

Скворцов Роберт Родионович,
И.о. директора по НТР, АО "Алмаз"

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ 3D-МОДЕЛЕЙ АРХИТЕКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ

Аннотация. В работе рассмотрены возможности применения алгоритмов машинного обучения при разработке параметрических 3D-моделей объектов архитектуры. Предложена система, включающая модуль машинного обучения и генератор 3D-моделей, что позволяет автоматизировать процесс проектирования, повысить его точность и сократить время разработки. Показаны преимущества такого подхода, а также перспективы его развития и внедрения в практику архитектурного проектирования.

Ключевые слова: Параметрическое моделирование, машинное обучение, 3D-модели, автоматизация проектирования, искусственный интеллект, архитектурное проектирование, генерация моделей.

Современные тенденции в архитектурном проектировании напрямую связаны с цифровизацией отрасли и активным внедрением интеллектуальных технологий. Всё больше внимания уделяется созданию систем, способных автоматизировать проектирование и адаптировать его результаты под изменяющиеся требования заказчиков и нормативов. Одним из ключевых направлений здесь выступает параметрическое моделирование, которое позволяет разрабатывать гибкие, вариативные и функционально насыщенные архитектурные объекты.

Однако классические методы параметрического моделирования требуют высокой квалификации специалистов и значительных временных затрат. Применение алгоритмов машинного обучения (МО) открывает новые возможности, позволяя автоматизировать процесс построения моделей и повышать точность проектирования. Настоящая работа посвящена исследованию перспектив применения МО в области параметрического 3D-моделирования архитектурных объектов, а также представлению концепции системы, объединяющей данные подходы.

Параметрическое моделирование представляет собой процесс создания геометрических объектов на основе параметров и зависимостей, которые могут изменяться без необходимости полного редактирования модели. Это делает данный метод особенно удобным для архитекторов, работающих с большими и сложными проектами.

Основные преимущества параметрического моделирования:

- высокая степень гибкости при изменении исходных условий;
- возможность многовариантного проектирования;
- оптимизация рутинных операций;
- интеграция в BIM-среду.

Примеры использования параметрического подхода:

- **Rhinoceros + Grasshopper** — мощный инструмент для генерации форм, но требующий глубоких знаний и сложных настроек;
- **Autodesk Revit** — средство с широкими возможностями для параметрического моделирования, однако ограниченное стандартными библиотеками и интерфейсом.

Эти решения востребованы, но имеют серьёзные ограничения: либо высокая сложность освоения, либо недостаточная гибкость. Именно поэтому возникает потребность в интеграции методов машинного обучения.



Машинное обучение позволяет системам обучаться на данных и самостоятельно формировать новые результаты без явного программирования каждого шага. В архитектуре это выражается в следующем:

Автоматическая генерация моделей. На основе базы готовых проектов система способна создавать новые объекты;

Оптимизация параметров. Алгоритм анализирует зависимости между входными данными (например, площадь здания) и выходными результатами (форма, этажность, конструктивные особенности);

Сокращение времени проектирования. Архитектор освобождается от рутинных операций;

Устранение ошибок. Система минимизирует человеческий фактор.

Особый интерес представляют нейронные сети, включая глубокое обучение и генеративные модели (GAN). Они позволяют создавать уникальные формы и адаптировать их к реальным условиям эксплуатации.

