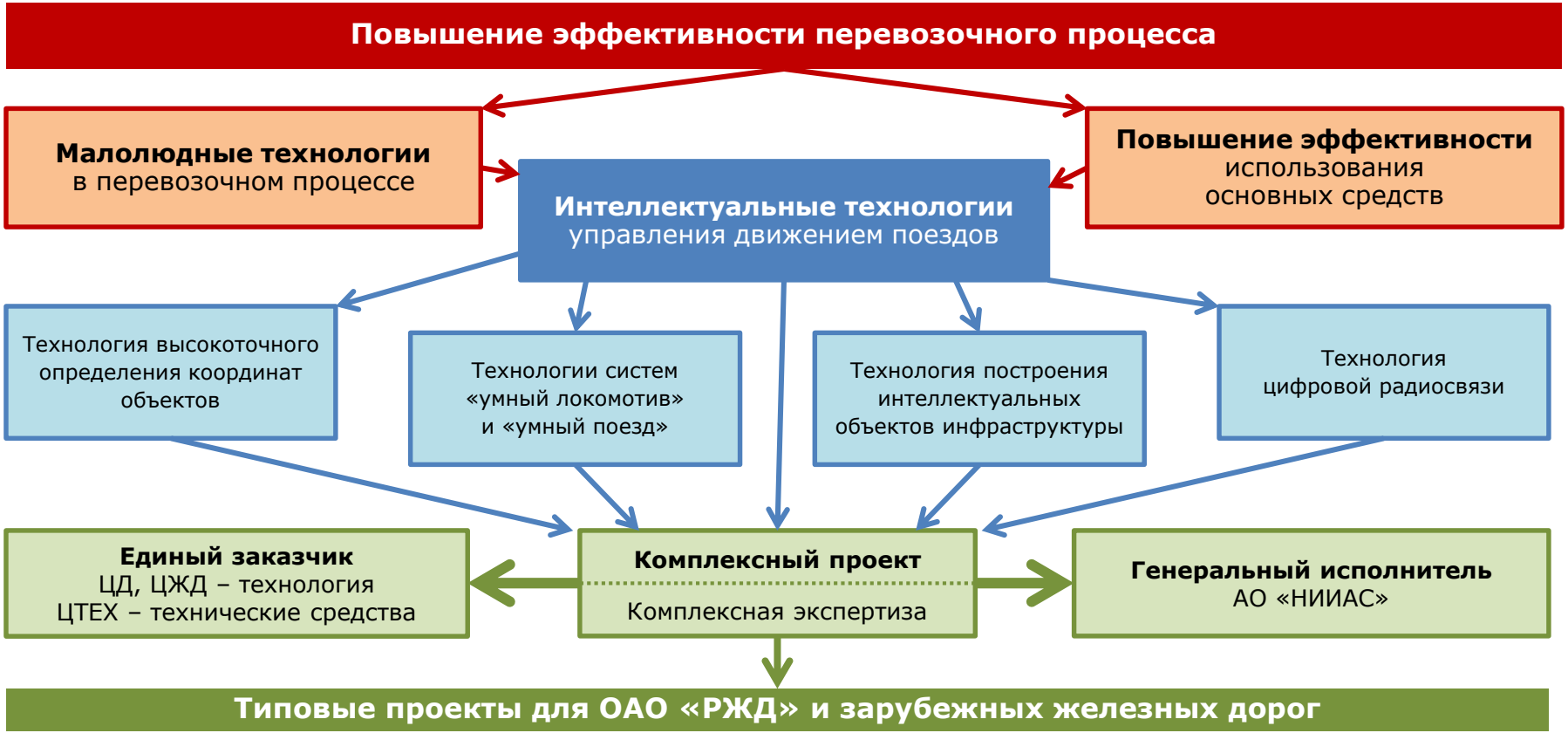
Реализация технологии интервального регулирования движения поездов

Розенберг Ефим Наумович
Первый заместитель Генерального директора АО «НИИАС»,
доктор технических наук, профессор

НИИАС

Целевые задачи повышения эффективности перевозочного процесса



Переход к системе управления и контроля четвертого поколения

Основные проблемы: низкая скорость внедрения инноваций, высокая зависимость от ранее внедренных решений, необходимость обеспечит интероперабельность

Железнодорожная сеть должна оставаться в эксплуатации во время модернизации, сохраняя возможность управления для смешанных видов подвижного состава – оборудованных и необорудованных

