

Выявление ключевые факторы успешного внедрения: сочетание с традиционными методами, четкая связь игровых заданий с учебными целями и наличие эффективной системы обратной связи.

**Заключение.** Теоретическая значимость работы заключается в систематизации знаний о применении игровых технологий в обучении физике и их влиянии на усвоение сложных понятий. Практическая значимость состоит в создании готовых методических решений для преподавателей, которые могут быть адаптированы к различным условиям образовательного процесса. Таким образом, игровые технологии – это мощный инструмент, который при грамотном использовании способен трансформировать обучение физике, сделав его более эффективным и увлекательным. Дальнейшие исследования в этой области, разработка адаптивных игр на основе искусственного интеллекта помогут максимально раскрыть их потенциал.

1. Колокольникова, З. У. Игровые технологии: учебное пособие / З. У. Колокольникова. — Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2020. — 164 с.

2. Кэмпбелл Д., Стэнли Дж. Экспериментальные и квазиэкспериментальные планы для исследований / Д. Кэмпбелл, Дж. Стэнли; [пер. с англ.]. — Москва: Институт психологии РАН, 2015. — 320 с — Гл. 3: "Принципы формирования исследовательских групп". — С. 78-112.

3. ГБОУ "Школа №1287", г. Москва. Отчёт об использовании игровых технологий в преподавании физики. - Москва, 2023. - URL: [https://sch1287.mskobr.ru/files/otchet\\_2023.pdf](https://sch1287.mskobr.ru/files/otchet_2023.pdf) (дата обращения: 05.04.2025)

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ**

***Воронцов Г.О.,***

*аспирант Кубанского государственного университета,  
г. Краснодар, Российская Федерация*

*Научный руководитель – Коваленко А.В., доктор техн. наук, доцент*

Ключевые слова. Метод табу-поиска, метод дерева разрезов, метод имитации отжига, генетический алгоритм, методы оптимизации.

Keywords. Tabu Search, Slicing Tree, Simulated Annealing, Genetic Algorithm, optimization methods.

Актуальность и цель исследования. Генеральный план служит основой для создания эффективного и безопасного производства, где каждое планировочное решение имеет долгосрочные последствия. Для нахождения оптимального пространственного решения, учитывающего множество параметров, требуется применение современных вычислительных методов и алгоритмов оптимизации.

Проблемам рационального размещения объектов на плане посвящен ряд научных исследований [1]. Для автоматизации проектирования генеральных планов с малым количеством объектов успешно применяются классические методы оптимизации [2]. Однако, с ростом сложности и масштаба проекта, когда количество объектов увеличивается, а задача становится многокритериальной, необходимым становится переход к метаэвристическим алгоритмам. Результативность методов оптимизации напрямую определяется точностью математических моделей [3], формализующих исходную задачу. Лишь при выполнении этого условия результаты оптимизации будут обладать практической ценностью [4].

**Материал и методы.** Вычислительные методы и алгоритмы оптимизации.

**Результаты и их обсуждение.** Выполнен анализ современных методов для решения задачи размещения объектов на генеральном плане.

*Генетический алгоритм.* Создает множество вариантов расстановки объектов (популяцию решений). На каждом поколении вероятностно применяет операторы скрещивания (обмен группами объектов между планами) и мутации (случайные изменения позиций или ориентаций), сохраняя лучшие решения. Качество размещения постепенно улучшается от поколения к поколению.

*Метод имитации отжига.* Начинает с одного варианта расстановки и итеративно генерирует соседние решения. На высоких температурах допустимы значительные перемещения, а вероятность принятия ухудшающих решений высока, что позволяет алгоритму выходить из локальных оптимумов. По мере снижения температуры вероятность ухудшений уменьшается, а масштаб изменений сокращается, что приводит к стабилизации и тонкой оптимизации решения.

*Дерево разрезов и Табу-поиск.* Дерево разрезов создает структуру плана, описывает иерархию разделения территории на прямоугольники и определяет пространство допустимых решений.

Табу-поиск оптимизирует параметры разрезов, запоминает последние выполненные ходы и временно запрещает возврат к этим решениям, избегая цикличности и направляя поиск в новые, неисследованные области пространства решений.

На рисунке 1 приведена блок-схема применения современных методов для решения задачи размещения объектов на генеральном плане.

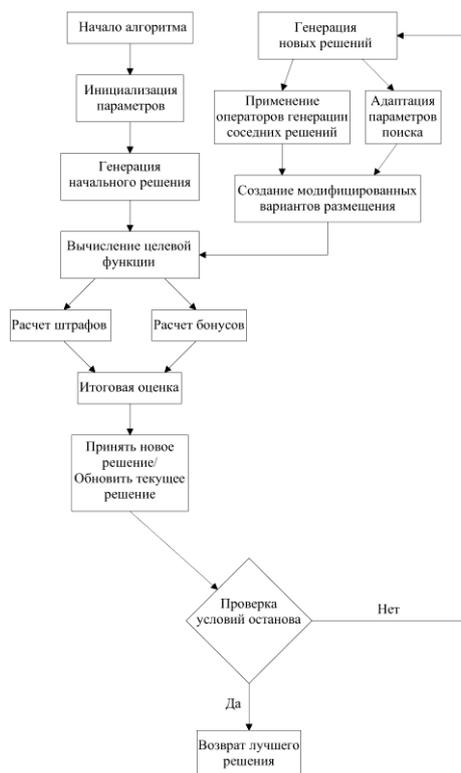


Рисунок 1 – Блок-схема применения алгоритмов

**Заключение.** Цель дальнейших исследований – разработка программного комплекса, позволяющего автоматизировать процесс компоновки генерального плана. Ключевыми этапами станут сравнительный анализ метаэвристических алгоритмов и определение оптимального метода. Внедрение такого инструмента в практику проектирования позволит существенно сократить временные затраты и повысить эффективность планировочных решений.

1. Drira, A., Pierreval, H., Hajri-Gabouj S., 2007. Facility layout problems: A survey. Annual Reviews in Control, 31: 255-267.
2. Воронцов, Г. О. Классические методы оптимизации для автоматизированного размещения объектов на территории промышленного предприятия / Г. О. Воронцов, А. В. Коваленко, А. В. Овсянникова // Нелинейный мир. – 2024. – Т. 22, № 4. – С. 20-27. – DOI 10.18127/j20700970-202404-03.
3. Воронцов, Г. О. Математические модели для автоматизированного размещения объектов на территории промышленного предприятия / Г. О. Воронцов, А. В. Коваленко // Прикладная математика и вопросы управления. – 2025. – № 1. – С. 84-92. – DOI 10.15593/2499-9873/2025.1.06.
4. Воронцов, Г. О. Программа для проверки противопожарных расстояний на генеральном плане предприятия нефтегазохимической отрасли / Г. О. Воронцов, А. В. Коваленко // Прикладная математика: современные проблемы математики, информатики и моделирования: Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции, Краснодар, 14–20 апреля 2025 года. – Краснодар: ФГБУ "Российское энергетическое агентство" Минэнерго России, 2025. – С. 105-108.