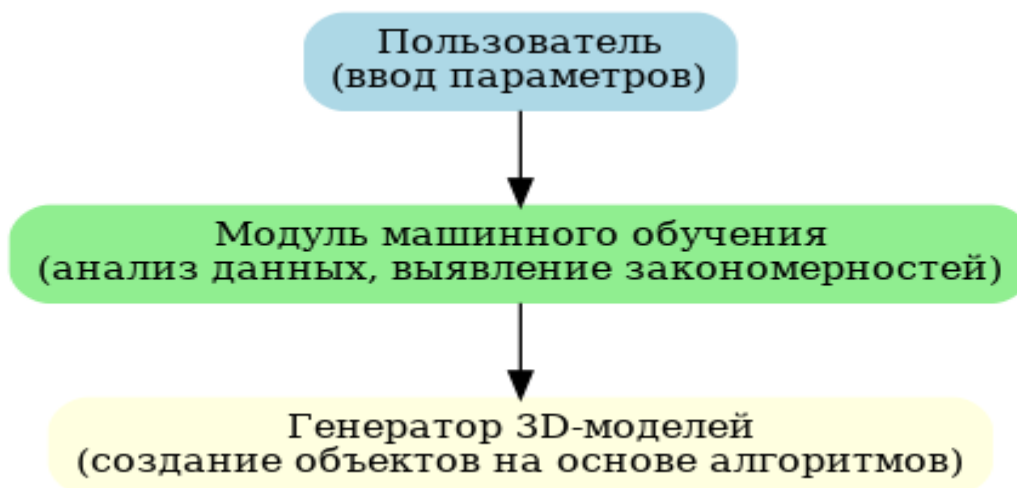


Рис №1 - схема взаимодействия компонентов системы

Описание компонентов схемы:

Пользователь — вводит исходные параметры архитектурного объекта (размеры, назначение, стиль);

Модуль машинного обучения — анализирует базу существующих моделей, обучается на них и формирует правила генерации;

Генератор 3D-моделей — применяет алгоритмы и создаёт архитектурный объект, соответствующий заданным параметрам.

Такой принцип работы позволяет автоматизировать рутинные этапы проектирования и значительно повысить точность получаемых моделей.

По сравнению с традиционными инструментами, система на основе машинного обучения обладает рядом преимуществ:

Гибкость. Не ограничена набором шаблонов или библиотек;

Масштабируемость. Может работать как с малыми архитектурными деталями, так и с крупными объектами (жилые комплексы, инфраструктура);

Экономия времени. Проектирование ускоряется в 2–3 раза;



Адаптивность. При изменении исходных параметров модель перестраивается автоматически;

Универсальность. Возможность использования в образовании, профессиональной практике и городском планировании.

Дальнейшее развитие подобной системы может включать:

- использование глубоких нейронных сетей для создания уникальных форм;
- интеграцию с BIM-технологиями для включения данных в рабочую документацию;
- разработку интуитивного интерфейса, доступного даже для неспециалистов;
- подключение нормативных баз для автоматической проверки соответствия проектным стандартам;
- расширение базы обучающих данных за счёт типовых проектов и архивов архитектурных решений.

Внедрение системы принесёт выгоду разным группам пользователей:

- архитекторам и проектировщикам для ускорения процесса разработки концепций;
- строительным организациям для формирования типовых проектов с вариативными параметрами;
- образовательным учреждениям для обучения студентов современным цифровым технологиям;
- городским планировщикам для моделирования объектов инфраструктуры и анализа их взаимодействия с городской средой.

Подводя итог можно отметить, что применение алгоритмов машинного обучения в параметрическом моделировании открывает новые горизонты для архитектурной практики. Предлагаемая система позволяет объединить преимущества параметрического подхода и возможности искусственного интеллекта, что обеспечивает:

- сокращение времени проектирования;
- повышение точности и гибкости моделей;
- расширение возможностей архитектора при поиске новых решений.

С развитием технологий и совершенствованием алгоритмов такие системы станут важным элементом архитектурного проектирования, обеспечив устойчивое развитие строительной отрасли и переход к новому уровню цифровизации.

Список литературы:

1. Шаталов, В. В., Куликов, А. А. Использование технологий машинного обучения в архитектурном проектировании. — СПб.: СПбГАСУ, 2018. — 150 с.
2. Васильев, С. С. Параметрическое проектирование и его роль в современной архитектуре. — М.: МГТУ им. Баумана, 2017. — 208 с.
3. Климова, И. А., Никитина, И. В. Применение алгоритмов искусственного интеллекта в архитектуре: Технологии и перспективы. — Новосибирск: СО РАН, 2020. — 220 с.

