



МФТИ / ФИЗТЕХ

Московский физико-технический институт

ЛАБОРАТОРИЯ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ И
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТОК

- ✓ Нейронные сети
- ✓ Машинное обучение
- ✓ Компьютерное зрение и математическая обработка сигналов
- ✓ Анализ данных, экспертные системы
- ✓ Робототехника, мехатроника
- ✓ Прогнозирование транспортных потоков
- ✓ Методы предсказательного моделирования, программные реализации и вычислительный эксперимент при описании природных, технических, биологических и социальных процессов
- ✓ Системы искусственного интеллекта в управлении
- ✓ Разработка систем принятия решений на основе нейронных сетей и математического моделирования
- ✓ Математические методы синтеза, обработки и анализа изображений и сигналов
- ✓ Методы и системы математического моделирования для естественных наук
- ✓ Методы и системы искусственного интеллекта в поддержке принятия решений
- ✓ Математические методы в теории искусственного интеллекта и принятия решений
- ✓ Георадарное сканирование и подповерхностная радиолокация

ОБЛАСТИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК

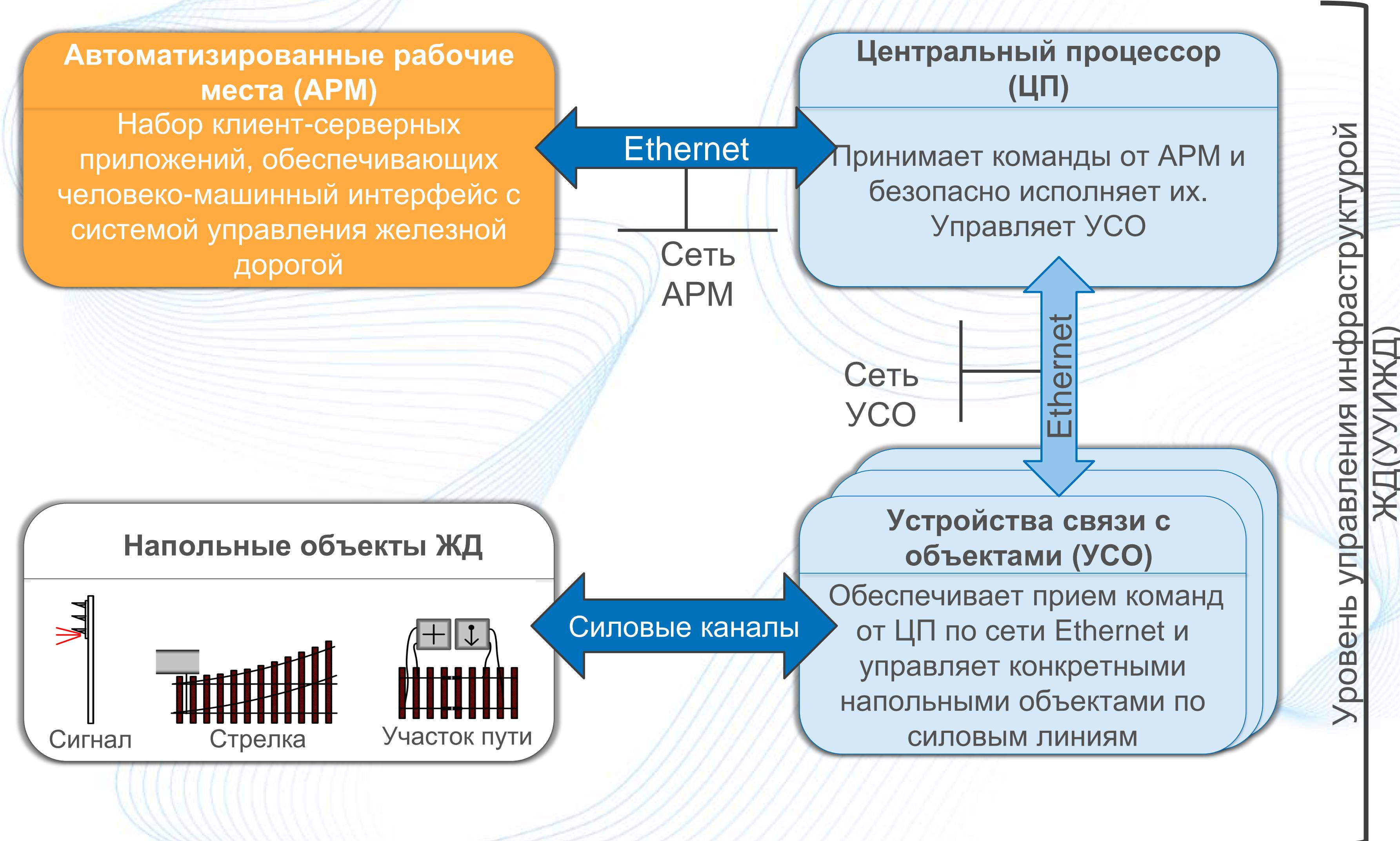
- ✓ Прогнозная аналитика данных
- ✓ Рекомендательные и экспертные системы поддержки принятия решений, в том числе интеллектуальные транспортные системы
- ✓ Робототехника, роботы манипуляторы, ассистивные устройства, роботы гуманоиды
- ✓ Интерфейсы взаимодействия человека с машиной
- ✓ Системы технического зрения с использованием машинного обучения и нейронных сетей
- ✓ Лазерное 3D сканирование и информационное моделирование

