

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АРХИТЕКТУРЫ, ДИЗАЙНА И ИСКУССТВ ИМЕНИ А.Д. КРЯЧКОВА  
Факультет градостроительства и архитектуры  
Кафедра градостроительства и ландшафтной архитектуры

## **КОНКУРС СТУДЕНЧЕСКИХ НАУЧНЫХ ПРОЕКТОВ**

Современные проблемы технических наук  
Архитектура и градостроительство

### **Применение генетического алгоритма и нейросетевого классификатора для генеративного дизайна паркового ландшафта**

ИСПОЛНИТЕЛИ:

**А. Я. Пахтаева,**  
магистрантка 19-240 группы  
**Ю.В. Родионова** (научный руководитель),  
Проректор по научной и творческой  
деятельности, доцент кафедры ГиЛА НГУАДИ,  
кандидат технических наук

Новосибирск – 2020

## РЕФЕРАТ

### Актуальность исследования

Сегодня технологии автоматизированного проектирования (САПР) продвинулись вперед и модернизировали свои возможности. Генеративный дизайн, как один из доступных методов автоматизированного проектирования, позволяет проектировщикам решать задачи в короткий срок, наглядно показывать вариации проектов для клиента и исключить всевозможные инженерно-технические риски для проектных решений. Данный метод можно развивать дальше путем внедрения нейросетевых технологий и применять при ландшафтном проектировании для создания комфортной городской среды. Поведение человека в городской среде не всегда соответствует представлениям проектировщика. Любой дизайн среды без учета человеческой психологии не способен функционировать должным образом. К примеру, это приводит к появлению случайных общественных троп движений. Таким образом, исследование возможности внедрения нейросетевых технологий в генеративный дизайн, как способ принудительной интеллектуализации процесса генерации объектов, является актуальным и требует осмысления.

Вполне очевидно, что через некоторое время владение технологиями параметрического формообразования и генерации объектов с использованием нейросетевых технологий будет таким же обязательным, как и владение сегодня примитивными САПР (системами автоматизированного проектирования), поскольку сможет облегчить труд человека. Генеративный дизайн уже используется во многих областях: машиностроение, медиаискусство, промышленный дизайн.

### Степень разработанности темы

Технологии генеративного дизайна только зарождаются, пройдя развитие от параметрического до нейросетевого. Наиболее близкими к теме являются экспериментальные исследования, которые проводились японскими учеными, такими как Сейки Кома и Юкиро Ямабе. Они пытались найти способ внедрения мнений жителей о комфортной городской среде в систему автоматизированного проектировании касательно фронта застройки улиц.

**Объект исследования** – ландшафтное проектирование.

**Предмет исследования** – применение технологий генеративного дизайна для ландшафтного проектирования.

**Цель работы** – подбор приемлемого метода генеративного дизайна для ландшафтного проектирования для формирования технического задания разработчикам систем искусственного интеллекта.

**Задачи исследования:**

1. Рассмотреть историю применения приложений автоматизированного проектирования (САПР) и проанализировать их влияние на проектные решения;
2. Предоставить информацию о текущих разработках и тенденциях в использовании компьютеров в проектной деятельности, а именно – применении технологий генеративного дизайна. Рассмотреть основные факторы, влияющие на применимость данной технологии к задачам проектирования;
3. Определить методы использования нейросетевых технологий и генеративного дизайна в ландшафтном проектировании и подготовить техническое задание для разработчиков генеративных алгоритмов и нейросетевых моделей.

**Методология и методика исследования:** в работе проведен поиск информации по применению систем автоматизированного проектирования из литературных источников и интернет-ресурсов и проведен анализ полученных сведений, проведены наблюдения за территориями общественных пространств и проведена индукция по выявлению факторов для обеспечения в них комфортных условий для человека, а также синтез полученных результатов всех исследований для определения приемлемого метода генеративного дизайна для ландшафтного проектирования.

