

ФГБОУ ВО «МГТУ ИМ. Г.И. НОСОВА», МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ

СОРЕВНОВАНИЕ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ ПО
СПОРТИВНОМУ ПРОГРАММИРОВАНИЮ
«КОД ИНДУСТРИИ» 2025

APIKittens

КОМАНДА APIKittens



Филимонов Михаил



Лучевников Лев



Дувакин Андрей

Наставник: Тутарова Власта Диляуровна

ЗАДАЧИ

- разработать алгоритмическое ядро для оптимального планирования работ группы идентичных промышленных роботов-манипуляторов;
- ядро должно преобразовать список операций по перемещению объектов в синхронизированное во времени и пространстве расписание, гарантирующее отсутствие коллизий.

Фокус решения - на эффективных алгоритмах назначения задач и пространственно-временного планирования траекторий с учётом кинематических ограничений роботов.

ПРОБЛЕМА

1. Отсутствие скоординированной системы управления роботами;
2. Риск столкновений роботов при пересечении траекторий движения;
3. Сложность минимизации общего времени цикла при распределении операций;
4. Проблема исключения простоев оборудования и обеспечения равномерной загрузки роботов;
5. Требование сохранения производительности алгоритма при росте числа роботов до 100+ единиц.

АРХИТЕКТУРА РЕШЕНИЯ

Интерфейс пользователя

- Загрузка файла
- Панель визуализации

Алгоритмическое ядро

- Модуль назначения задач
- Модуль планирования пути
- Модуль предотвращения коллизий

Кинематика и оптимизация

- Решение обратной кинематики
- Алгоритм оптимизации времени
- Задача визуализации результатов планирования

СЦЕНАРИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Решение сценария 1:

- Полное исключение коллизий между роботами
- Гарантированное соблюдение безопасных расстояний
- Эффективная временная синхронизация в общих зонах

Решение сценария 2:

- Равномерное распределение операций между роботами
- Минимизация холостых перемещений
- Сбалансированная загрузка оборудования

При тестировании остальных сценариев функциональность приложения продолжала стабильно расти.

СЦЕНАРИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

ИС "ПроРобот"

Загрузка данных

Визуализация

Выходные данные

Выберите файл

ИС "ПроРобот"

Загрузка данных

Визуализация

Выходные данные

2 20
0 0 0
50 50 0
-180 180 200 100
-90 90 150 75
-180 180 200 100
-90 90 150 75
-180 180 200 100
-90 90 150 75
0.5 1.0
30.4 8.5 3.3 47.4 48.3 40.4 500
0.8 11.5 12.1 34.2 30.5 41.7 1500
45.5 12.9 33.1 15.6 26.0 27.3 1000
1.6 42.1 22.5 19.8 46.3 36.4 1500
4.4 9.8 2.3 16.3 19.4 13.6 500
29.3 48.3 30.4 13.8 14.8 8.3 500
49.3 38.6 9.9 0.3 40.8 35.3 1500
39.5 30.3 46.3 32.6 45.7 42.5 2000
16.5 3.2 15.5 16.3 36.5 31.9 1500
28.1 19.1 48.6 42.4 36.1 11.8 1000
24.7 26.1 21.4 1.3 5.4 1.6 1500
23.8 28.2 34.8 7.0 30.2 27.0 500
11.4 3.8 14.5 8.1 46.5 40.4 500
5.3 22.8 10.9 20.8 44.2 16.2 1500
44.8 15.9 5.5 11.4 21.4 40.9 500
15.2 8.2 26.7 24.2 34.6 13.5 2000
47.1 16.2 25.9 35.2 18.2 48.6 2000
12.3 34.8 35.6 7.4 49.9 13.3 1000
25.1 2.6 13.9 45.4 12.0 7.2 2000
22.4 27.6 29.6 4.0 18.5 12.1 1000

Переключение темы

Выход

ИС "ПроРобот"