ОСНОВНЫЕ ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- C++ версий 11 и 14
- Python
- Android
- TensorFlow
- KERAS
- Qt
- ЭЛЬБРУС
- Linux
- ROS
- Arduino и другие



ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМАХ ЖЕЛЕЗНОДОРЖНОЙ АВТОМАТИКИ



ЭВОЛЮЦИЯ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ В ЖАТ

● АРМ МПЦ
Отображение интерактивного плана станции, состояний объектов станции и открытых маршрутов.

● Наборная группа ЭЦ
Возможность проложить маршрут, то есть перевести стрелки и назначить показания сигналов.

● ДЦ

Отображение интерактивного плана всего участка, модули расширения функциональности системы, ГИД СУР.

● ТМС

Детектирование и устранение конфликтов расписания (ИМ).
Прогнозный функционал.
Автодиспетчер.

УРОВНИ АРХИТЕКТУРЫ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ



ПРОГНОЗ

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ (ИСУДП)

Многофункциональная интеллектуальная система моделирования, прогнозирования и оптимизации движения железнодорожного транспорта

Решаемые задачи

- ✓ Обнаружение конфликтных ситуаций, негативно влияющих на выполнение нормативного графика движения поездов
- ✓ Анализ сложившейся ситуации и расчет альтернативных путей решения
- ✓ Построение оптимальных плановых графиков железнодорожного движения

Преимущества

- ✓ Применение отечественной аппаратной платформы
- ✓ Модульная компоновка, позволяющая интеграцию с различными системами
- ✓ Моделирование железнодорожного движения валидации получаемых расписаний
- ✓ Сокращение издержек за счет оперативного восстановления графика



Отрасли применения

Транспорт: железнодорожный, магистральный, и промышленный транспорт, метрополитен, Н-Bahn

Логистика: морской и речной транспорт, порты, автомобильное сообщение и логистические центры

Индустриальный партнер проекта

Группа компаний «1520»

