GenesisCore

Физико-информированная генеративная модель «GenesisCore» для обратного проектирования и оптимизации многопараметрических технологических процессов

Разработчик: Куценко Андрей Иванович, к.т.н., доцент, главный специалист по реализации стратегического проекта
Организация: Сибирский государственный индустриальный университет (СибГИУ)
Правовая охрана: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2026617072 от 12.03.2026
Контакты: +7 906 979 32 37, aik_mail@mail.ru

Представлено на ярмарке инновационных разработок «Инновационные технологии в промышленности»
17 сентября 2026 г.

Конец эпохи «угадывания» в инженерии: от идеи до рабочей технологии – в сотни раз быстрее

Фундаментальное ограничение традиционного проектирования

Проектирование новых материалов и технологических агрегатов требует решения задач **обратного проектирования** в пространстве высокой размерности.
При N варьируемых параметрах и M ограничениях число возможных комбинаций растёт экспоненциально – полный перебор физически нереализуем.

- **Разработка нового материала:** 15-20 лет от лаборатории до внедрения.
- **Проектирование узла:** от 20 итераций "спроектировал-проверил-переделал".
- **Главная проблема:** мы привыкли действовать методом проб и ошибок, потому что перебрать **ВСЕ «правильные» варианты** вручную или с помощью обычных расчетов – **невозможно**.

Методологическое решение

Физико-информированная генеративная модель (ФИГМ)
интегрирует априорное знание законов физики непосредственно в процесс генерации:

Найти $*x* \in X : f(x) \to \min$,
при $g(x) \le 0$, $h(x) = 0$,

где *f* — целевая функция (твёрдость, глубина проплавления, себестоимость), *g* и *h* — физические и технологические ограничения.

Ключевое свойство: каждое сгенерированное решение априори принадлежит области технологической реализуемости.

Как это работает изнутри

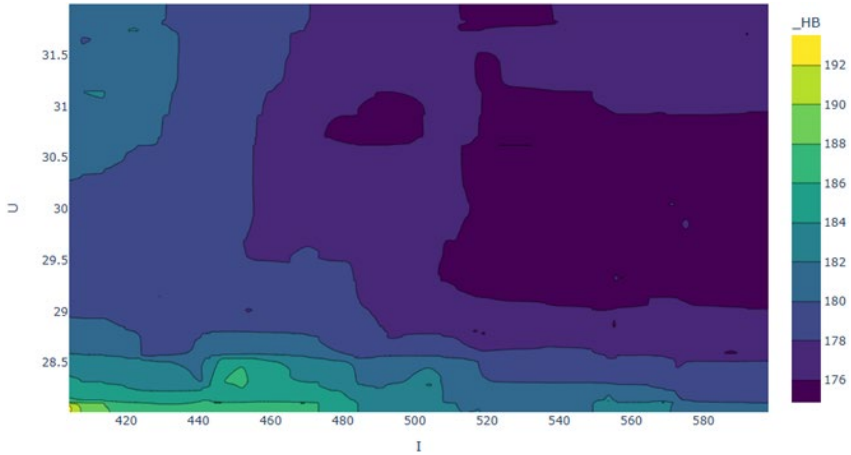
Простая и понятная схема цикла работы алгоритма
Постановка задачи: человек задаёт ЦЕЛЬ (например, твердость НВ 200) и ОГРАНИЧЕНИЯ (ваш «учебник»: законы физики, диапазоны температур, типы материалов).
Генерация: ИИ создает вариант (набор входных параметров).
Экзамен: вариант мгновенно проходит проверку «учебником» и цифровым двойником процесса.
– Не сдал? Возвращается на шаг 2.
– Сдал? Попадает в Ансамбль реализуемых решений.

Отбор лучших: многокритериальная оптимизация выбирает из ансамбля несколько оптимальных вариантов, балансируя между ценой, качеством и производительностью.

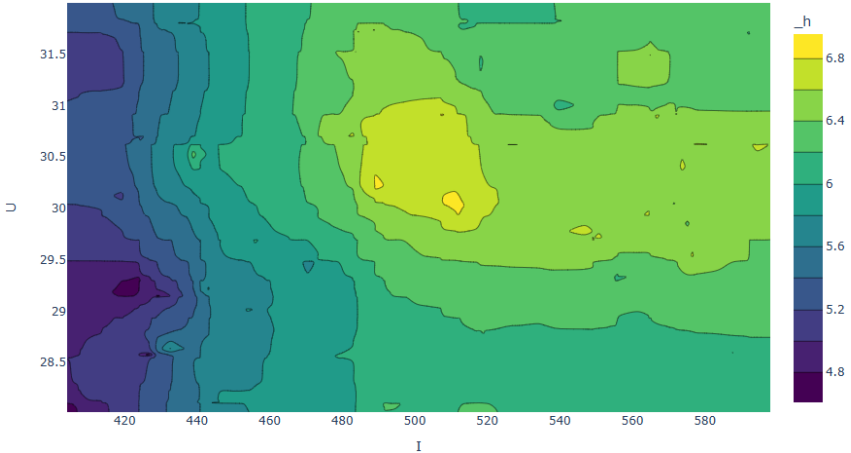
	Этап	Модуль	Назначение
GenesisCore – не набор разрозненных модулей, а единый **сквозной конвейер**	Загрузка и очистка данных	GenesisCore_Production	Интеллектуальная подготовка датасета
	Обучение суррогатной модели	LSVC_Model_Trainer	Физико-информированная аппроксимация
	Обратное проектирование	InverseDesigner	Решение задач с учётом 100+ ограничений
	Паспортизация зон	ZoneOptimizer	Кластеризация и выдача оптимальных режимов