Загрузка данных

Визуализация

Выходные данные

3014791
R1 38
0 -0.1 -0.1 1.0
105902 30.4 8.5 3.3
106402 30.4 8.5 3.3
296415 47.4 48.3 40.4
515673 0.8 11.5 12.1
517173 0.8 11.5 12.1
678855 34.2 30.5 41.7
810762 1.6 42.1 22.5
812262 1.6 42.1 22.5
889871 19.8 46.3 36.4
1064106 4.4 9.8 2.3
1064606 4.4 9.8 2.3
1127979 16.3 19.4 13.6
1182353 16.5 3.2 15.5
1183853 16.5 3.2 15.5
1307586 16.3 36.5 31.9
1397083 28.1 19.1 48.6
1398083 28.1 19.1 48.6
1541367 42.4 36.1 11.8
1690869 11.4 3.8 14.5
1691369 11.4 3.8 14.5
1858201 8.1 46.5 40.4
1984682 5.3 22.8 10.9
1986182 5.3 22.8 10.9
2076015 20.8 44.2 16.2
2202401 15.2 8.2 26.7
2204401 15.2 8.2 26.7
2307260 24.2 34.6 13.5
2390929 12.3 34.8 35.6
2391929 12.3 34.8 35.6
2483174 7.4 49.9 13.3
2651530 25.1 2.6 13.9
2653530 25.1 2.6 13.9
2731371 45.4 12.0 7.2
2850353 22.4 27.6 29.6

Переключение темы

Выход

ИС "ПроРобот"

Загрузка данных

Визуализация

Выходные данные

2390929 12.3 34.8 35.6
2391929 12.3 34.8 35.6
2483174 7.4 49.9 13.3
2651530 25.1 2.6 13.9
2653530 25.1 2.6 13.9
2731371 45.4 12.0 7.2
2850353 22.4 27.6 29.6
2851353 22.4 27.6 29.6
2941267 4.0 18.5 12.1
3014791 -0.1 -0.1 1.0
R2 26
0 49.9 49.9 1.0
163939 45.5 12.9 33.1
164939 45.5 12.9 33.1
275455 15.6 26.0 27.3
363305 29.3 48.3 30.4
363805 29.3 48.3 30.4
507212 13.8 14.8 8.3
649777 49.3 38.6 9.9
651277 49.3 38.6 9.9
835396 0.3 40.8 35.3
975550 39.5 30.3 46.3
977550 39.5 30.3 46.3
1035208 32.6 45.7 42.5
1134750 24.7 26.1 21.4
1136250 24.7 26.1 21.4
1259542 1.3 5.4 1.6
1413321 23.8 28.2 34.8
1413821 23.8 28.2 34.8
1475921 7.0 30.2 27.0
1628512 44.8 15.9 5.5
1629012 44.8 15.9 5.5
1792276 11.4 21.4 40.9
1922512 47.1 16.2 25.9
1924512 47.1 16.2 25.9
2010205 35.2 18.2 48.6
2207052 49.9 49.9 1.0