ПРОГНОЗ

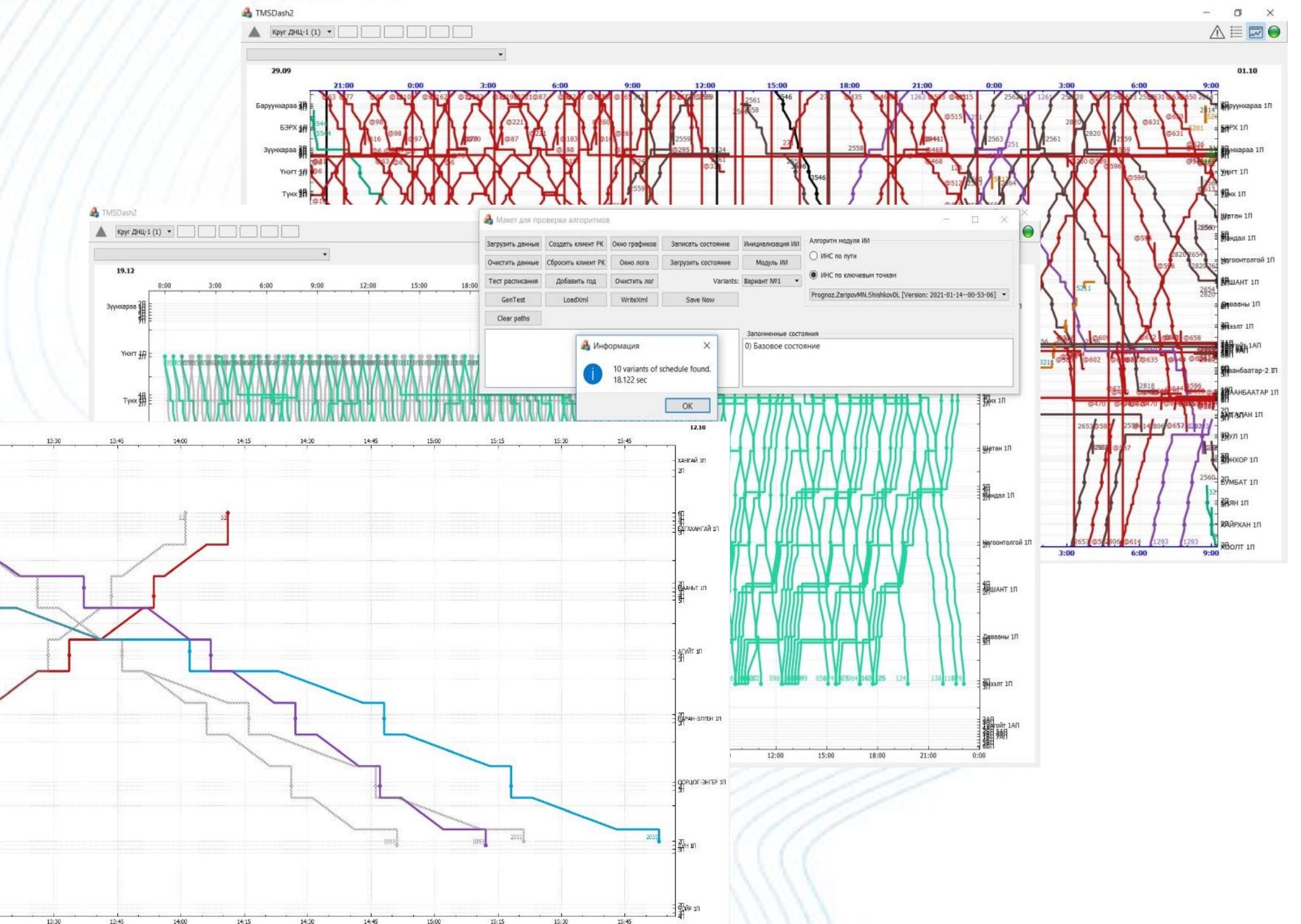
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ (ИСУДП)

Интеллектуальная система управления движением поездов (ИСУДП) «Прогноз» состоит из следующих модулей

- Интеллектуальный модуль
- Модуль УУИЖД
- Подсистема моделирования железнодорожного движения
- Кластер серверов автоматизации рабочих мест (АРМ)
- Система управления расписанием (СУР)
- Реальная УУИЖД

ТЕХНОЛОГИИ

- ATT – AutomaticTrainTracking – Отслеживание движения поезда в реальном времени
- ТМ – TimeTable Management – Создание и управление расписаниями
- ARS – AutimaticRouteSetting – Автоматическая установка маршрутов поездов
- CR – ConflictResolution – Разрешение конфликтов
- TF – Train Forecast – Прогнозирование графика движения поездов в реальном времени



