

АССОЦИАТИВНЫЕ И НЕАССОЦИАТИВНЫЕ NURBS-ПОВЕРХНОСТИ

Височинас И., Емельянович Д.Ю.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Гиль С. В. – к.т.н., доцент, доцент кафедры ИКТ

Аннотация. В работе рассмотрены характерные особенности и различия между ассоциативными и неассоциативными NURBS-поверхностями, проанализированы варианты их создания, представлен алгоритм моделирования интерьера помещения на основании NURBS-поверхности средствами САПР Autodesk AutoCAD.

Ключевые слова: AutoCAD, ассоциативные поверхности, NURBS-поверхности, 3D-моделирование, сплайны

Введение. САПР AutoCAD – это программное обеспечение для компьютерного проектирования и черчения, которое позволяет создавать 3D-модели, 2D-чертежи и схемы. Она используется в различных отраслях, включая архитектуру, инженерное дело, машиностроение, электротехнику и дизайн. AutoCAD имеет множество инструментов для создания точных геометрических фигур, текстовых объектов, поверхностей и многого другого. Она также поддерживает импорт и экспорт различных форматов файлов, что облегчает совместную работу с другими программами.

Основная часть. Рассмотрим различия между ассоциативными и неассоциативными NURBS-поверхностями и инструменты для работы с ними. Ассоциативные NURBS-поверхности в AutoCAD хранят связь с исходными объектами, такими как кривые или поверхности, от которых они были созданы. При изменении параметров исходных объектов ассоциативная NURBS-поверхность автоматически обновляется, сохраняя форму и связь с исходными данными. Это позволяет легко редактировать модель, изменяя параметры исходных объектов, без необходимости пересоздавать всю поверхность заново [1].

Неассоциативные NURBS-поверхности в AutoCAD не сохраняют связь с исходными объектами, от которых они были созданы. Любые изменения в исходных объектах не отражаются на неассоциативной NURBS-поверхности, поэтому для внесения изменений в модель придется пересоздавать поверхность.

AutoCAD предоставляет различные инструменты для создания NURBS-поверхностей, такие как команды Loft, Sweep, Revolve, которые помогают быстро и эффективно создавать сложные формы. При включении функции ассоциативности поверхностей поверхности создаются с учетом взаимосвязи с профилями, на основании которых они воспроизводятся [2].

Ассоциативность позволяет выполнять следующие действия:

- 1 Изменение формы образующих поверхность профилей для автоматического изменения ее формы.
- 2 Работа с группой поверхностей как с единым объектом.
- 3 Наложение геометрических зависимостей на 2D-профили поверхности.
- 4 Назначение математических выражений для извлечения таких свойств поверхностей, как высота и радиус.

При добавлении и редактировании других объектов все объекты становятся взаимосвязанными и образуют цепочку взаимозависимостей. Редактирование одного объекта может повлиять на все связанные объекты. Для изменения формы поверхности следует выбрать и изменить формирующую ее кривую или сплайн, а не саму поверхность. При изменении самой поверхности ассоциативность будет утеряна.

При включении функции ассоциативности некоторые переменные игнорируются. Если функции ассоциативности поверхности и создания NURBS включены, то поверхности создаются как NURBS-поверхности, а не как ассоциативные.

Создание 3D-поверхностей. Функции моделирования поверхностей позволяют создавать и редактировать ассоциативные и NURBS-поверхности.

Существует два типа поверхностей:

1 Процедурные поверхности – могут быть ассоциативными, поддерживающими взаимосвязи с другими объектами.

2 NURBS-поверхности – не сохраняют ассоциативные связи. Вместо этого у них есть управляющие вершины.

Из преимуществ NURBS-поверхностей – это возможность образования рельефа с помощью управляющих вершин (рисунок 1) [3].

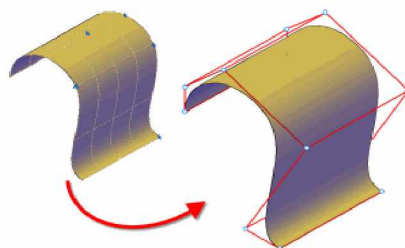


Рисунок 1 – Редактирование NURBS-поверхности управляющими вершинами

Предусмотрены следующие варианты создания процедурных и NURBS-поверхностей [4].

1 Создание поверхностей на основе профилей. Поверхности воспроизводятся из форм профиля, составленного из линий и кривых с помощью определенных команд.