Переключение темы

Выход

СТЕК ТЕХНОЛОГИЙ



Qt designer

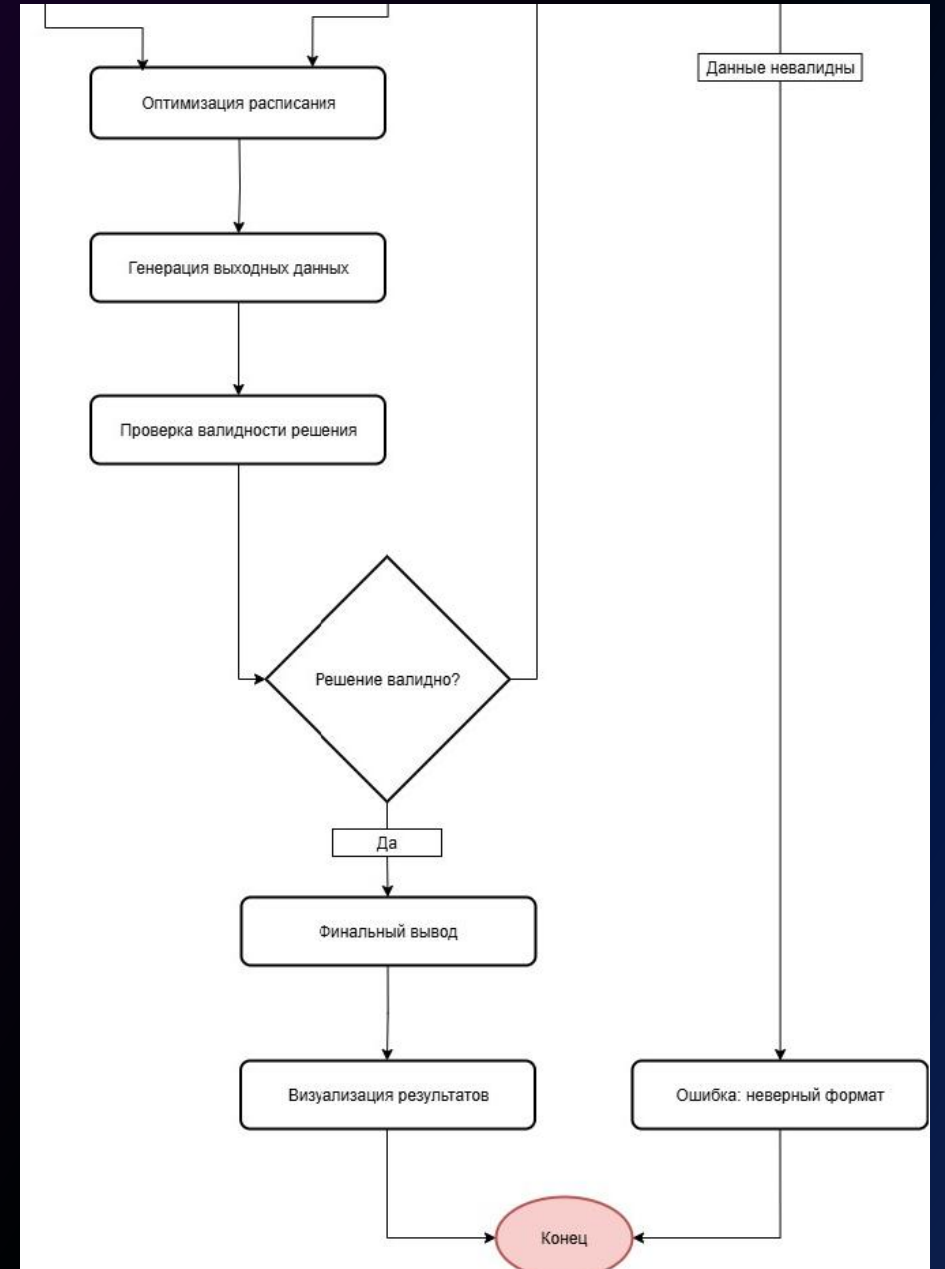
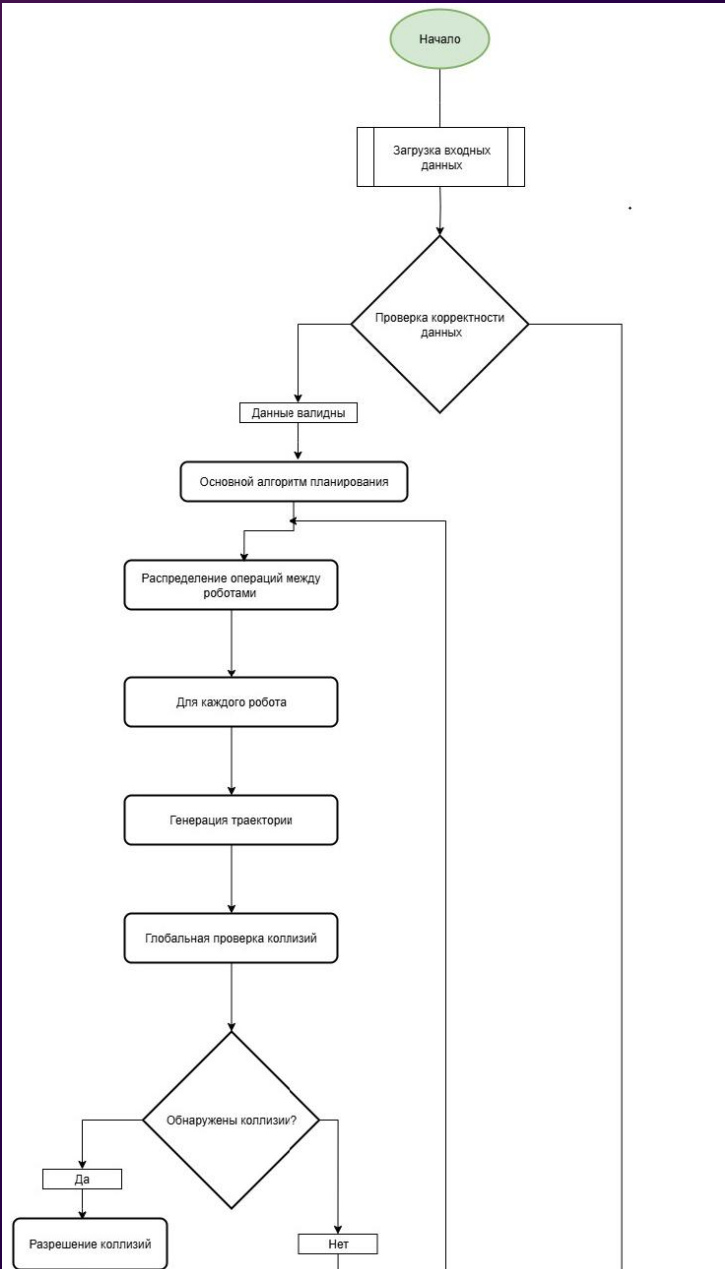