**Научная новизна** состоит в том, что найдена оригинальная реализация применения методов генеративного дизайна при ландшафтном проектировании.

**Теоретическая значимость работы:**

- применение искусственного интеллекта в ландшафтном дизайне открывает новые горизонты компьютерного проектирования;
- принципы выбора математических и нейросетевых моделей являются недоступными дизайнерам и архитекторам, использующим традиционные методы проектирования, и данная работа призвана устранить барьеры в понимании процесса проектирования с использованием математико-аналитического кода для преобразовании идеи в визуальный результат.

**Практическая значимость работы** заключается в том, что выявленные методы могут быть использованы разработчиками систем искусственного интеллекта для создания архитектурных плагинов к ПО автоматизированного проектирования, и могут в дальнейшем применяться в практике проектирования как простых парковых пространств, так и решать более сложные задачи по развитию застроенных территорий. В качестве испытательной площадки для технологий генеративного проектирования взята территория Военного городка в городе Новосибирске.

## ВВЕДЕНИЕ

Технологии развиваются, и проектная деятельность вместе с ними непрерывно совершенствуется. В мировой практике большую популярность приобретает генеративный дизайн архитектурных и ландшафтных структур. Еще в 1977 году Уильям Митчелл в своей книге «Компьютерный дизайн», предсказал, что компьютерные технологии радикально преобразуют архитектурную практику. О дизайне автор книги ещё тогда отзывался как о задаче обработки данных, подчеркивая необходимость понимания механизма управления данными.

В литературе зачастую дают следующее определение генеративному дизайну: «Генеративный дизайн (англ. GenerativeDesign) — симбиоз высоких компьютерных технологий и визуальных коммуникаций посредством программно-аппаратных систем, которые могут самостоятельно определять особенности и эстетику конечного продукта. В отличие от классических процессов, дизайнер наделяет машину ролью соавтора, делегируя сам процесс создания образов компьютеру, оставляя за собой лишь право менять систему или её параметры» [5].

Но данное определение является слишком узким, поскольку продукт генерации не является продолжением воли человека, а является отпечатком заложенных в нейросетевые модели образов и алгоритмов синтеза. Поэтому, генеративный дизайн является инструментом расширения творческого потенциала автора, но никак не соавтором.

Ключевым инструментом в генеративном дизайне является метод генетического алгоритма. Генетический алгоритм – поисковой алгоритм, позволяющий посредством механизмов, напоминающих биологическую эволюцию, решать сложные задачи. В генеративном дизайне генетический алгоритм необходим для сбора и анализа субъективных мнений жителей о благоприятной городской среде для получения оптимального проектного решения.

## ЭВОЛЮЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ



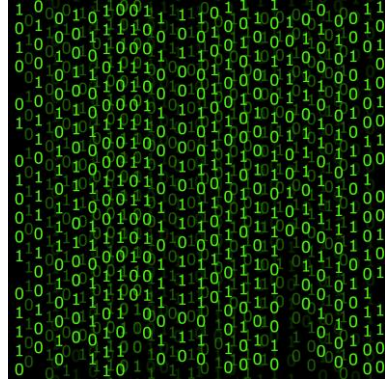
Рисование и черчение от руки – единственный способ проектирования в 1960-х гг.

## ВЛИЯНИЕ КОМПЬЮТЕРОВ НА ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ

1. На ранних стадиях возникновения ПО САПР увеличили скорость и точность черчения проектировщика;
2. Расширение функций ПО САПР дало возможность проектировщику экспериментировать как с формой зданий, так и с материалами. Процесс традиционного экспериментального и расчетного проектирования переходит на интуитивный уровень с последующим обоснованием проектных решений;
3. Код генетического алгоритма, внедренный в ПО САПР, ускоряет процесс проектирования в десятки раз, перейдя на новый уровень качества и эффективности работы. Варианты проектных решений кардинально отличаются от привычных для проектировщика принципов проектирования;
4. Необходимо внедрять нейросетевую технологию классификации приемлемости промежуточных результатов в процесс генеративного дизайна и обучить генератор ландшафтных систем законам проектирования, поскольку проектные решения, основанные лишь на математическом коде, предлагают слишком огромный набор вариаций форм и в большинстве случаев нецелесообразны для дальнейшей работы.



