

МОДЕЛЬ КАК КЛЮЧЕВОЕ ПОНЯТИЕ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

АННОТАЦИЯ

Анализируются понятия модель и моделирование, и их применение в обучении.

Показано значение моделирования в подготовке специалистов в области техники и технологий.

Представлено моделирование в геометро-графической подготовке, его принципы и его составные части, а также его разновидность – компьютерное геометрическое моделирование.

ВВЕДЕНИЕ

В федеральных государственных образовательных стандартах отмечен компетентный подход к подготовке студентов технических вузов. Принципиально новой особенностью такого подхода является необходимость обеспечения требований информационной поддержки жизненного цикла изделий. На всех стадиях жизненного цикла изделий присутствуют информационные модели, в число которых входят 3D-геометрические и графические модели.

1. БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ МОДЕЛЬ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

Моделью некоторого объекта A (оригинала, прототипа, прообраза) называется объект B , в каком-то отношении подобный (аналогичный) оригиналу A , но отличающийся от него, выбранный или построенный субъектом K , по крайней мере, для одной из следующих целей:

1). Замена A в некотором мысленном (воображаемом) или реальном действии, исходя из того, что B более удобен для этого действия в данных условиях (модель-заместитель). Например, когда по условию текстовой задачи составляется уравнение, то уравнение выступает как модель-заместитель исходной задачи.

2). Создание представления об объекте A (реально существующем или воображаемом) с помощью объекта B (модель-представление). Когда для доказательства теоремы или решения задачи строится чертеж фигуры или тела, о которых говорится в исходных данных, то этот чертеж является моделью-представлением рассматриваемой фигуры или тела.

3). Интерпретация (истолкование) объекта A в виде объекта B (модель-интерпретация). Уравнение

$(x - a)^2 + (y - b)^2 = R$ является моделью-интерпретацией геометрической окружности.

4) Исследование (изучение) объекта A посредством изучения объекта B (модель исследовательская).

В большинстве случаев модель обладает не одним каким-либо признаком, соответствующим одной из указанных целей, а несколькими, и поэтому она пригодна, как правило, и для других целей. Так, например, модель-интерпретация окружности пригодна и для исследования свойств окружности, значит, она является и моделью исследовательской. Однако обычно выбирается или строится модель для решения какой-то конкретной задачи, и поэтому вид модели определяется именно той целью, для которой она была первоначально предназначена.

В некоторых из указанных видов моделей можно выделить подвиды. Так, среди моделей-представлений можно выделить модели-представления реальных объектов и модели-представления воображаемых объектов, а также модели-представления о будущих возможных событиях и процессах – прогнозирующие модели, модели-представления об уже совершенных событиях – модели-описания.

Исследование каких-либо реально существующих предметов и явлений и конструируемых объектов путем построения и изучения их моделей называется моделированием. На моделировании по существу базируется любой метод научного исследования – как теоретический (при котором используются различного рода знаковые, абстрактные модели), так и экспериментальный (использующий предметные модели).

Мы предлагаем под моделью понимать материальный или идеальный объект, который рассматривается для изучения исходного объекта (оригинала) и отражает наиболее важные (с точки зрения цели изучения) свойства, качества или параметры оригинала. Моделирование – это построение моделей объектов (предметов, явлений, процессов), существующих в действительности, т.е. замена реального объекта его подходящей копией для исследования этих объектов познания. Главная особенность моделирования заключается в том, что это метод познания с помощью объектов-

заместителей. Модель выступает как своеобразный инструмент познания, который исследователь ставит между собой и объектом, и с помощью которого изучает интересующий его объект.

2. ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Исторически первыми моделями, отражающими реальные объекты и явления, считаются наскальные рисунки, а затем языковые знаки (слова), которые возникли в ходе развития человечества.

В научных исследованиях моделирование стало применяться еще в глубокой древности. Например, в Древней Греции была создана геометрическая модель Солнечной системы. Таких примеров можно привести множество. Причем моделирование как метод научного познания постепенно проникло во все области научных знаний, среди которых: техническое конструирование, строительство, архитектура, астрономия, математика, физика, химия, биология, а также гуманитарные и общественные науки.