Кейс 1: разработка сварочных флюсов из дешевого сырья (шлак силикомарганца) для низкоуглеродистых сталей (СибГИУ)

Что сделано: GenesisCore на основе датасета построил многомерную модель и решил две задачи:



Контурная карта «Влияние тока и скорости наплавки на твердость шва». Простые «окна режимов» для твердости 170-200 НВ.



Контурная карта влияние силы тока (I) и напряжения (U) на глубину шва (_h)

Готовый блок «**Рекомендации для технолога**»:
•*Для тонких листов:* I=380-410 А, U=30-32 В
•*Для наплавки (износ):* I=400-430 А, скорость 27-29 см/мин
Итог: Не «играйтесь настройками», а получите готовый, экономически обоснованный Паспорт режимов, гарантирующий качество на дешевых материалах.

Другие практические результаты/кейсы

2 Проектирование малогабаритной коксовой вагранки

Хаос ограничений формализован в систему: технологические, конструкционные, логические и физические ограничения (H ≥ 2,43D, критерий Нуссельта Nu > 100, число Рейнольдса Re > 2300 и др.). Датасет: 11 входных параметров, 3 выходных, 1572 экспериментальных наблюдения.

Результат: Паспорт агрегата с тремя оптимальными технологическими зонами (качество 0,72–0,73, по 11 параметров каждая).

3 Непрерывное литьё заготовок

Датасет: 36 столбцов, 1518 строк, названия зашифрованы.

Выявлено: 86,1% генерируемых режимов не соответствуют требованиям по ключевому параметру – это системная проблема, а не случайные отклонения. Найден «оптимальный коридор» для давления и содержания хрома, а также функциональная зависимость между давлением и температурой.

4 Повышение качества стальных отливок

Датасет: 15 входных параметров, 8 выходных, 530 экспериментальных наблюдений (литейный завод, г. Тихвин).

Установлено: последовательное устранение отдельных дефектов малоэффективно из-за сильных технологических противоречий. Предложена методика системного управления качеством, учитывающая взаимное влияние всех видов брака.

5 Накопление микроэлементов и тяжелых металлов в кормах

Датасет: 12 входных параметров, 9 выходных, 417 экспериментальных наблюдений

Установлены закономерности накопления микроэлементов (B, Mo, Zn, Se) и тяжелых металлов (Pb, Cd, Cr) в люцерне, костреце и сое южной зоны Амурской области; обоснованы приемы направленного регулирования их элементного состава торфогуминовыми удобрениями и некорневыми микроэлементными подкормками.

Подтверждённые эффекты внедрения ФИГМ

Отрасль	Показатель	Эффект
Металлургия	Расход ферросплавов	−5–10%
	Энергопотребление	до −2%
	Разработка новых сплавов	×350
Машиностроение	Вес конструкции	−20–50%
	Топологическая оптимизация	−70–90%
	Производительность проектировщиков	+45%
Химия и фармацевтика	Лабораторные испытания	÷200–5000
	Поиск кандидатов (hit discovery)	−50–70%
Нефтегаз и энергетика	Точность долгосрочных прогнозов	+15–25%
	Простои оборудования	−40%
Экология	Выбросы CO_2 и вредных веществ	−5–15%
	Удельное потребление воды	−10–20%
	Эффективность использования сырья	+3–7%
Аддитивные технологии	Время обучения модели	−90%
	Точность прогноза температуры	средняя ошибка 2,5 K

GenesisCore

Приглашаем к сотрудничеству!

Потенциальные потребители:
металлургические комбинаты и литейные заводы, машиностроительные и авиастроительные предприятия, химические и фармацевтические производства, научно-исследовательские центры (Республика Беларусь, Россия, Казахстан, Узбекистан, Китай).

Отрасли применения
Машиностроение и автопром · Энергетика и ТЭК · Металлургия · Производственные цепочки и цифровое моделирование · Инжиниринг и техническое проектирование · Логистика · Роботизация и автоматизация производства · Химическая и фармацевтическая промышленность