## ГЕНЕРАТИВНЫЙ ДИЗАЙН



**Проектировщик + Генеративный алгоритм + Вычислительные ресурсы = Генеративный дизайн**

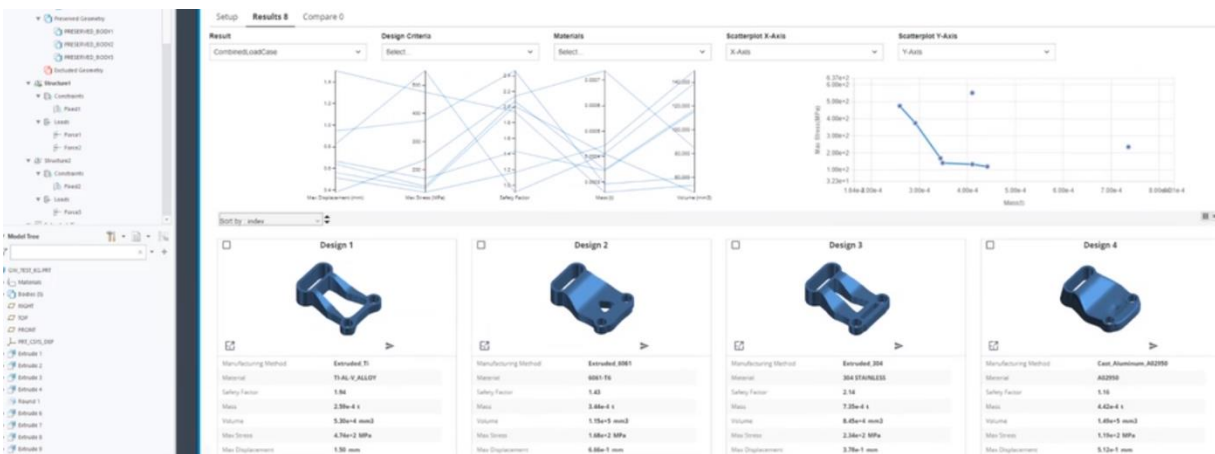
Программное обеспечение для генеративного проектирования позволяет создавать оптимальные проекты на основе набора проектных требований, определяемых на системном уровне. Программисты в интерактивном режиме определяют цели и требования для генеративного дизайна, включая типы используемых материалов и производственные процессы. Исходя из этих параметров, механизм генеративного проектирования создает вариации проектных решений, которые будут служить отправной точкой для видоизменения или представлять собой конечный продукт.



# ИНФОРМАЦИЯ О ТЕКУЩИХ РАЗРАБОТКАХ И ПРИМЕНЕНИЯХ ГЕНЕРАТИВНОГО ДИЗАЙНА

Сегодня создаются специальные плагины для ПО САПР с применением технологий генеративного дизайна, и каждый пользователь имеет возможность подстроить работу с ПО САПР под свои потребности. Для знакомства с технологией генеративного дизайна следует изучить работы следующих разработчиков: 1) PTC, Inc., 2) Autodesk, Inc., 3) Archistar.ai, 4) Rhinoceros:

1.



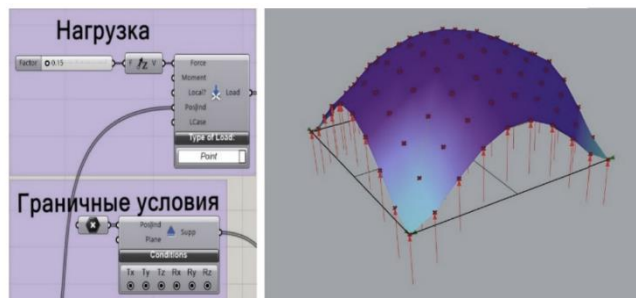
2.



