

УДК721

Матюхина Марина Андреевна
Matyukhina Marina Andreevna

аспирант, преподаватель

Мерняев Сергей Константинович
Mernyaev Sergey Konstantinovich

студент

Клепиков Илья Игоревич
Klepikov Ilya Igorevich

студент

Симонова Ксения Александровна
Simonova Kseniya Alexandrovna

студент

Кузюков Егор Алексеевич
Kuzyukov Egor Alekseevich

студент

НИУ МГСУ

NRU MGSU

ПОТЕНЦИАЛ АЛГОРИТМОВ И ТЕХНОЛОГИИ ГЕНЕРАТИВНОГО ДИЗАЙНА

THE POTENTIAL OF ALGORITHMS AND GENERATIVE DESIGN TECHNOLOGY

Аннотация: тема генеративного дизайна становится очень актуальной, так как за последние годы технологии и методы работы были значительно оптимизированы и улучшены. В данной научной статье рассматриваются решения, принятые с помощью генеративного дизайна, обсуждается их эффективность и перспектива будущего, а также даны рекомендации об усовершенствовании используемых плагинов.

Abstract: the topic of generative design is becoming very relevant, since in recent years technologies and methods of work have been significantly optimized and improved. This scientific article examines the decisions made with the help of generative design, discusses their effectiveness and prospects for the future, and also gives recommendations on the improvement of the plug-ins used.

Ключевые слова: генеративный дизайн, машинное обучение, параметры, параметрический дизайн, BIM технологии, Autodesk, алгоритмический дизайн, дизайн, строительство, 3D.

Keywords: Generative design, machine learning, parameters, parametric design, BIM technologies, Autodesk, algorithmic design, design, construction, 3D.

На сегодняшний день существует огромное количество разных технологий, позволяющих автоматизировать процесс проектирования не только зданий и сооружений, но и отдельных элементов конкретных конструкций. Одним из таких способов оптимизирования процесса производства является генеративный дизайн, о котором пойдет речь в данной статье.

Генеративный дизайн — подход к проектированию и дизайну цифрового или физического продукта (сайт, изображение, мелодия, архитектурная модель, деталь, анимация и т. д.), при котором человек передает часть своей работы компьютерным технологиям и платформам.

Говоря об истории генеративного дизайна, всё начиналось с бросков костей, калейдоскопа Дэйвида Брюстера и закономерности поляризации света — всё это является алгоритмической основой для работ в генеративном искусстве. История современного генеративного дизайна берет начало в середине XX века наряду с созданием пер-вых ком-пью-те-ров, имевших возможность генерировать изображения. Данный подход до сих пор совершенствуется и дает возможность развиваться не только строительной отрасли, но и многим другим.

Принцип работы генеративного дизайна прост. Инженеры (указывают в программных комплексах параметры, требуемые в проекте, при этом получая все возможные решения его реализации. У специалистов в данной области есть возможность быстрого исследования и оптимизирования, что позволяет принимать обоснованные решения сложных проблем проектирования.

Для того, чтобы полностью овладеть механизмом генеративного дизайна, необходимы знания в области BIM-технологий. Самым распространенным способом их получения является работа с программным пакетом Autodesk.

Понятие генеративного дизайна стало известно еще 30 лет назад, однако нужные вычислительные мощности для реализации его потенциала появились только сейчас. Потенциал порождающего проектирования позволяет нам создавать ранее невозможные модели в плане оптимизированности формы, материала и решений для жесткости конструкции. В данной научной статье будет идти речь о решениях, принятых с помощью генеративного дизайна и об их эффективности и перспективе.

В ходе исследования был проведен анализ материалов научных публикаций, данных и докладов с конференций по теме генеративного дизайна, а также различных иностранных статей с критикой механизма генеративного дизайна.

Работа Павла Медведева [1] заключалась в создании детали мотоцикла посредством программного обеспечения Autodesk Fusion 360, которое имеет встроенный модуль генеративного дизайна. При создании модели использовались встроенные в программу ограничения «Минимизация массы», «Safety Factor», значение которого было задано инициатором проекта, а также добавочные параметры «Угол свеса» и «Минимальная толщина».

Группа японских исследователей проводила работу [2, с. 5], которая заключалась в выявлении оптимального городского ландшафтного дизайна с использованием интерактивного генетического алгоритма и 3D-изображений. Вместе с генетическим алгоритмом при анализе исследования использовался метод парного сравнения для выявления оптимальных результатов.

В статье «Состояние и перспективы применения технологии генеративного дизайна в строительстве» Предеины В. П. и Игнатовой Е. В. [3, с. 8] описывались методы генеративного дизайна (топологическая оптимизация,

оптимизация структуры и поверхности, создание трабекулярных структур, синтез формы), а также был проведен общий анализ текущего развития технологии вместе с демонстрацией результатов работ участников конкурса, организованного компанией Autodesk, на создание концептов новых соединительных узлов для модульного строительства.

Исследование Д. О. Федчуна и Р. Е. Глустого «Сравнительный анализ методов параметрического, информационного и генеративного архитектурного проектирования» [4, с. 6] демонстрирует результат работы созданного авторами алгоритма генеративной системы проектирования малоэтажного жилого здания. Для организации метода практического генеративного проектирования производился сбор информации об участке проектирования, его рельефе, транспортной инфраструктуре, структуре застройки, ландшафтном анализе территории и других факторов. На основе этой информации были созданы проектные решения и получен соответствующий результат.

