

УДК 664.7:004.89:004.421

І.М. Фоміна, канд. техн. наук, доц. (ДБТУ, Харків)

Т.В. Гавриш, канд. техн. наук, доц. (ДБТУ, Харків)

ІНТЕГРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ PCG (PROCEDURAL CONTENT GENERATION) ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПРОСТОРОВИХ МОДЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ У ПРОЕКТУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНА

Procedural Content Generation (PCG) – це технологія, яка дозволяє автоматично генерувати вміст, що зазвичай створюється вручну, на основі заданих правил і алгоритмів. PCG широко використовується в ігровій індустрії для створення віртуальних світів, карт і персонажів, проте останнім часом ця технологія все більше проникає у сферу промислового проектування, зокрема в галузі моделювання технологічного обладнання.

Для інтеграції PCG у процес проектування підприємств можна використовувати різноманітні сучасні програмні засоби, що підтримують алгоритмічну генерацію контенту: Blender та Unity3D, Grasshopper для Rhino, Houdini. Інструменти Blender та Unity3D надають можливість використання процедурної генерації для створення тривимірних моделей та візуалізації підприємств. Середовище Grasshopper для Rhino використовується для візуального програмування, яке дозволяє запроваджувати алгоритмічні правила для проектування складних архітектурних об'єктів, таких як зерносовища та виробничі лінії. Програмне забезпечення Houdini застосовується для генерації процедурних моделей, воно може бути корисним для проектування складних систем обробки зерна, таких як системи транспортування чи розташування обладнання.

Застосування PCG в інженерному проектуванні та розробці промислових підприємств може значно спростити і пришвидшити процеси створення просторових моделей складного обладнання. У контексті проектування підприємств зберігання та переробки зерна, використання PCG дає можливість генерувати технологічні схеми, тривимірні моделі приміщень і обладнання відповідно до заданих параметрів і вимог. На рис. 1. наведено етап створення тривимірної моделі силосу, а саме, робочий простір програми Blender, де на панелі праворуч модифікатор Geometry nodes, в якому користувач обирає тип днища та вводить геометричні розміри силосу за якими проходить генерація відповідної моделі. При створенні моделей з процедурною

генерацією використовувалися два модифікатори Array та Geometry nodes. Модифікатори - це автоматичні операції, що впливають на геометрію об'єкта неруйнівним чином. У Blender модифікатори за допомогою закладеного в них алгоритму змінюють об'єкт без необхідності його виправлення в режимі редагування.

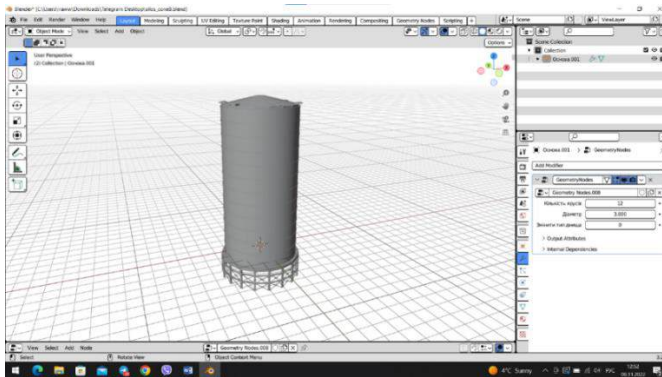


Рисунок 1 – Розробка моделі силосу та робочий інтерфейс програми Blender

Технологічні процеси на підприємствах, що займаються зберіганням і переробкою зерна, включають численні етапи, такі як транспортування, очищення, сушіння, сортування переробки та пакування. Кожен із цих процесів потребує спеціалізованого обладнання, правильного просторового розташування та інтеграції у загальну виробничу лінію [1]. Використання PCG дозволяє автоматично створювати просторові моделі з урахуванням наступних параметрів. Моделі приміщень для зберігання зерна - алгоритми PCG можуть створювати тривимірні моделі складів, силосів та зерносховищ з урахуванням їхньої місткості, умов зберігання та вимог до контролю температури і вологості. Моделі транспортувальних систем - PCG можна використовувати для автоматичного генерування складних мереж транспортерів, пневмотранспортерів та інших засобів переміщення зерна між етапами переробки. Це може включати оптимізацію шляхів та ефективне використання простору. Моделювання технологічних ліній - для підприємств переробки зерна PCG може автоматизувати процес створення технологічних ліній – від очищення та сушіння до пакування готової продукції. Алгоритми можуть враховувати всі важливі технічні параметри обладнання, його взаємодію та просторові обмеження. На рис. 2 наведено модель елеватора, яка згенерована у програмному просторі Blender.



Рисунок 2 – Модель елеватора

Переваги використання PCG для створення просторових моделей це автоматизація процесу моделювання, гнучкість проектування, економія часу, оптимізація простору та ресурсів, адаптивність до змін.

Незважаючи на значні переваги, інтеграція PCG у проектування промислових підприємств має певні виклики, а саме, точність моделювання - процедурна генерація потребує точного налаштування алгоритмів для забезпечення відповідності реальним технічним стандартам і вимогам до обладнання та інтеграція з існуючими CAD-системами - інтеграція PCG з традиційними системами автоматизованого проектування (AutoCAD, SolidWorks) може вимагати розробки нових методів передачі даних та підтримки спільних форматів файлів [2].

Однак розвиток PCG і його впровадження в інженерне проектування відкриває нові горизонти для автоматизації, ефективності та гнучкості при проектуванні підприємств зберігання та переробки зерна. Ця технологія дозволяє не тільки зекономити час, але й значно покращити оптимізацію процесів і управління простором на виробничих майданчиках.

Інформаційні джерела

1. Навчальний посібник до виконання бакалаврських робіт «Технологічне проектування елеваторів та комбикормових підприємств» / укладачі: І.М. Фоміна, Т.В. Гавриш, О.М. Шаніна, Н.О. Боровікова – Х. : ДБТУ, 2024. – 138 с.

2. Фоміна І.М. Білоцерковець М.В. Створення 3D SMART моделей із процедурною генерацією основного обладнання сучасних елеваторів для технологічного проектування. *Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв*: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Харків 2022. С. 136-138.