3.



4.



## ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ В ПРОЕКТИРОВАНИИ



Генетический алгоритм был предложен в 1975 году Д. Холландом для решения эвристических задач, при которых невозможно вычислить решение напрямую. В основе генетического алгоритма лежат идеи, связанные с современной биологической теорией естественного отбора. При проектировании необходимо определить, что является эволюционируемой особью, какой набор чисел определяет хромосому особи и что определяет достижение успеха для особи.

Генератор формирует проектные решения на основе исходной случайной хромосомы. Классификатор оценивает визуальный и технологический результат, отбирает наиболее успешные особи для мутации нового поколения потомков. Каждое новое поколение наиболее точно решает концептуальную задачу проектировщика.

## КЛАССИФИКАТОР РЕЗУЛЬТАТА

Для перебора миллионов промежуточных результатов работы генетического алгоритма необходимо выполнять процедуру оценки. Например, Красиво – Некрасиво – Неприемлемо. Человек не сможет это оценить, при том, что конкретные генеративные алгоритмы могут быть принципиально неспособны достичь приемлемого результата. Для автоматизации оценки промежуточных проектных решений, создаваемых генераторами каждой популяции, предлагается использовать технологию классификации визуализированных изображений с использованием «нейросети творца».

Автор готовит свой датасет изображений, размеченный по категориям эстетической приемлемости. Изображения ландшафтной перспективы и планировочные решения, которые нравятся автору фиксируются по категории «нравится». Полярно-неприемлемые относятся к категории «неприемлемо». В целом нейтральные и не создающие положительной оценки изображения относятся к категории «некрасиво». После загрузки обычной сверточной нейросети данным датасетом можно получить классификатор, который позволит мгновенно оценивать результаты проектных решений на достижимость эстетическому вкусу автора.



*Красиво*



*Некрасиво*

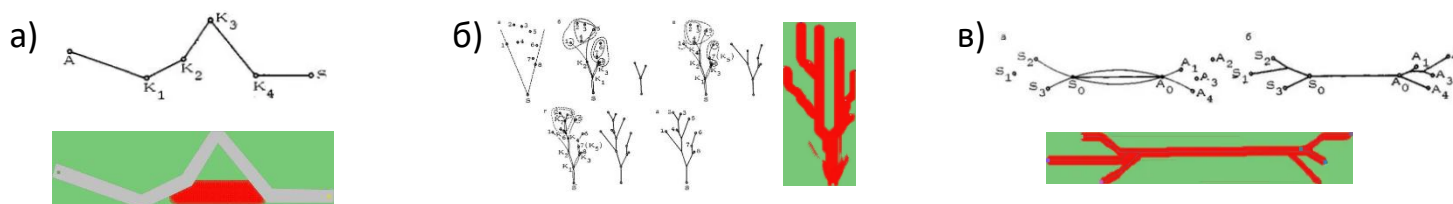


*Неприемлемо*

## МЕТОД ГЕНЕТИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТИВНОГО ЛАНДШАФТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Основная идея ландшафтного проектирования с использованием нейросетевых технологий – это моделирование закономерных и естественных процессов с помощью их описания с использованием набора правил в системе автоматизированного проектирования для получения обоснованных генеративных решений. Для этого потребуется выявить факторы, влияющие на генеративные решения, и объединить их в сложную математическую структуру:

- определение точки притяжения жителей;
- построение предсказуемой проекции движения пешеходов и преобразование соответствующих данных в код: а - условия схода пешехода с дороги; б, в - возможности слипания пешеходных направлений;



- проведение эстетической выборки ландшафтных структур на основе отбора изображений классификатором;
- автор должен обучить нейросеть принимать решения – показать эстетическую выборку объектов;
- на основе генетического алгоритма запускается генерация проектных решений.

