

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра дифференциальных уравнений и системного анализа

**УРБАНОВИЧ Дмитрий Игоревич**

# **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И ЗАДАЧА ОПТИМИЗАЦИИ ИГРЫ КАРКАССОН**

Дипломная работа

Научный руководитель:  
ст. преподаватель И. И. Козлов

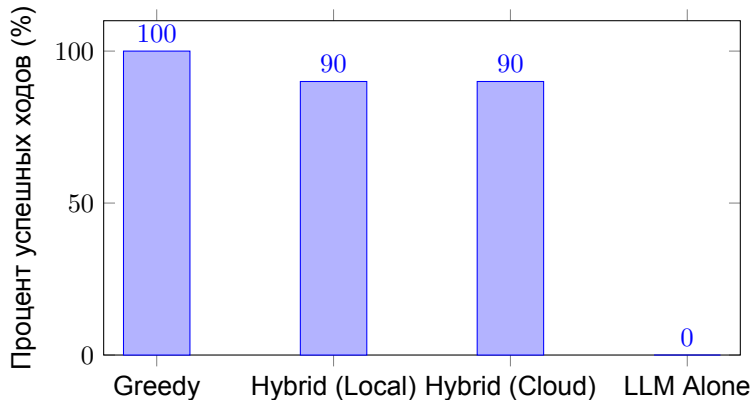
Минск, 2025

# Текущее состояние разработки

На текущий момент реализованы следующие компоненты системы:

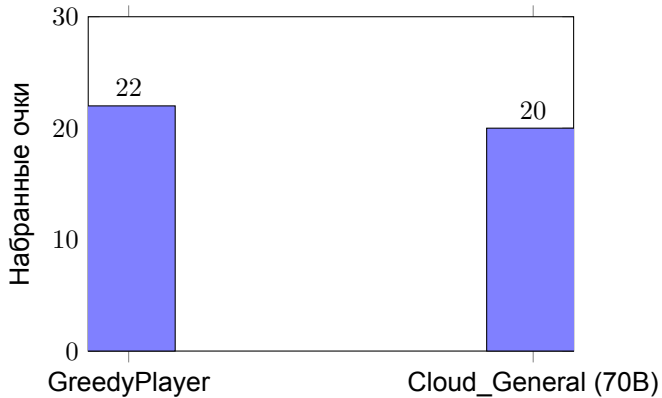
- ▶ **Игровой движок (Carcassonne C3):** Полная поддержка правил размещения тайлов, миплов и автоматического подсчета очков.
- ▶ **Интеллектуальные агенты:**
  - ▶ **MCTS:** Стратегическое планирование с использованием дерева поиска.
  - ▶ **Star2.5:** Оптимизированный эвристический поиск.
  - ▶ **Hybrid LLM:** Архитектура «Генерал-Солдат», объединяющая LLM (Llama 3.3) и эвристический движок.
- ▶ **Инфраструктура:**
  - ▶ MCP-сервер для взаимодействия модели с состоянием игры.
  - ▶ Система централизованной телеметрии и сбора данных для обучения.

# Анализ эффективности моделей: Успешность ходов



*LLM Alone не справляется с жесткими правилами (Invalid JSON/Coordinates), тогда как Гибридная модель решает «Action Gap».*

## Результаты турнира (21 ход)

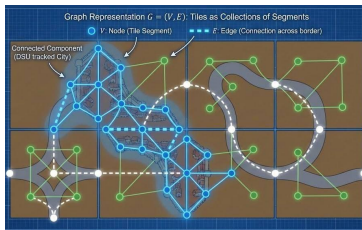


*Гибридный агент Cloud\_General показывает конкурентоспособный результат, уступая эвристическому GreedyPlayer всего на 2 очка.*

# Архитектура «Генерал-Солдат»

Решение проблемы «Action Gap» через разделение уровней абстракции:

- ▶ **Уровень Стратега (LLM):** Анализ ситуации на поле, выбор глобальной цели (блокировка, экспансия, накопление очков).
- ▶ **Уровень Тактика (Code/Heuristic):** Поиск конкретных координат на сетке, соответствующих приказу «Генерала».



# Задачи на финальном этапе

1. **Fine-tuning промптов:** Улучшение точности стратегических советов через Tree of Thoughts.
2. **Автоматизация обучения:** Использование накопленных логов телеметрии для In-Context Learning.
3. **Аналитика:** Проведение масштабных турниров (100+ партий) для получения статистически значимых данных.
4. **Завершение текста диссертации:** Описание результатов экспериментов в Главах 2 и 3.

# Спасибо за внимание!

Вопросы?