

УДК 378.147

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ БИОНИЧЕСКИХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФОРМ

О.А. Акулова, канд. техн. наук, доцент,

Е.В. Китаевский, студент,

К.Р. Назарук, студент

*Брестский государственный технический университет,
г. Брест, Республика Беларусь*

Ключевые слова: архитектурная бионика, 3D-моделирование, криволинейные поверхности, конструкции.

Аннотация. В статье рассматриваются некоторые аспекты архитектурной бионики, а также особенности создания трехмерных моделей сложных криволинейных поверхностей на примере AutoCAD.

Идея применения знаний о живой природе для решения инженерных задач насчитывает сотни лет. Однако только в 60-е годы XX века, благодаря развитию кибернетики, эти знания оформились в новое научное направление – бионику.

В настоящее время в связи с бурным развитием систем автоматизированного проектирования (САПР) и технологий искусственного интеллекта она получила новый виток в своем развитии. С каждым годом снимается все больше ограничений технических возможностей человека, стала возможной 3D-печать строительных конструкций. В связи с этим изучение и применение бионики в архитектурном проектировании является современной и актуальной задачей, позволяющей преодолеть однообразие в архитектуре.

Предметом бионики является «исследование структуры и функционирования биологических объектов различной сложности с целью создания новых более совершенных технических устройств и синтеза биотехнических комплексов, оптимально использующих свойства биологических и технических элементов, объединенных в единую функциональную систему целенаправленного поведения» [1, с. 11].

Это, в свою очередь, созвучно идеологии нового современного подхода к проектированию – информационному моделированию зданий и сооружений (ВИМ-технологии) [2].

Основным методом бионики является моделирование, в том числе геометрическое. Под архитектурно-бионической моделью подразумевается «такая мысленно представляемая или вещественно (материально) реализованная система, которая в конкретно-образной форме отражает и синтезирует законы и принципы формообразования живой природы и архитектуры с целью выполнения архитектурных задач, а также получения новой информации о законах и принципах формообразования в живой природе и в архитектуре» [1, с. 55].

В качестве бионических геометрических форм применяют всевозможные сложные криволинейные поверхности, описанные, например, в [3]. Рассмотрим в качестве примера некоторые из них.

Так, особый интерес представляет изучение строения и функций птичьего яйца. Базовой моделью яйца является пространственное тело овоидной формы, которое образуется путем вращения плоского овоида вокруг оси симметрии. Овоид, в свою очередь – замкнутая гладкая выпуклая кривая, имеющая только одну ось симметрии (рисунок 1, г).

В ходе научных исследований было выявлено, что модель яйцевидной асимметричной формы имеет лучшие аэродинамические свойства, чем симметричная эллиптическая. Поэтому применение яйцевидных конструкций покрытий оправдано не только лишь с эстетической точки зрения, но и с конструктивной и функциональной (рисунок 1, а, б, в).

Также интересно применение поверхности гиперболического параболоида в различных покрытиях, идея которых почерпнута из гармоничных природных форм (рисунок 2, а, б).

Гиперболический параболоид – дважды линейчатая поверхность отрицательной гауссовой кривизны – представляет собой геометрическое место точек, принадлежащих прямым, пересекающим три фиксированные скрещивающиеся прямые, параллельные одной плоскости (рисунок 2, г).

Конструкции на основе этой поверхности (рисунок 2, в) обладают не только красотой, но и меньшей материалоемкостью, большей прочностью, сопротивляемостью снеговым и ветровым нагрузкам, технологичностью изготовления и возведения.

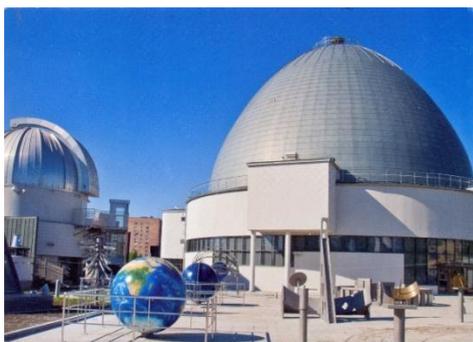
Это связано с тем, что конструктивные системы организмов строятся по принципу экономии материала, энергии с одновременным обеспечением надежности. Эти характеристики определяют глобальные условия устойчивого существования и развития организмов живой природы.



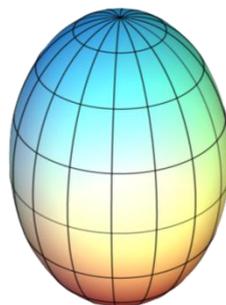
а)



б)



в)



г)

Рисунок 1. Поверхность овоидной формы:
а, б, в – в архитектуре; г – 3D-модель

И если ранее создание бионических конструкций предполагало выполнение огромного количества чертежей и расчетов, то

сейчас все это может быть заменено информационной 3D-моделью, выполняемой в САПР различного уровня [3].