ПРОГНОЗ

ИНТЕЛЕКТУАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ

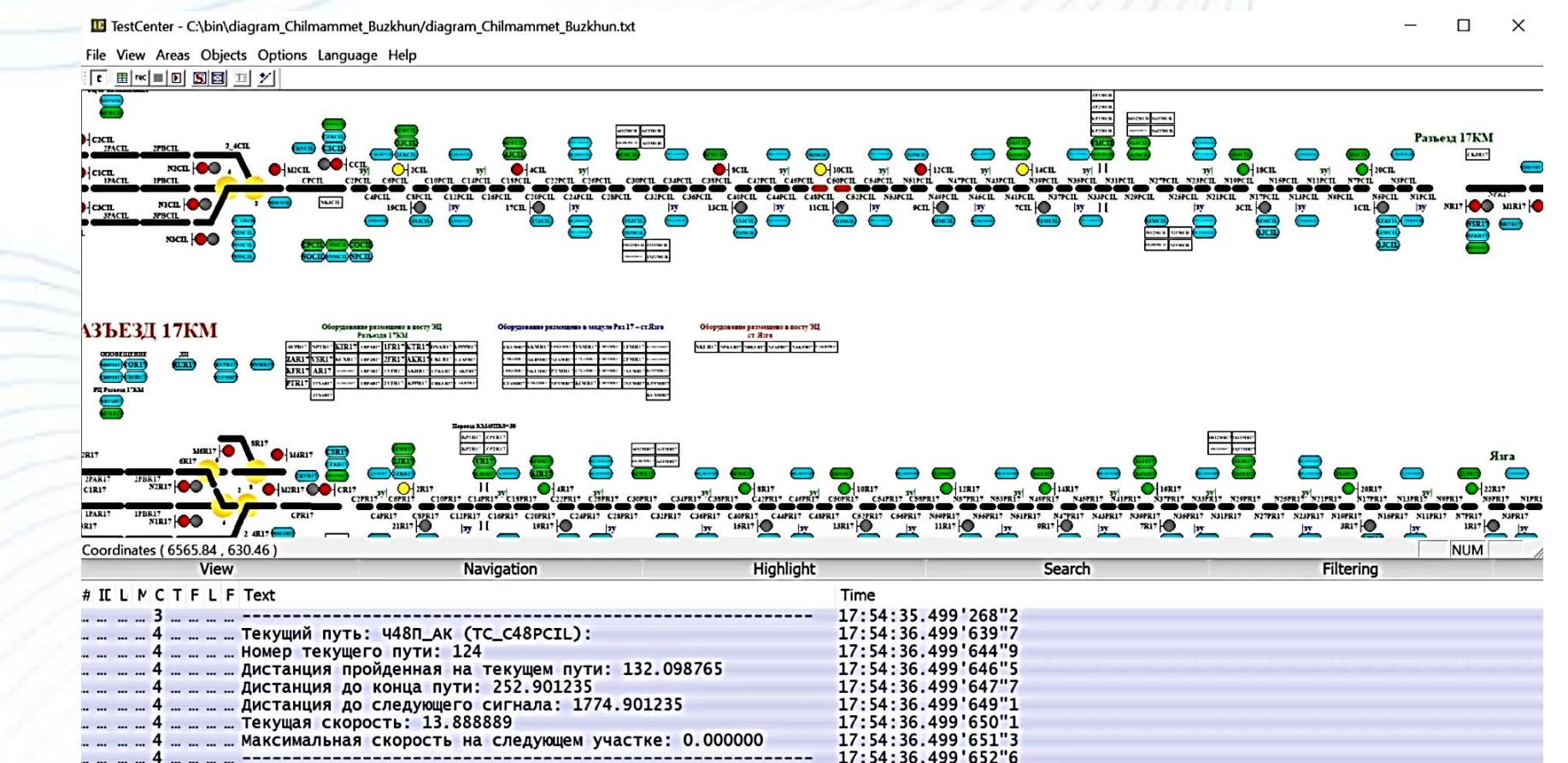
Реализовано несколько подходов

В зависимости от выбранного подхода реализуются следующие возможности:

- ✓ Использование архивных данных графика исполненного движения позволяет учитывать опыт диспетчеров и скрыты особенности участка управления
 - ✓ Автоматическое упрощение графа (топологии) участка управления из архивных данных ГИД
 - ✓ Обучение модуля осуществляется на основе правил и зависимостей встроенной поездной модели без использования архивных данных графика исполненного движения
 - ✓ Непрерывный мониторинг движения поездов в реальном времени
 - ✓ Оценка решений конфликтных ситуаций

ПОДХОДЫ

- Несколько реализованных подходов:
 - машинное обучение
 - пошаговое нейроуправление и генетический алгоритм
 - теория графов



ПРОГНОЗ

ФУНКЦИОНАЛ СИСТЕМЫ

Обобщение действий диспетчера при работе с расписанием и устранением конфликтов.
Обучение на основании действий диспетчера

Детектирование и устранение конфликтов в нормативном расписании

Автоматическое ведение поездов по участку в соответствие с выбранным расписанием

Прогнозирование движения поездов с учетом текущей поездной и станционной обстановки

Решение конфликтов в будущем с учетом прогнозной ситуации

Автоматическое изменение алгоритма ведения поездов по участку с учетом прогнозной ситуации