2 Создание поверхностей на основе других поверхностей. Новые поверхности воспроизводятся путем перехода, замыкания, удлинения, сопряжения и смещения.

3 Преобразование объектов в процедурные поверхности. Выполняется преобразование существующих тел (включая составные объекты), поверхностей и сетей в процедурные поверхности.

4 Преобразование процедурных поверхностей в NURBS-поверхности. Некоторые объекты невозможно преобразовать непосредственно в NURBS-поверхности (например, объекты-сети). В этом случае выполняется преобразование объекта в процедурную поверхность с последующим преобразованием ее в NURBS-поверхность (рисунок 2).

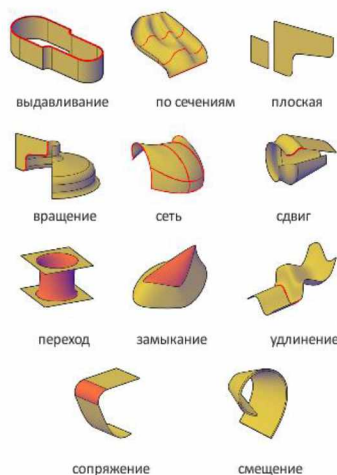


Рисунок 2 – Варианты создания поверхностей

Интерес представляет практическое использование данных поверхностей в

архитектуре, дизайне, компьютерном проектировании. Воспроизведём дизайнерский проект по моделированию интерьера помещения с применением неассоциативной NURBS-поверхности и разработаем примерный алгоритм его визуализации средствами AutoCAD (рисунок 3) [5].

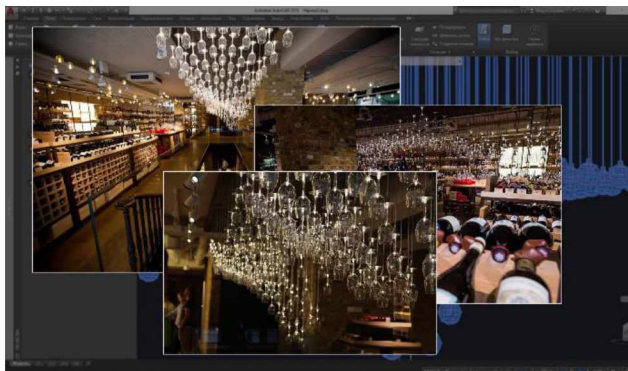


Рисунок 3 – Моделирование интерьера помещения с применением NURBS-поверхности

- 1 Создание поверхности по заданным размерам (рисунок 4).

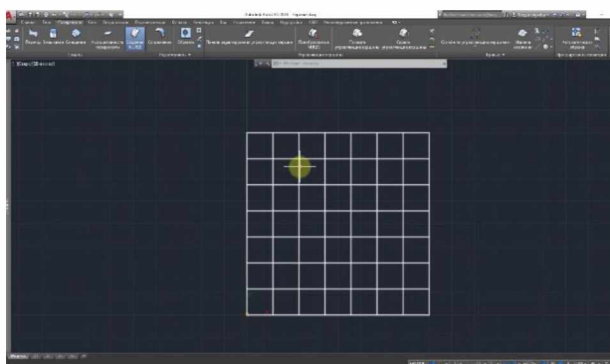


Рисунок 4 – Создание поверхности по заданным размерам

- 2 Преобразование поверхности в NURBS.
- 3 Добавление управляющих вершин.
- 4 Искривление поверхности управляющими вершинами (рисунок 5).

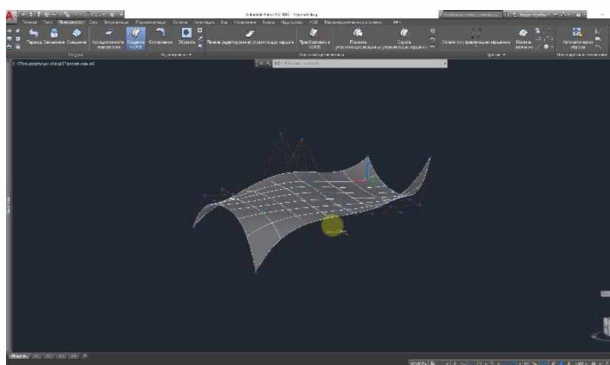


Рисунок 5 – Искривление NURBS-поверхности

- 5 Извлечение сплайнов (изолиний) поверхности с произвольным шагом (рисунок 6).