Самая общая модель генетического алгоритма служит для морфообразования структур на основе памяти только о предыдущем поколении. Существует также и муравьиный алгоритм, который опирается на память всего поколения и результатом данной самоорганизации является использование подходящих ландшафтных структур в зависимости от их случайности и многократности выборки.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для создания работ в области архитектуры, градостроительства и ландшафтного дизайна очень востребованы технологии генеративного дизайна зданий и территорий, а также нейросетевые классификаторы визуальной эстетики пространств.

Такие технологии как нейросетевые классификаторы визуальной эстетики и генеративный дизайн находятся сейчас в очень зачаточном состоянии. Их роль и значение в развитии творческих ремесел окутана пеленой предубеждений, поскольку в пугающей обывателя перспективе приведет к роботизации творческого процесса и замене самих творцов, сломав последний бастион потребности в людях, в их творческом начале. Новые технологии являются инструментом, позволяя создать генератор решений, отражающих предпочтения творца и вектор его творческого поиска, а не заменяют творца.

Например, ландшафтный архитектор настраивается на интерес заказчика и изготавливает пространственное решение. Получаем следующий набор рутинных работ:

- просмотр визуального ряда эстетического выбора заказчика из тысяч изображений и пространственных решений;
- перебор, отрисовка и визуализация множества вариантов ландшафтной организации территории для удовлетворения требований заказчика.

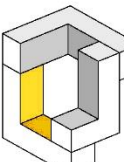
Эти рутинные работы могут быть устранены за счет использования интеллектуального инструментария. Человек-творец становится центром творческой воли и решения, а не механическим исполнителем поисковых итераций.

В ходе проведенного исследования отобран приемлемый метод генеративного дизайна для ландшафтного проектирования, который может быть представлен в качестве технического задания для разработки набора плагинов для САПР.

## Список литературы

1. Каршакова Л.Б. Генеративный дизайн в индустрии моды / Л.Б. Каршакова, А.М. Серков, М.А. Груздева // Декоративное искусство и предметно-пространственная среда. Вестник МГХПА. – М., 2018. – № 1-2. – С. 138-144.
2. Абрагин А.В. Генетический алгоритм обучения искусственных нейронных сетей // Потенциал современной науки. – Липецк, 2015. - № 8 (16). – С. 8-11.
3. Вергунова Н.С. Прикладные исследования в науке и их влияние на инновационные процессы в архитектуре и дизайне // ScienceRise. – Харьков, 2018. – № 3. – С. 15-18.
4. Попова Е.Е. Реализация метода «Form-Finding» в программном комплексе Rhinoceros / Е.Е. Попова, Р.А. Шегай // Строительство уникальных зданий и сооружений. – СПб, 2019. – № 5 (80). – С. 17-21.
5. Дё Ю.С. Тектоника и генеративный дизайн / Ю.С. Дё, А.Ю. Кремлев // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XIV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2016. – Т. 2 – С. 203-204.
6. Чернявский К.В. Новониколаевск – Новосибирск первой трети XX века как тип «американского» города в оценках современников // Материалы II Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Молодежь, наука, технологии: новые идеи и перспективы» (МНТ-2015). г. Томск: ТГАСУ, 2015. С. 1073-1076.
7. Generative Design: Visualize, Program, and Create with Processing / Bohnacker Hartmut, Gross Benedikt, Abrams, 2012.
8. Thomas Dissaux L'optimisation en conception architecturale: 2018.
9. Design and AI: Future of making. Autodesk Redshift.