Моделирование – один из основных способов исследования явлений и процессов окружающей действительности. Он основывается на принципах аналогии и подобия и связан с такими категориями, как абстракция, гипотеза и др.

Геометрическая модель – это приближенное представление (изображение) какого-либо множества объектов, явлений внешнего мира в виде совокупности геометрических многообразий и отношений между ними для получения новых знаний о другом объекте (оригинале). В геометрической модели могут отображаться элементы разной размерности (в каких-либо сочетаниях и отношениях между собой), имеющие свою внутреннюю структуру. Геометрические модели включают и количественные отношения элементов модели. Это количественные характеристики геометрических фигур, полученные в результате измерений. Это функциональные зависимости между параметрами модели и их аналитические обобщения, связанные с производными, интегралами и т.д. Это алгебраические выражения, направленные на численную реализацию количественных (и качественных) закономерностей (свойств) модели, а, следовательно, и реального моделируемого объекта. При этом геометрическое моделирование непосредственно связано с математическим.

Таким образом, геометрическое моделирование позволяет с помощью геометрических преобразований исследовать пространственные (пространственно-подобные) формы, отношения (количественные и качественные), закономерности, свойства, присущие объектам реального мира. В то же время, геометрическим и в целом математическим понятиям и теориям присуща высокая степень абстрактности.

Под геометрической моделью будем понимать отображение пространств (многообразий, множеств) различного числа измерений, возможно с дополнительной структурой, выраженное с помощью геометрических понятий.

Таким образом, если обозначить M_1 – объект/оригинал (некоторое множество элементов, определяемое в каком-либо геометрическом пространстве), M_2 – модель/образ (множество образов элементов объекта M_1), f – отображение, определяющее переход M_1 в M_2 , то получим: $f: M_1 \rightarrow M_2$.

Геометрическое моделирование включает следующие составные части.

1) Объект моделирования (с указанием области отправления отображения): определение прообраза/оригинала модели или геометрическое множество, которое следует отобразить (моделировать). Моделировать можно как трехмерное пространство (в этом случае получаются модель Монжа, перспектива, аксонометрия, проекции с числовыми отметками), так и любые многообразия: поверхности (например, стереографическая проекция, цилиндрическая проекция), многомерные пространства (многомерные начертательные геометрии), неевклидовы пространства (неевклидовы начертательные геометрии), многообразия (множества), элементами которых являются не точки, а прямые, или плоскости, или коники – конические сечения, являющиеся кривыми второго порядка.

2) Носитель модели (указание области принятия отображения): какое множество служит для конструирования модели. Носителем модели может служить плоскость или двумерное множество (например, плоскость изображения, чертеж, экран компьютера). Однако, в общем случае, моделировать можно, не только на плоскости, но и на иной поверхности (например, панорамная и купольная перспективы), в трехмерном и многомерном евклидовом и неевклидовом пространствах и т.п., т.е. для конструирования области прибытия отображения может быть выбрано многообразие любой структуры, любой размерности и с любыми элементами. Разумеется, что в таких начертательных геометриях «изображения» моделируемых объектов уже нельзя просто начертить (нарисовать на плоском носителе изображения (листе, экране компьютера и т. п.)). Однако такие геометрические модели являются перспективными, и в настоящее время ведутся разработки по построению таких изображений, например, проекционное телевидение, когда изображение получается в физическом пространстве; компьютерные 3D-графические программы позволяют получать трехмерные модели.

3). Модель: чем отображается оригинал на носителе данной модели, как конструируется модель или какое геометрическое множество служит моделью (областью прибытия). Например, чтобы построить модель точки трехмерного пространства, необходимо построить ее две проекции. Элементами области прибытия (модели) могут быть любые объекты: пары, тройки и т.д. точек, прямых и т.п., окружности, коники, прямые и кривые линии, поверхности, преобразования и др.

Отметим, что поскольку с взаимно однозначным отображением связано совершенно равноправное с ним обратное отображение, то в принципе безразлично, что называть оригиналом, а что – моделью.