Архитектура системы управления и контроля 4.0 должна быть модульной с детальными спецификациями интерфейсов, предусматривающих развитие и модификацию

Миграция к системе 4.0 должна включать технические, эксплуатационные и нормативные документы, учитывающие концепции ERTSM

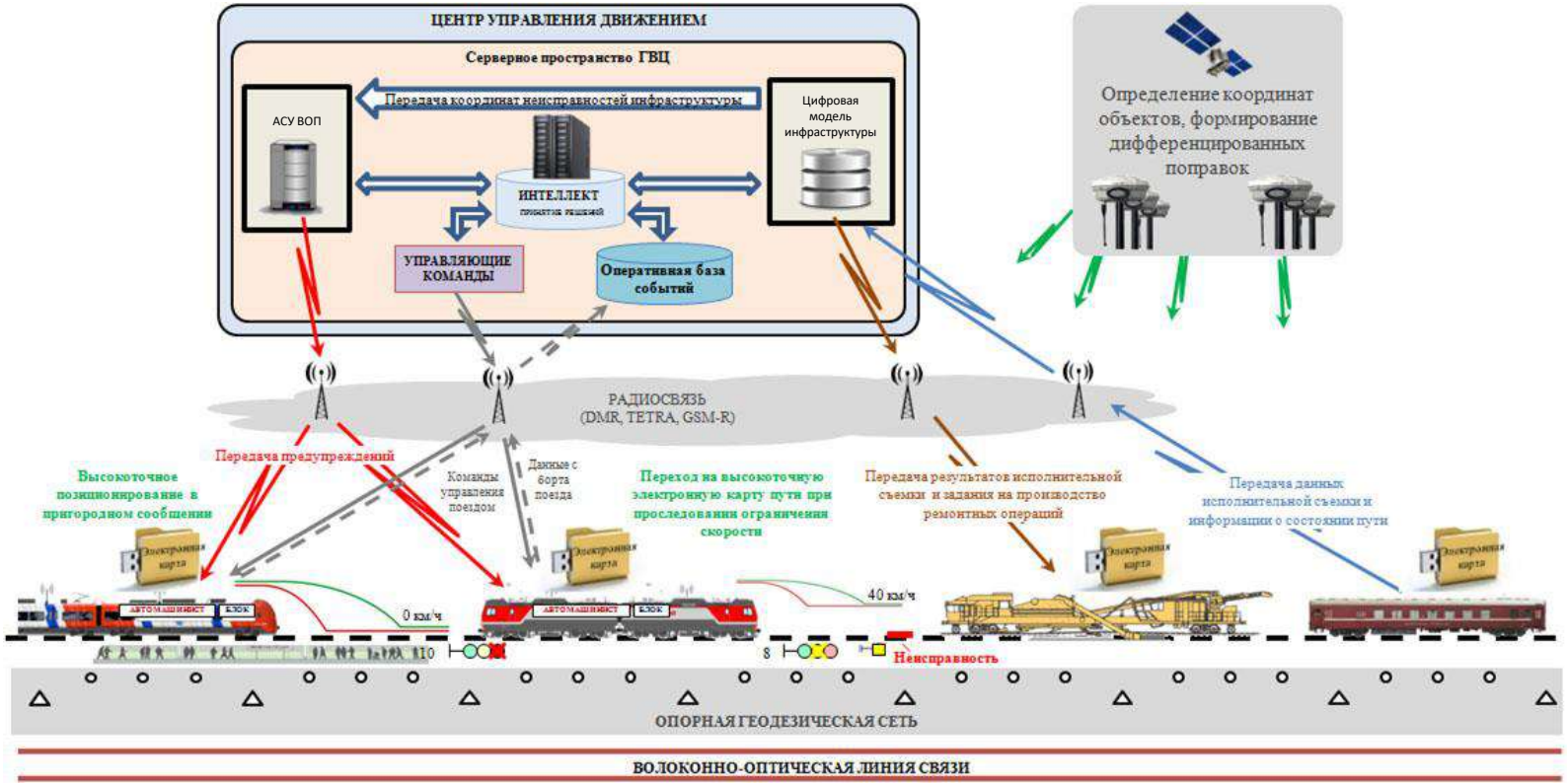
Технические решения, обеспечивающие переход к системе управления и контроля четвертого поколения