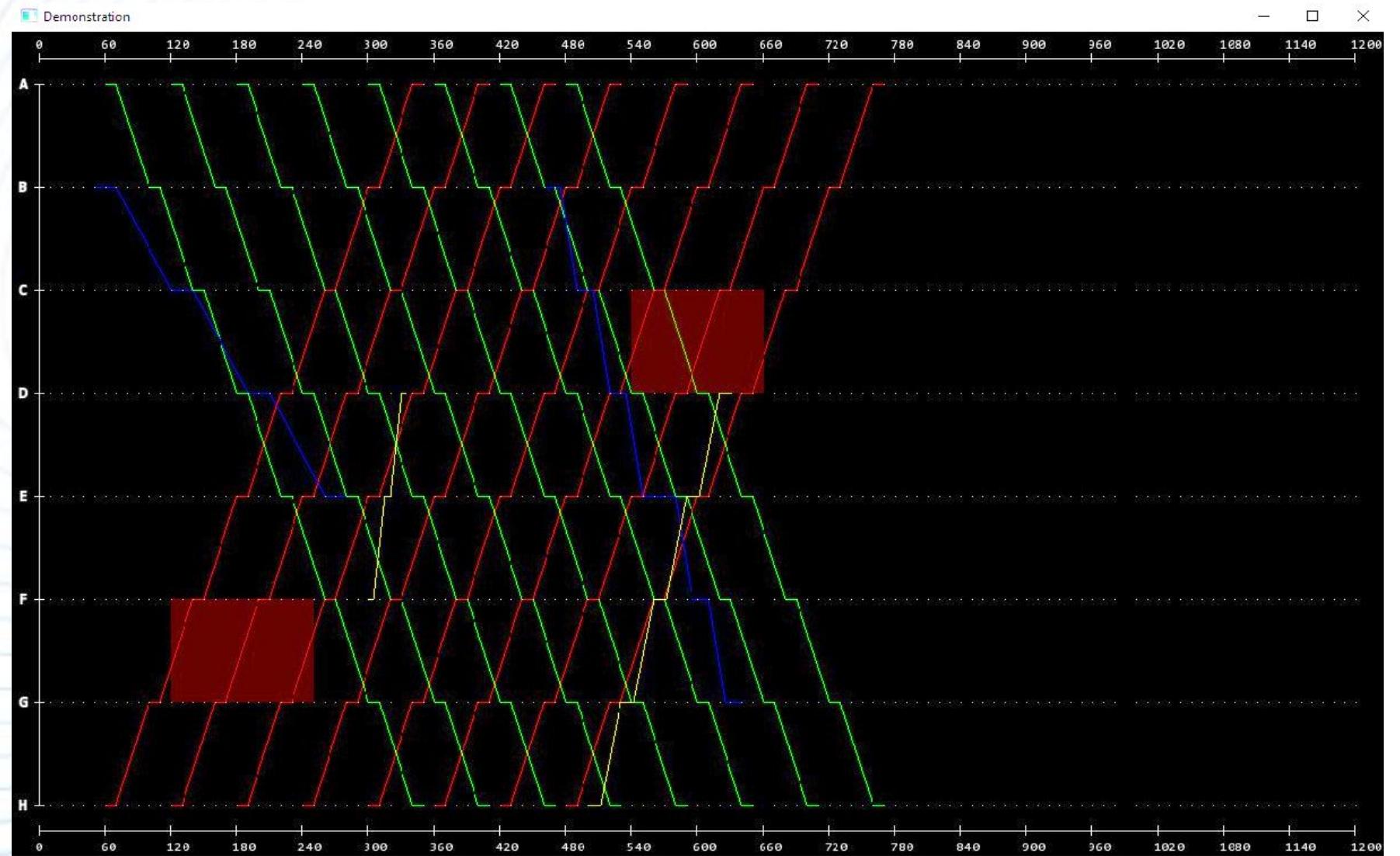
ПРОГНОЗ

ОБУЧЕНИЕ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ НА ОСНОВЕ СОБЫТИЙНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО МОДЕЛИ

Разработана система поиска решений конфликтных ситуаций на основе событийно-ориентированного моделирования движения поездов различных типов. Система обеспечивает высокую скорость поиска наилучшего решения, при этом алгоритм не требует предварительного анализа графиков исполненного движения. Моделирование движения представляет собой построение дерева состояний:

