в рамках построения 3D-моделей. Конечно, данная работа нуждается в продолжении.

Литература:

- 1 Адаменко, Ашероф, Бердников и др. Информационно-управляющие человеко-машинные системы: Исследование, проектирование, испытания: Справочник. – М.: Машиностроение, 1993.
- 2 Клевцов В.П. О системных свойствах компьютерных 3D-моделей в дизайне. Ч.1. Вісн. Харк. Держ.акад. дизайну і мистец. – 2009.- N 2
- 3 Нильсон Н. Искусственный интеллект. Методы поиска решений. Изд-во «Мир», М. 1973.
- 4 Клевцов В.П. До формальної інтерпретації процесу формування структур у сприйманні та запам'ятуванні. «Вісник Харківського університету», N 70. Психологія, вип. 4. Вид-во ХДУ, X, 1971
- 5 Соколов В.В. Подход к оценке сложности систем. Интернет-издание [http:// ait.org.ua/p/pub/_podhod.html](http://ait.org.ua/p/pub/_podhod.html)
- 6 Эргономика. Принципы и рекомендации. Вып. 1, ВНИИТЭ, М., 1970.
- 7 Уилсон А., Уилсон М. Управление и творчество при проектировании систем. Пер. с англ. М., Советское радио, 1976.
- 8 Гардан И., Люка М. Машинная графика и автоматизация конструирования.-М.:Мир,1987.-272с.
- 9 Климов В.Е. Графические системы САПР / Кн. 7 из серии Разработка САПР в 10 кн. Под ред. А.В.Петрова. – М.: Высшая школа, 1990
- 10 Роджерс Д., Адамс Дж. Математические основы машинной графики: Пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1980
- 11 Клевцов В.П. Общие принципы организации сенсорно-перцептивных процессов в модели зрительного анализатора. Эргономика. Труды ВНИИТЭ, Вып. 1, М., 1970.
- 12 Казиев В.М. Введение в системный анализ и моделирование. <http://cylib.iit.nau.edu.ua/Books/ComputerScience/System-Analize/www.kbsu.ru/content.htm>
- 13 Сложность, не уменьшаемая сложность и вероятность возникновения. <http://kelavrik-0.livejournal.com/9093.html>
- 14 Оценка сложности информационных систем с учетом человеческого фактора
- 15 Программные продукты и системы № 4 за 2007 год. адрес статьи: <http://www.swsys.ru/index.php?page=article&id=293>
- 16 Классификация систем. Лекции. <http://e-educ.ru/tsisa15.html>