4). Аппарат отображения. Основным способом конструирования отображений в классических методах начертательной геометрии является композиция (произведение) проецирования и сечений, а именно, пространство оригинала M_1 проецируется прямыми связки M_2 на плоскость M_3 ($M_1 \rightarrow M_2 \rightarrow M_3$). В общем случае вместо связок прямых (M_2) можно использовать различные геометрические многообразия, например, конструкции прямых (косое проецирование), семейства кривых (криволинейное проецирование), поверхностей и т.д. Набор многообразий M_2 во всех отображениях называют проецирующим аппаратом или аппаратом отображения.

Здесь следует отметить, что аналитические отображения (аналитические модели) строятся так же, как рассмотренные выше конструктивные: связь между оригиналом M_1 и моделью M_3 осуществляется по типу $M_1 \rightarrow M_2 \rightarrow M_3$, т.е. произведение отображений, где между областью отправления отображения M_1 и областью прибытия M_3 имеется некоторое множество – посредник M_2 . В случае аналитического отображения вставка M_2 есть некоторое числовое множество (множество наборов чисел), а в случае конструктивного отображения вставка M_2 – это проецирующий аппарат. Очевидно, что одно и то же отображение можно построить и аналитически, и конструктивно.

Выделенные четыре принципа построения геометрических моделей позволяют развивать, дополнять и уточнять уже разработанные и строить новые геометрические теории, причем имеет место взаимное обогащение геометрии оригинала и геометрии модели в результате перевода известных фактов одной геометрии на язык другой.

Следует отметить, что построение моделей не является прерогативой начертательной геометрии (геометрического моделирования). По существу вся математика занимается в этом смысле моделированием: аналитическая геометрия Декарта, интерпретация Гаусса комплексных чисел, модели геометрии Лобачевского и др. Однако геометрическое моделирование выделяется в самостоятельный раздел геометрии, за счет

специфики методов конструирования моделей – это конструктивные методы построения взаимно однозначных отображений.

После представленных составных частей геометрического моделирования осуществляется выбор метода решения задачи в рамках построенной геометрической модели, а также анализ и интерпретация полученных результатов.

Итак, пространственные соотношения между реальными объектами (положение и ориентация объектов в пространстве и их размеры) изучаются с помощью геометрических моделей. Для визуализации геометрических моделей используются идеализированные геометрические объекты (точка, линия, плоскость и др.), которые в отличие от реальных объектов обладают набором только наиболее существенных свойств (геометрическая точка отличается от реальной точки на чертеже тем, что имеет только координаты, но не имеет размеров, геометрическая линия не имеет ширины, геометрическая плоскость – толщины и т.д.). Графическая визуализация геометрических моделей представляет собой образ (зрительно/визуально воспринимаемый) идеализированных геометрических объектов, составляющих геометрическую модель.

Геометрическая модель – это идеальная форма существования реального объекта, т.е. прежде чем конструировать какое-либо изображение необходимо вначале заменить объект реального пространства на геометрический объект, называемый оригиналом, поскольку в реальном мире мы не всегда оперируем точками, плоскостями и т.п. Другими словами, сначала нужно сконструировать модель реального пространства, а затем построить его изображение – геометрическую модель. Поэтому можно сказать, что геометрическое моделирование занимается построением «модели моделей». Таким образом, геометрическая модель является общим случаем моделей реальных объектов, поскольку позволяет получать различные модели, выходящие за рамки реальных объектов, например, построение моделей многомерных пространств. Однако такие модели находят применение для отображения процессов и явлений в различных сферах нашей действительности (экономических, экологических, технологических, социальных и т.п.).