- ✓ Дерево состояний задается в виде Марковского процесса
- ✓ Построение дерева состояний выполняется в параллельном асинхронном режиме
- ✓ Следующее состояние определяется на основе ϵ -жадной стратегии
- ✓ Оценка состояния выражается в виде функционала отклонения от планового графика движения
- ✓ Функция ценности действий определяется с помощью уравнения Беллмана

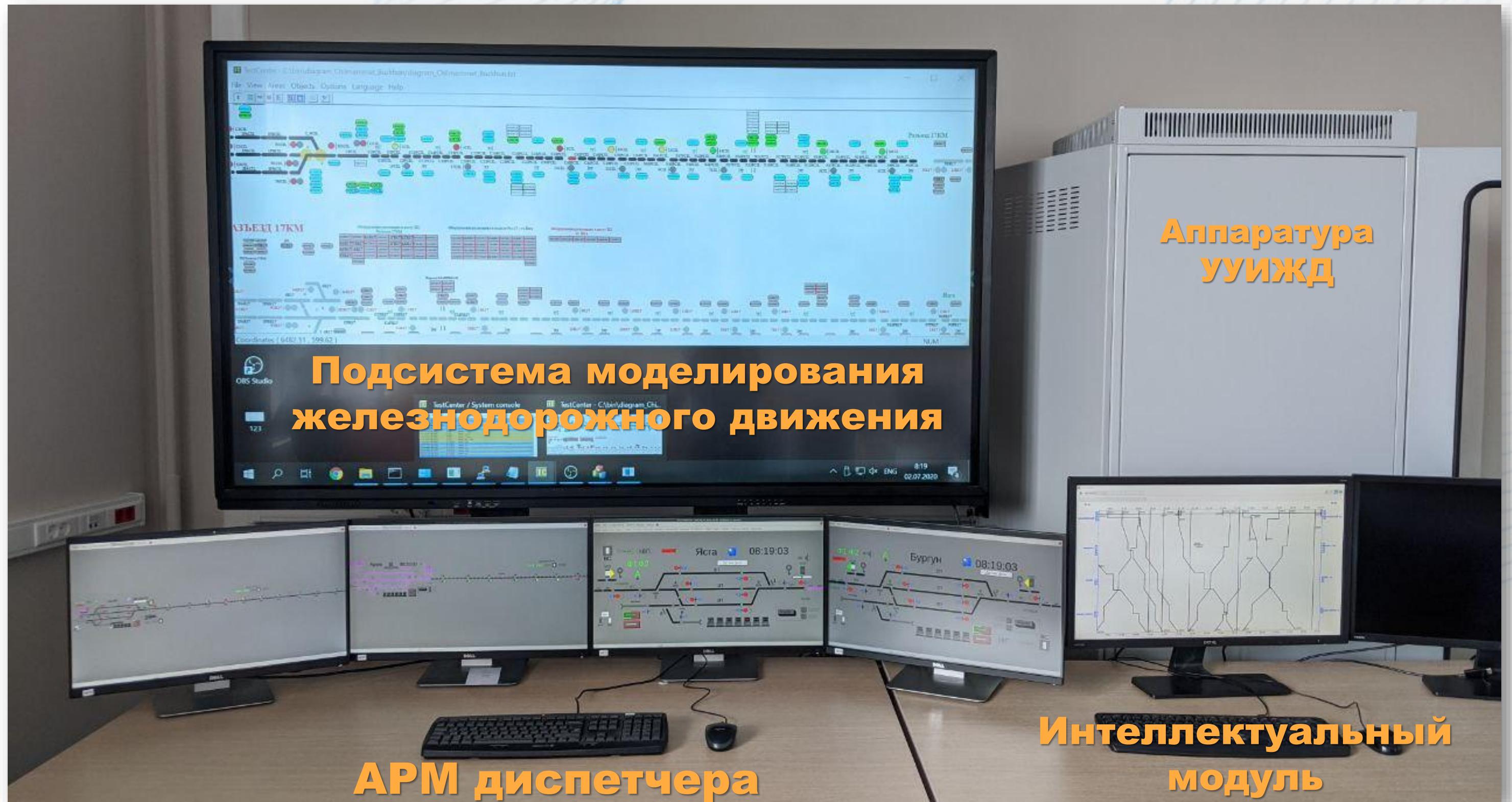
Выбор и развитие стратегии осуществляется на основе ее оценки. Оценка каждой стратегии учитывает награду как текущего состояния, так и всех последующих.