Python

ПРЕИМУЩЕСТВА СТЕКА

- **Python** - сложные математические расчеты: обратная кинематика, интерполяция путей, проверка коллизий;
- **Qt Designer** - интуитивный интерфейс для визуализации: 2D-сцена роботов, временная шкала, таблицы waypoints.

БЛОК-СХЕМЫ АЛГОРИТМА



БЛОК-СХЕМЫ АЛГОРИТМА

Модуль визуализации

Загрузка результатов

Анимация движения
роботов

Отображение зон
безопасности

Временная шкала с
ползунок

Формат выходных данных

Общее время выполнения

Данные по роботам:
ID, кол-во waypoints

Список waypoints
с временными метками и
координатами

Методы разрешения коллизий

Сдвиг временных меток

Корректировка путей

Изменение скоростей

Генерация траектории

Проверка обратной
кинематики
для каждой точки

Расчет времени движения
с учетом V_{max} , A_{max}

Генерация waypoints
с временными метками

Формат входных данных

K , N - кол-во роботов и
операций

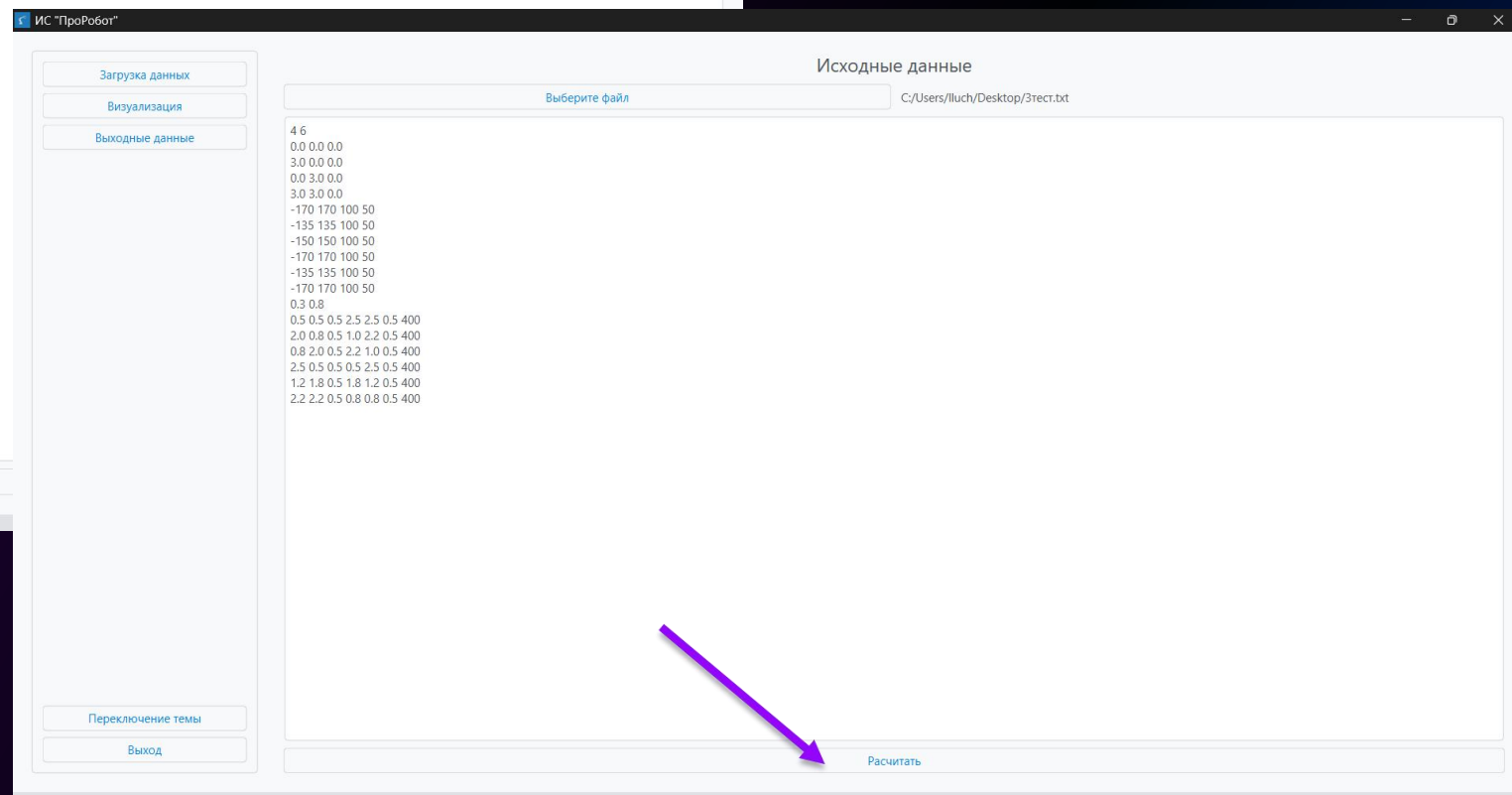
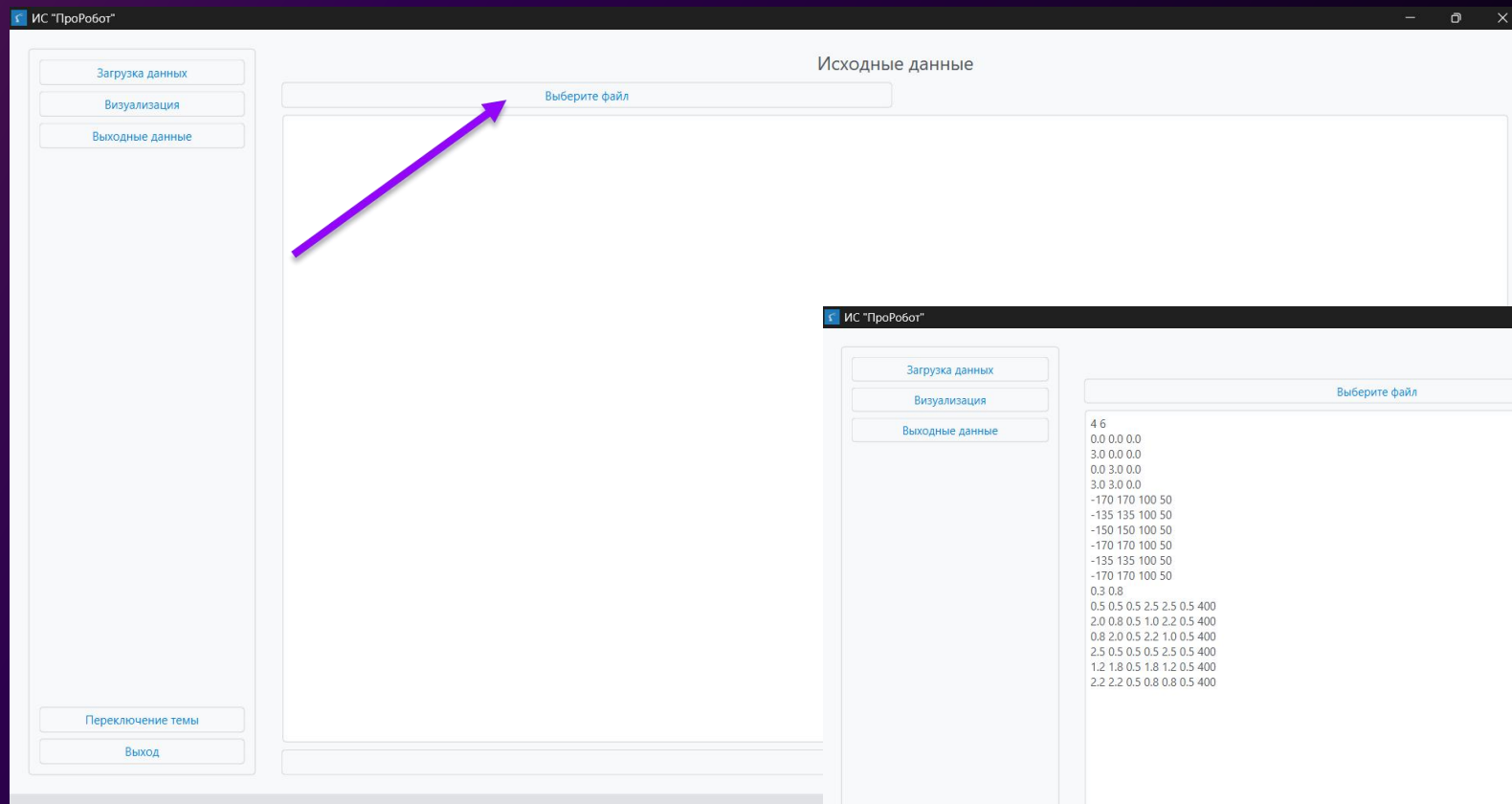
Координаты оснований
роботов