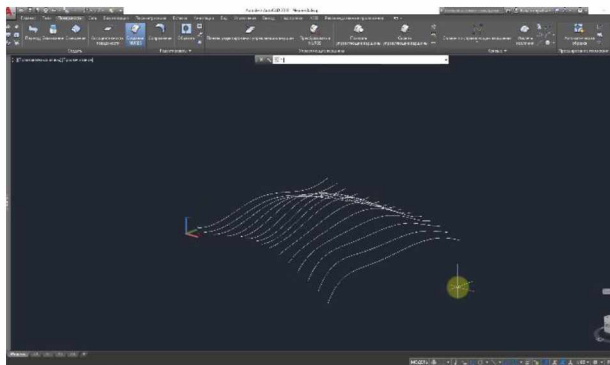


Рисунок 6 – Извлечение сплайнов

6 Создание объекта интерьера – лампа с проводом (рисунок 7):

- Создание сферы-оболочки;
- Создание второго шара внутри полости;
- Создание цилиндра в виде крепежа лампы;
- Создание провода (цилиндр с произвольной длиной).

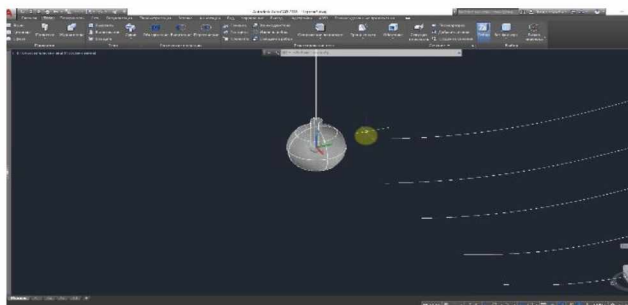


Рисунок 7 – Создание объекта интерьера – лампы

7 Объединение всех элементов в блок и копирование блока в начало всех траекторий сплайнов (рисунок 8).

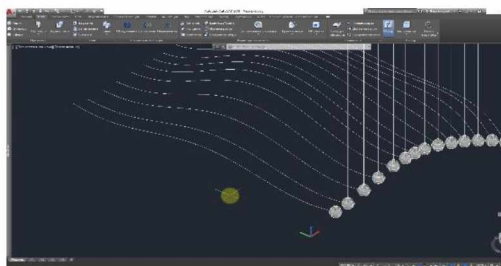


Рисунок 8 – Копирование и размещение блока элементов по траектории сплайнов

8 Создание прямоугольного массива вдоль траектории всех сплайнов (рисунок 9).

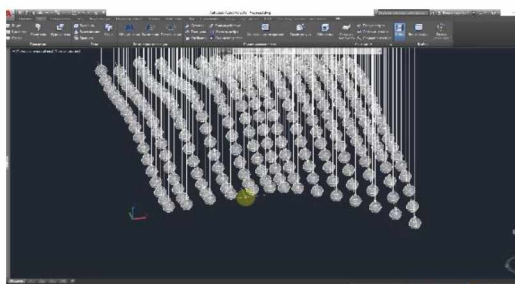


Рисунок 9 – Образование прямоугольного массива объектов

8 Создание горизонтальной плоскости – «потолка» произвольной длины и ширины (рисунок 10).

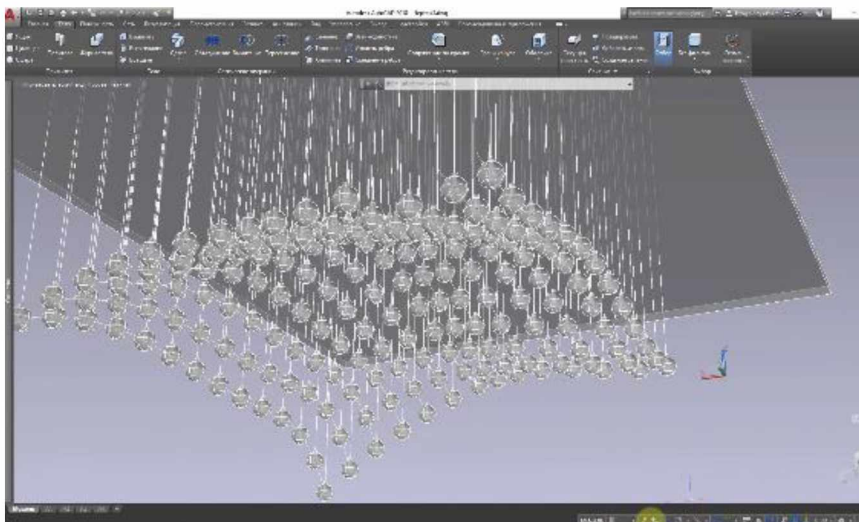


Рисунок 10 – Создание горизонтальной плоскости- «потолка»

9 Выбор и назначение материалов в обозревателе материалов AutoCAD (рисунок 11).