# Применение генетического алгоритма и нейросетевого классификатора для генеративного дизайна паркового ландшафта



**Исполнители:**  
А. Я. Гурьев, магистрантка 19-240 группы Ю. В. Рудневская (руководитель).  
Проектно-педагогическое сотрудничество: доцент кафедры ИИИМ НГУИИ, кандидат технических наук

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность исследования:**  
Системы автоматизированного проектирования (САПР) проследили вперед и модернизировали свои возможности генеративный дизайн, или один из дилеммичных методов автоматизированного проектирования, позволяет проектировщикам решать задачи в короткий срок, наглядно показывая варианты проектов для клиента и абсолютные возможности инженер-проектировщика перед клиентом. Данный метод можно назвать дальше путем внедрения нейросетевых технологий и применения при ландшафтной проектировании для создания комфортной городской среды. Подход человека к городской среде не всегда соответствует представлениям проектировщика. Работы дизайнера в области ландшафтного проектирования не только формируют данные образы. К примеру, это приводит к поиску с учетом особенностей (процесса) дизайна. Такие образы, исследование возможности внедрения нейросетевых технологий и ландшафтной среды, как способ персонализированной интерпретации процесса генерации объектов, является актуальным и требует дальнейшего.

Более сложное, это через некоторое время владение технологиями параметрического формообразования и генерации объектов с использованием нейросетевых технологий будет таким же обязательным, как и владение сегодня программами САПР (системами автоматизированного проектирования), поскольку сможет облегчить труд человека. Генеративный дизайн уже используется во многих областях: машиностроение, медицина, искусство, промышленный дизайн.

## Степень разработанности темы

Технологии генеративного дизайна только зарождаются, пройдя путь от параметрического до нейросетевых. Наиболее близкими к теме являются экспериментальные исследования, которые проводятся японскими учеными, такими как Сайин Юки и Юкио Райчи. Они анализируют новые случаи жилищно-многоквартирного проектирования в качестве системы автоматизированного проектирования на западных рынках.

**Объект исследования** – ландшафтная проектирование.

**Предмет исследования** – применения технологий генеративного дизайна для ландшафтного проектирования.

**Цель работы** – подбор приемлемого метода генеративного дизайна для ландшафтного проектирования для формирования технического задания разработчикам системы искусственного интеллекта.

**Задачи исследования:**  
1. Рассмотреть историю применения технологий автоматизированного проектирования (САПР) и проанализировать их влияние на проектные решения.  
2. Провести исследование о текущих разработках и тенденциях в использовании компьютеров в проектной деятельности и в истории применения технологий генеративного дизайна. Рассмотреть основные факторы, влияющие на применимость данных технологий к заданию проектирования.  
3. Определить методы использования нейросетевых технологий и генеративного дизайна в ландшафтной проектировании и подготовить техническое задание для разработчиков генеративных алгоритмов и нейросетевых моделей.

**Методология и методика исследования:** в работе проведен поиск информации по применению систем автоматизированного проектирования и генеративного дизайна, технологий и процессов анализа полученных сведений, проведены наблюдения за проектами общественных пространств и проведена оценка по выявленным факторам для обеспечения в них комфортных условий для человека, а также синтез полученных результатов исследования для определения приемлемого метода генеративного дизайна для ландшафтного проектирования.

**Научная новизна состоит** в том, что впервые описаны как реализуемый проектный метод генеративного дизайна при ландшафтной проектировании.

**Теоретическая значимость работы:**  
– применение искусственного интеллекта в ландшафтной дизайне открывает новые горизонты компьютерного проектирования;  
– принципы выбора математических и нейросетевых моделей являются неотъемлемой частью и проектирования, позволяющая использовать методы проектирования и дизайн работа привлекать внимание к планированию процесса проектирования с использованием методов аналитического кода для преобразования идеи в визуальный результат.

**Практическая значимость работы** заключается в том, что выявленные методы могут быть использованы разработчиками систем искусственного интеллекта для создания компьютерных программ ГИО автоматизированного проектирования и в первую очередь ландшафтного проектирования в практике проектирования городских парковых пространств, как в решении более сложных задач по развитию застроенных территорий. В качестве новаторской технологии для определения приемлемого метода проектирования визит территории Военного городка в городе Новосибирске.