Параметры суставов
 J_{min} , J_{max} , V_{max} ,
 A_{max}

$Tool_clearance$, $Safe_dist$

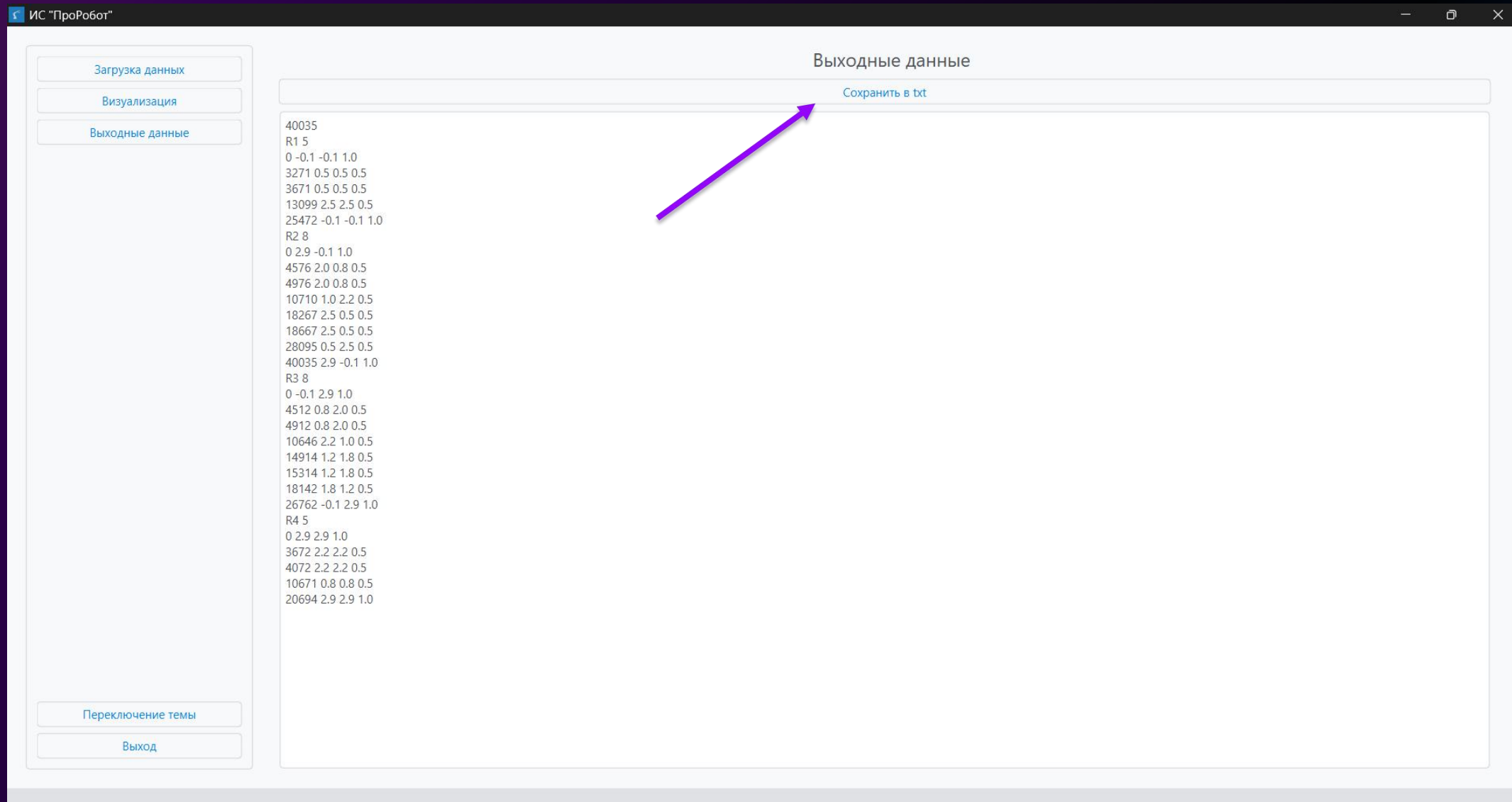
Операции pick-and-place
с координатами и
временем

ДЕМОНСТРАЦИЯ РАБОТЫ



ДЕМОНСТРАЦИЯ РАБОТЫ

ДЕМОНСТРАЦИЯ РАБОТЫ



ДЕМОНСТРАЦИЯ РАБОТЫ

Загрузка данных

Визуализация

Выходные данные

Переключение темы

Выход

Исходные данные

Выберите файл

Расчитать

Загрузка данных

Визуализация

Выходные данные

Переключение темы

Выход

КИЛПЕРФИЧИ

1. Возможность настройки масштаба, времени и скорости;
2. Возможность переключения цвета темы.
3. Интерактивные сенсоры, которые показывают текущее расстояние между роботами в реальном времени (находится в разработке)

Управление анимацией

Время:

Общее время (Makespan): 840558 мс

Текущее время: 487339 мс

Сброс

Пуск

Пауза

Масштаб:

Скорость воспроизведения:

РАЗВИТИЕ ПРОДУКТА

3 квартал 2025 - базовая функциональность в рамках хакатона:

- основной алгоритм планирования;
- базовая визуализация траекторий движения роботов;
- поддержка форматов входных/выходных файлов.

4 квартал 2025 - промышленные функции;

- интеграция с ROS/ROS2;
- Использование симуляторов, таких как Gazebo + MoveIt!;
- Скачивание видеоматериалов с демонстрацией движений роботов;
- API для мониторинга в реальном времени.

2026 год - развитие экосистемы;

- прогнозная оптимизация на основе ML;
- корпоративные решения для крупных заводов.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