Работа Павла Медведева показала не совершенность текущих механизмов расчета прочности в Autodesk Fusion 360. Некоторые варианты предложенных программным обеспечением моделей проходят по критерию прочности, но могут не пройти по устойчивости на ряде нагрузок, потому что запас по устойчивости будет меньше запаса по прочности (в том числе заложенного в проект). При этом сам модуль генеративного дизайна не сообщает ошибок – это надо проверять отдельно. В данном программном обеспечении нет оптимального плагина для проверки усталости материала и проверки динамических нагрузок, что необходимо проверять при проектировании любого объекта.

На основе исследования японских преподавателей из университета Кобе [2, с. 2] мы увидели, как происходит интеграция математических алгоритмов с использованием технологии генеративного дизайна, которая привела к положительным результатам на основе ответов респондентов. Конкретно в этой

работе использовался интерактивный генетический алгоритм, который является эвристическим алгоритмом поиска, обычно используемый для нахождения решений задач как моделирования, так и оптимизации путем случайного подбора.

Исследование Предеины В. П. и Игнатовой Е. В. [3, с. 3] позволило нам проанализировать различные алгоритмы, используемые для создания моделей, в том числе: топологическая оптимизация, оптимизация структуры и поверхности, создание трабекулярных структур и синтез формы.

Решения, представленные текущим уровнем развития технологий генеративного дизайна, оказались недостаточно практичными. Модуль генеративного дизайна в текущем виде пока что не учитывает большое количество вещей, влияющих на работоспособность конечного изделия. Однако нельзя говорить о том, что генеративный дизайн не имеет перспективы развития: количество нереализованных идей и потенциальная область применения этой технологии огромна.

На текущий момент генеративный дизайн и его методы позволяют исключительно упростить работу конструктора, расчетчика и технолога, однако никак не заменить их. Так, основываясь на работе Павла Медведева, можно смело говорить о том, что некоторые важные вещи при создании и расчете нагрузок на модели не учитываются. К примеру, в Autodesk Fusion 360 модель может пройти по критерию прочности, но по критерию устойчивости эта модель на ряде нагрузок может не пройти. При этом сам модуль генеративного дизайна не сообщит пользователю и ему придется проверять всё вручную.

Тем не менее, рассматриваемая технология с успехом была использована при исследовании городского ландшафтного дизайна с использованием интерактивного генетического алгоритма и 3D-изображений. Пользователи, на

чьих предпочтениях строились модели, были удовлетворены результатом работы метода генеративного дизайна, однако сразу же была замечена проблема многовариантности оптимального результата. Как следствие, стало ясно, что нужно улучшать подход к сбору данных, в частности требуется разработать систему оптимизации городских ландшафтов, которая позволит осуществлять создание лучшего решения из оптимальных пользовательских.

Вместе с вышенаписанным, реализация метода практического генеративного проектирования в рамках работы «Сравнительный анализ методов параметрического, информационного и генеративного архитектурного проектирования» [4, с. 4] показывает все положительные стороны этой технологии и то, какой результат приносит объединение преимуществ информационного и параметрического методов возможно на основе генеративного проектирования.

Нужно отметить, что процесс работы может улучшиться с помощью интеграции других типов моделирования. В частности, машинное обучение подойдет для количественной оценки аспектов некоторой конструкции, которые попросту невозможно вычислить с помощью прямого расчета, однако это только один из вариантов того, что может принести искусственный интеллект в генеративный дизайн. В работе «Подкрепленный последовательность-к-последовательности конкурентный автоэнкодер для генерации малых органических молекулярных структур» [5, с. 2] использовалась генеративная конкурентная нейронная сеть, которая, к примеру, могла бы использоваться наряду с интерактивным генеративным алгоритмом в работе «Исследование городского ландшафтного дизайна с использованием интерактивного генетического алгоритма и 3D-изображений» [6, с. 3].

В результате, мы приходим к выводу, что генеративному дизайну нужно еще время для реализации своего потенциала в полной мере. С текущим уровнем

развития оптимизации и методов данной технологии пользователям приходится осторожно и тщательно проверять результаты работы, но при успешной её реализации мы получаем новое исправное дизайнерское или конструкторское решение. В будущем, после совершенствования алгоритмов, заложенных в методах генеративного дизайна, пользователи будут находить этот инструмент все более удобным и практичным.

Библиографический список:

1. «Что не так с Generative Design у Autodesk?»
(<https://3dtoday.ru/blogs/Obrain/chto-ne-tak-s-generative-design-u-autodesk-chast-1-vse-khorosho-prekrasnaya-markiza>),
(<https://3dtoday.ru/blogs/Obrain/chto-ne-tak-s-generative-design-u-autodesk-chast-2-a-skazhut-skazhut-chto-nas-bylo-chetvero>)
2. «Исследование городского ландшафтного дизайна с использованием интерактивного генетического алгоритма и 3D-изображений»
<https://viejournal.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s40327-016-0039-5.pdf>
3. «Состояние и перспективы применения технологии генеративного дизайна в строительстве» <https://riorpub.com/ru/nauka/article/42295/view>
4. «Сравнительный анализ методов параметрического, информационного и генеративного архитектурного проектирования»
<https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz..>
5. «Подкрепленный последовательность-к-последовательности конкурентный автоэнкодер для генерации малых органических молекулярных структур»
<https://cyberleninka.ru/article/n/podkreplenny-posle..>
6. «Исследование городского ландшафтного дизайна с использованием интерактивного генетического алгоритма и 3D-изображений»
<https://viejournal.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s40327-016-0039-5.pdf>