- Горизонтальная ось – временная шкала в минутах
- Вертикальная ось - участок железнодорожного графа Монголии с отмеченными на ней станциями
- Каждая станция имеет 5 станционных путей
- Все перегоны между станциями однопутные
- Два запрета на перегонах F-G и C-D

Приоритеты поездов: 1 2 3 4

Вычислительно-моделирующий стенд всех уровней управления движением ЖД для разработки и тестирования



Макет УУИЖД изготовлен на базе системы микропроцессорной централизации МПЦ-ЭЛ, в строгом соответствии с техническими требованиями железных дорог.

Графические решения АРМ диспетчера реализовано с максимальным приближением к реальному АРМ поездного диспетчера в части информационного наполнения и перечня команд управления. Такое решение позволяет максимально имитировать работу в реальной рабочей ситуации.

Подсистема моделирования железнодорожного движения эмулирует движение подвижных единиц на определенном участке управления с имеющимися на нем объектами железнодорожной инфраструктуры.

Ядром системы является Интеллектуальный модуль, на данном этапе способный разрешать конфликты в графике движения.

Перечень оборудования стенда включает отечественную компонентную базу и программное обеспечение на базе Эльбрус.



ПИЛОТНОЕ ВНЕДРЕНИЕ РАЗРАБОТОК МФТИ В 2021-2022 ГГ.

Индустриальным партнером проекта ООО «1520 сигнал» выполняются работы по проектированию, внедрению и модернизации систем железнодорожной автоматики для управления движением магистральных железных дорог и систем рельсового транспорта в СНГ, странах таможенного союза, Турции, Великобритании, Австралии (<https://1520signal.ru/projects/>). Пилотное внедрение решений МФТИ будет осуществляться на железнодорожных участках в Казахстане и Монголии, оснащенных системами микропроцессорной и диспетчерской централизации производства ООО «1520-сигнал».

Запланированная дата начала пилотного внедрения – вторая половина 2021 года.

Казахстанские железные дороги

Разрабатываемая в МФТИ система ТМС будет пилотно внедрена в системах диспетчерской централизации на Казахстанских железных дорогах.

Индустриальным партнером проекта Группой компаний 1520 реализованы проекты и оборудованы системами автоматики две линии в Казахстане: Узень – Болашак (143 км) и Жетыген – Алтынколь (280 км) в постоянной эксплуатации.

Три линии в Казахстане: Аркалық – Шубарколь (214 км), Шалкар – Бейнеу (471 км), Жесказган – Саксаульская (517 км) – на стадии подготовки к пуску в эксплуатацию.

Монгольские железные дороги

Разрабатываемая в МФТИ система ТМС будет пилотно внедрена в системах диспетчерской централизации на Трансмонгольской магистрали.

Индустриальным партнером проекта Группой компаний 1520 подписан контракт и реализуется проект по Модернизации систем автоматики на Трансмонгольской магистрали Хойт – Улан-Батор – Замын-Ууд Улан-Баторской железной дороги (Монголия) длиной 1111 км (67 станций, 958 стр., 34 пересадки) с внедрением радиоблокировки и 5 диспетчерских кругов.

КОНСОРЦИУМ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ ПО ПРОЕКТУ



Московский физико- технический институт

Ведущий технический вуз страны, который входит в престижные рейтинги лучших университетов мира. Сегодня Физтех - это передовой научный центр. За последние годы здесь были открыты 64 новые лаборатории, где работают ученые с мировым именем.



ООО “1520 Сигнал” (<https://1520.ru/>)

Обеспечивает софинансирование работ по проекту в соответствии с грантовыми требованиями. Подписано соглашение о консорциуме о софинансировании проекта.

Участник одного из крупнейших российских производственно-строительных холдингов. Основным направлением деятельности компании ООО “1520 Сигнал” является внедрение современных систем железнодорожной автоматики и телемеханики на сетях железных дорог стран, объединенных колеей 1520.



ИРЭ им. В. А. Котельникова

Научная организация, выполняющая фундаментальные, поисковые и прикладные научные исследования и разработки, в том числе в области информационных систем.

КОНТАКТЫ

ЛАБОРАТОРИЯ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Заведующий лабораторией, к.т.н.

ГОРБАЧЕВ РОМАН АЛЕКСАНДРОВИЧ

Телефон: +7 (498) 713-91-96

E-mail: wavelab@mipt.ru

Адрес: г. Долгопрудный, Институтский пер., 9,

Физтех.Цифра



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!