## ВВЕДЕНИЕ

Технологии развиваются, и проектная деятельность вместе с ними непрерывно совершенствуется. В мировой практике большую популярность приобретает генеративный дизайн: архитектурный и ландшафтный дизайн. Еще в 1977 году Уильям Митчелл в своей книге «Компьютерный дизайн», предположил, что компьютерные технологии радикально преобразят архитектуру проекта. С тех пор в мире много раз пытались как с задачей обработки данных, поддерживая необходимость понимания механизма управления данными.

В литературе зачастую дают следующее определение генеративному дизайну: «Генеративный дизайн (англ. Generative Design) – симбиоз высших компьютерных технологий и виртуальных коммуникаций посредством программно-аппаратных систем, которые могут самостоятельно определять особенности и эстетику конечного продукта. В отличие от классических процессов, дизайнер наделяет машину ролью соавтора, делегируя сам процесс создания образов компьютеру, оставляя за собой лишь право менять систему или ее параметры» [5].

Но данное определение является слишком общим, поскольку продукт генерации не является продолжением воли человека, а является отпечатком закономерности в нейросетевых моделях образов и алгоритмов системы. Поэтому, генеративный дизайн является инструментом расширения творческого потенциала автора, но никак не создателем. Ключевые инструменты в генеративном дизайне: нечеткая метод генетического алгоритма. Генетический алгоритм – поисковой алгоритм, позволяющий исследовать механизм, напоминающий биологическую эволюцию, решать сложные задачи. В генеративном дизайне генетический алгоритм необходим для сбора и анализа субъективных данных жителей о благоприятной городской среде для получения оптимального проектного решения.

## ЭВОЛЮЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ



Рисование и черчение от руки – единственный способ проектирования в 1960-х гг.

## ВЛИЯНИЕ КОМПЬЮТЕРОВ НА ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ

1. На ранних стадиях возникновения ПО САПР увеличили скорость и точность черчения проектировщика;
2. Расширение функций ПО САПР дало возможность проектировщику экспериментировать как с формой зданий, так и с материалами. Процесс традиционного эскизного проектирования и расчетного проектирования переходит на интуитивный уровень с последующим обоснованием проектных решений;
3. Код генетического алгоритма, внедренный в ПО САПР, ускоряет процесс проектирования в десятки раз, переходя на новый уровень качества и эффективности работы. Варианты проектных решений кардинально отличаются от привычных для проектировщика принципов проектирования;
4. Необходимо внедрить нейросетевую технологию классификации приемлемых промежуточных результатов в процесс генеративного дизайна и обучить генератор ландшафтных систем законом проектирования, поскольку проектные решения, основанные лишь на математическом коде, предлагают слишком огромный набор вариаций форм и в большинстве случаев нецелесообразны для дальнейшей работы.



## ГЕНЕРАТИВНЫЙ ДИЗАЙН

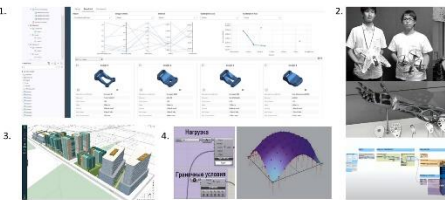


Проектировщик + Генеративный алгоритм + Вычислительные ресурсы = Генеративный дизайн

Программное обеспечение для генеративного проектирования позволяет создавать оптимальные варианты на основе набора проектных требований, определяемых на системном уровне. Программисты в интерактивном режиме определяют цели и требования для генеративного дизайна, включая типы используемых материалов и производственные процессы. Исходя из этих параметров, механизм генеративного проектирования создает вариации проектных решений, которые будут служить отправной точкой для видоизменения или представлять собой конечный продукт.

## ИНФОРМАЦИЯ О ТЕКУЩИХ РАЗРАБОТКАХ И ПРИМЕНЕНИИ ГЕНЕРАТИВНОГО ДИЗАЙНА

Сегодня создаются специальные платформы для ПО САПР с применением технологий генеративного дизайна, и каждый пользователь имеет возможность подстроить работу с ПО САПР под свои потребности. Для знакомства с технологиями генеративного дизайна следует изучить работы следующих разработчиков: 1) PTC, Inc., 2) Autodesk, Inc., 3) Archistar.ai, 4) Rhinoceros.



## ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ В ПРОЕКТИРОВАНИИ



## КЛАССИФИКАТОР РЕЗУЛЬТАТА

Для перебора миллионов промежуточных результатов работы генетического алгоритма необходимо выполнять процедуру оценки. Например, «Красиво – Не красиво – Неприемлемо». Человек не сможет это оценить, при том, что конкретные генеративные алгоритмы могут быть принципиально неспособны достичь приемлемого результата. Для автоматизации оценки промежуточных проектных решений, создаваемых генераторами каждой популяции, предлагается использовать технологию классификации визуализированных изображений с использованием «нейросетей».

Автор готовит свой датасет изображений, размеченный по категориям эстетической приемлемости. Изображения ландшафтной перспектив и планировочные решения, которые нравятся автору фиксируются по категории «нравится». Полно-непримлемо относится к категории «непримлемо». В целом нейтральные и не создающие положительной оценки изображения относятся к категории «нейтрально». После загрузки обычной обзорной нейросети датасетом можно получить классификатор, который позволит мгновенно оценить результаты проектных решений на достижимость эстетическому вкусу автора.



## МЕТОД ГЕНЕТИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТИВНОГО ЛАНДШАФТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Основная идея ландшафтного проектирования с использованием нейросетевых технологий – это моделирование закономерных и естественных процессов с помощью их описания и использованием набора данных в системе автоматизированного проектирования для получения обоснованных генеративных решений. Для этого требуется выявить факторы, влияющие на генеративные решения, и объединить их в сложную математическую структуру:

- определение точки притяжения мигрантов;
- построение преобразуемой проекции движения пешеходов и преобразование соответствующих данных в код; а - условия схода пешехода с дороги; б, в - возможности слияния пешеходных направлений;
- проведение эстетической выборки ландшафтных структур на основе отбора изображений классификатором;
- автор должен обучить нейросеть принимать решения – показать эстетическую выборку объектов;
- на основе генетического алгоритма запускается генерация проектных решений.

Самая общая модель генетического алгоритма служит для формообразования структур на основе памяти только о предыдущем поколении. Существует также и муравьиный алгоритм, который ориентируется на память всего поколения и результатом данной саморегуляции является использование подопытных ландшафтных структур в зависимости от их успешности и инерционности выбора.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для создания работ в области архитектуры, градостроительства и ландшафтного дизайна очень востребованы технологии генеративного дизайна зданий и территорий, а также нейросетевые классификаторы визуальной эстетической приемлемости.

Такие технологии как нейросетевые классификаторы визуальной эстетики и генеративный дизайн находятся сейчас в очень зачаточном состоянии. Их роль и значение в развитии творческих ремесел окутана пленной предубеждений, поскольку в гонимой обстановке предвзятые приводят к роботами творческого процесса и замене самим творцом. Стоит последний бастион потребности в идеях, а их творческий интеллект. Новые технологии являются инструментом, позволяющим создавать генератор решений, отражающих предвзятость творца и вектор его творческого поиска, а не замещают творца.

Например, ландшафтный архитектор настраивает на интерес заказчика и изготавливает пространственное решение. Получая следующий набор результатов: просмотр следующего набора эстетических данных заказчика из тысяч изображений и пространственных решений;

– перебор, отработка и визуализация множества вариантов ландшафтной организации территории для удовлетворения требований заказчика.

Эти рутинные работы могут быть устранены за счет использования интеллектуального инструментария. Человеческий становится центром творческой воли и решения, а не механическим исполнителем поисковых итераций.

В ходе проведенного исследования отобран приемлемый метод генеративного дизайна для ландшафтного проектирования, который может быть представлен в качестве технического задания для разработки набора программ для САПР.