Геометрическая модель – это визуально-образная модель. Воспринимаемая трехмерная визуальная информация о реальном физическом (трехмерном) пространстве формируется в сознании человека в виде мысленного образа. Можно сказать, что мысленный образ (M_2) является прообразом (моделью) объекта, реально существующего или создаваемого в результате мыслительной деятельности, т.е. оригинала (M_1). А поскольку любое изображение (M_3), создаваемое человеком, является синтезом его мысленного образа, который существует в виде мысленной

модели (M_2), то получается, что любое изображение является моделью модели, т.е. $M_1 \rightarrow M_2 \rightarrow M_3$. Однако человек воспринимает визуальную информацию реально существующих объектов. А поскольку геометрия оперирует и абстрактными объектами (например, четырехмерными, пятимерными моделями, т.е. моделями различной структуры и размерности), то геометрическая модель может обогащать визуальную информацию за счет мыслительной деятельности. На этом основании можно сделать вывод о том, что изображения (визуально-образные модели) могут быть дополнены, обогащены новой информацией для решения прикладных вопросов.

3. КОМПЬЮТЕРНОЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

В настоящее время актуальным является обучение студентов геометрическому компьютерному моделированию, где геометрическая модель представляется информационной (компьютерной) моделью с помощью средств компьютерной графики.

Компьютерная графика (*CG – computer graphics*) – это отрасль знаний, которая, с одной стороны, представляет комплекс аппаратных и программных средств, используемых для формирования, преобразования и выдачи информации в визуальной форме. С другой стороны, под компьютерной графикой понимают совокупность методов и приемов для преобразования данных в графическое представление. Компьютерная графика – область деятельности, в которой компьютеры используются как инструмент для создания изображений, так и для обработки визуальной информации, полученной из реального мира. Условно компьютерную графику можно разделить на двумерную, трехмерную, анимационную, инженерную. В свою очередь анимация может быть двумерной и трехмерной, также как инженерная компьютерная графика может быть двумерной и трехмерной. В зависимости от способа формирования изображений компьютерную графику подразделяют на растровую графику, векторную и фрактальную. Отдельным предметом считается трехмерная 3D-графика, изучающая приемы и методы построения объемных моделей объектов в виртуальном пространстве. В ней сочетаются векторный и растровый способы формирования изображений. За полвека своего развития компьютерная графика проделала громадный путь. Сейчас это самая динамично развивающаяся отрасль информационной технологии, она охватывает все виды и формы представления изображений, доступных для восприятия человеком на экране [1].

Представление геометрической модели с помощью средств графики (совокупность всех средств получения изображений), в том числе и средствами компьютерной графики, называется геометро-графической моделью. Для

моделирования в среде графического редактора используется обобщенная информационная модель графического (геометрического) объекта, включающая изображаемый объект (его геометрическая форма или рисунок), его параметры (размеры, пропорции, цвет), действия по формированию изображения (перемещение, копирование, редактирование, поворот, отражение, изменение размеров и пропорций).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стратегически новым подходом к информатизации геометрической и графической подготовки становится обеспечение требований информационной поддержки жизненного цикла изделий *PLM (Product Life Cycle Management)*, ранее имевшей название *CALS*. В этой связи основополагающей представляется трехмерная электронная геометрическая модель – математическое описание структуры изделия, полный набор координат и геометрических характеристик его элементов [2]. Однако анализ практики обучения показывает, что у студентов технических специальностей наблюдаются частичные, разрозненные представления о геометрическом моделировании. А выпускники вузов – специалисты технического профиля – в большинстве случаев не способны на профессиональном уровне осуществить геометрическое моделирование. Следовательно, обучение геометрическому моделированию студентов остается актуальной задачей, требующей для своего решения новых подходов, учитывающих современные тенденции [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Божко Н.А., Жук Д.М., Маничев В.Б. Компьютерная графика: Учеб. Пособие для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 392 с.
2. Якунин В.И., Сидорук Р.М., Райкин Л.И., Соснина О.А. Инновационная стратегия комплексной информатизации геометрической и графической подготовки в высшем техническом профессиональном образовании на современном этапе. – Научно-методические проблемы графической подготовки в техническом вузе на современном этапе: Материалы Международной научно-методической конференции посвященной 80-летию АГТУ, 15-17 сентября 2010 года. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2010. – С. 228 – 234.
3. Информационные технологии в инженерном образовании. / Под ред. С.В. Коршунова, В.Н. Гузнецова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 432 с.