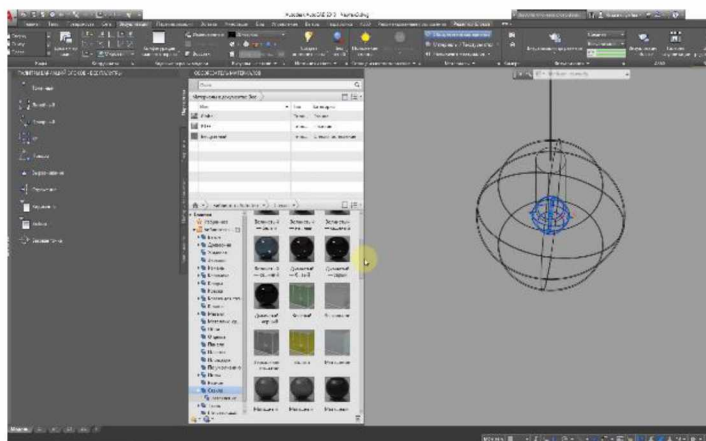


Рисунок 11 – Выбор и назначение материала

10. Назначение визуального стиля «Реалистичный» (рисунок 12).

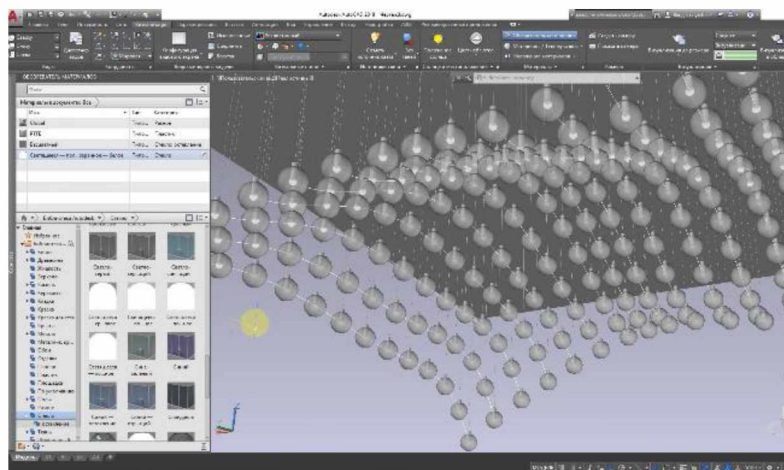


Рисунок 12 – Финальный вид дизайнерского проекта по моделированию интерьера помещения с применением неассоциативной NURBS-поверхности

Заключение. В статье проанализированы характерные особенности ассоциативных и неассоциативных NURBS-поверхностей, варианты их создания в AutoCAD. Понимание этого позволяет улучшить процесс проектирования и моделирования, обеспечивая более эффективное и точное создание 3D-объектов. Дальнейшие исследования в этой области могут привести к новым технологиям в области компьютерного моделирования и дизайна.

Список литературы

1. Piegel, L., & Tiller, W. (1997). Книга по NURBS. Springer Science & Business Media.
2. Farin, G. (2002). Кривые и поверхности для CAGD: Практическое руководство. Morgan Kaufmann.
3. Sederberg, T. W., & Parry, S. R. (1986). Свободная деформация твердых геометрических моделей. *ACM SIGGRAPH Computer Graphics*, 20(4), 151-160.
4. Peters, J., & Reif, U. (2008). Конструктивная аппроксимация на сфере с использованием радиальных базисных функций. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 215(1), 331-343.
5. <https://youtu.be/scmY1P-iZpO?si=PDD6JpWzF8GKBNFC>

UDC 004.02

ASSOCIATIVE AND NON-ASSOCIATIVE NURBS SURFACES

Vysocinas I., Yemelyanovich D.Y.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Gil S.V. – Cand. of Sci., associate professor, associate professor of the department of ECG

Annotation. The work examines the characteristic features and differences between associative and non-associative NURBS surfaces, analyzes options for their creation, and presents an algorithm for modeling the interior of a room based on a NURBS surface using Autodesk AutoCAD CAD tools.

Keywords: AutoCAD, Associative surfaces, NURBS surfaces, 3D modeling, splines