В AutoCAD поверхность представляет собой трехмерный объект-оболочку с неограниченно тонкими стенками, не обладающий массой и объемом. При этом выделяют два типа поверхностей: процедурные, являющиеся ассоциативными, и NURBS-поверхности, не сохраняющие ассоциативные связи, а редактируемые с помощью управляющих вершин.



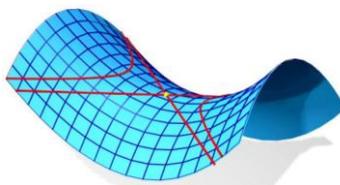
а)



б)



в)



г)

Рисунок 2. Поверхность гиперболического параболоида:
а, б – в природе; в – в архитектурном сооружении; г – 3D-модель

В AutoCAD предусмотрены следующие способы создания процедурных и NURBS-поверхностей:

– создание поверхностей на основе 2D-профилей с помощью команд **ВЫДАВИТЬ**, **ПОСЕЧЕНИЯМ**, **ПЛОСКПОВ**, **ВРАЩАТЬ**, **ПОВЕРХСЕТЬ** и **СДВИГ**;

– создание поверхностей на основе других поверхностей с помощью команд ПОВЕРХПЕРЕХОД, ПОВЕРХЗАЛАТАТЬ, ПОВЕРХУДЛИНИТЬ, ПОВЕРХСОПРЯЖЕНИЕ и ПОВЕРХСМЕЩЕНИЕ;

– преобразование объектов в процедурные поверхности (команда ПРЕОБРВПВРХ);

– преобразование процедурных поверхностей в NURBS-поверхности (команда ПРЕОБРVNURBS).

Кроме того, сложные криволинейные поверхности могут быть представлены в виде трехмерных параметрических моделей с набором варьируемых параметров, которые могут создаваться в том числе и с использованием средств программирования [4].

Следует отметить, что эффективность моделирования сложных геометрических форм напрямую зависит от степени владения инженером соответствующими геометрическими аппаратами (алгоритмами образования поверхностей, правилами построения кривых второго порядка и др.).

Таким образом, современные САПР позволяют моделировать самые разнообразные и сложные геометрические формы, подсказанные самой природой, что является современной и актуальной задачей, которую полезно применять в учебном процессе с целью развития творческих способностей будущих инженеров и архитекторов.

Список литературы

1. Архитектурная бионика / Ю. С. Лебедев, В. И. Рабинович, Е. Д. Положай и [др.] ; под ред. Ю. С. Лебедева. – Москва : Стройиздат, 1990. – 269 с.
2. Акулова, О. А. Роль параметрического моделирования при изучении студентами строительных специальностей BIM-технологий в проектировании / О. А. Акулова, В. П. Уласевич, Н. Н. Шалобыта // Теория и практика исследований и проектирования в строительстве с применением систем автоматизированного проектирования (САПР) : сб. ст. Междунар. науч.-техн. конф., Брест, 30–31 марта 2017 г. / Брест. гос. техн. ун-т ; ред. кол.: С. М. Семенюк [и др.]. – Брест, 2017. – С. 3–7.
3. Кривошапко, С. Н. Аналитические поверхности : материалы по геометрии 500 поверхностей и информация к расчету на прочность тонких оболочек / С. Н. Кривошапко, В. Н. Иванов, С. М. Халаби. – Москва : Наука, 2006. – 544 с.

4. Акулова, О. А. Особенности создания пользовательских баз данных в САПР на примере AutoCAD / О. А. Акулова, М. Ю. Гришкевич, Е. Д. Эйсмонт // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф., 20 апреля 2018 года, Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская Федерация / отв. ред. О. А. Акулова. – Брест : БрГТУ, 2018. – С. 12–15.

УДК 378.14

ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ПРОДУКТОВ В ОБУЧЕНИИ ГРАФИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ

Т.В. Андриюшина¹, канд. пед. наук, доцент,
И.Г. Вовнова², ст. преподаватель

¹ *Сибирский государственный университет путей
сообщения, г. Новосибирск, Российская Федерация*

² *Томский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Томск, Российская Федерация*

Ключевые слова: самостоятельная работа студента, мультимедийные продукты, виртуальная лабораторная работа, технический вуз.

Аннотация. Применение мультимедийных средств в обучении графическим дисциплинам является актуальной задачей современной образовательной среды технического вуза.

Современный выпускник технического вуза в своей профессиональной деятельности сталкивается с постоянно меняющимися проблемами, требующими немедленного принятия решения; постоянное внедрение инновационных технологий в поле деятельности специалиста усложняет процесс анализа встающих перед специалистом вопросов. Необходимость получения интегративных знаний и формирование стереоскопического мышления являются первоочередными задачами в профессиональном становлении будущего выпускника технического вуза [4].

Чтобы быть конкурентоспособным и востребованным специалистом, выпускник технического вуза должен постоянно со-