Внедрение системы автоблокировки АБЦТ – МШ, обеспечивающей реализацию технологии «подвижных блок –участков» и переход к интервальному регулированию

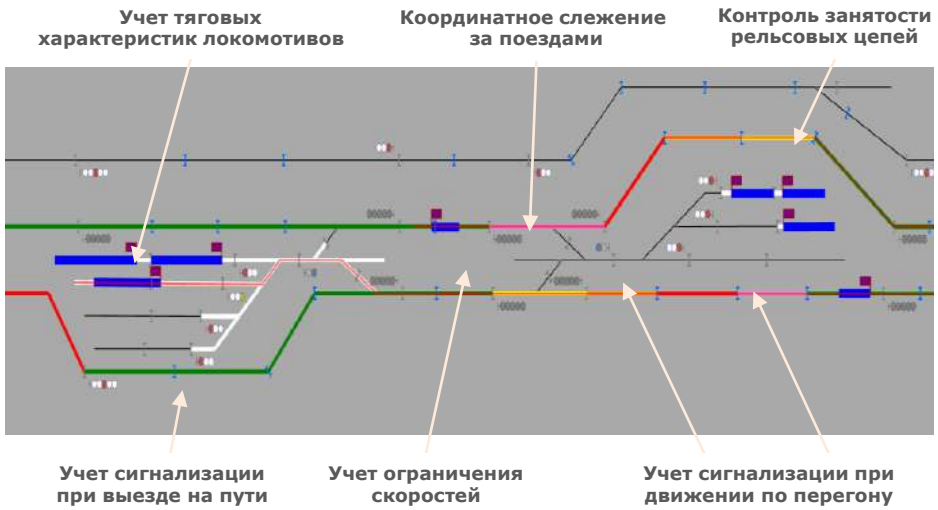
Разработка универсального бортового прибора безопасности и управления, обеспечивающего высокоточное позиционирование, идентификацию инфраструктуры, многоканальную связь и автоведение

Развитие Интеллектуальной системы управления (ИСУЖТ), обеспечивающей комплексную автоматизацию планирования и диспетчерского управления участкам, полигонами и сетью в целом

Реализация перспективных высокоточных координатных технологий



Проектное имитационное моделирование работы полигона с учетом работы средств СЦБ и динамики движения поезда и пропускная способность горловин станций (пример горловины ст. Челябинск-Главный)



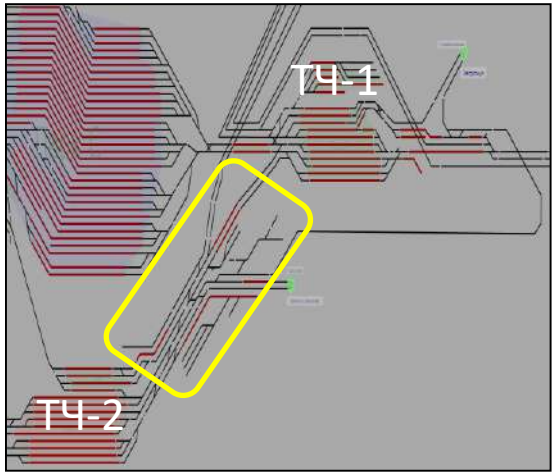
Аналогичные инструменты имитационного моделирования, широко применяемые за рубежом

RailCOMPLETE

OPENTRACK

Novapoint

RAILSYS



- Приём нечетных грузовых;
- Отправление четных грузовых поездов из парка «В» ;
- Перестановка поездных локомотивов от транзитных
- четных поездов из парка «В» в «Депо 2» через парк «Ж»;
- Подача поездных локомотивов из «Депо 1» Перестановка поездных локомотивов от разборок из парка «А» (с путей нижней половины парка) в «Депо 1»;
- Перестановка угловых составов из парка «В» в парк «А»;
- Возвращение маневровых локомотивов из парка «А» в парк «В» из-под угловых перестановок;

Схема системы формирования и использования единой базы данных электронных карт для локомотивных устройств безопасности

Единая автоматическая расшифровка

Единый универсальный Электронный носитель информации

БЛОК
САУТ
КЛУБ
УСАВП

ЕГИС ТПС

Конструктор электронных карт полигонов обращения

Сервер ЕГИС ТПС

Редактор электронных карт (ручной ввод данных по телеграммам и замечаниям)

Отраслевые АСУ (АСУ ВОП-2, АС ЦНСИ, АСУ Ш-2, АСУ П и др.)

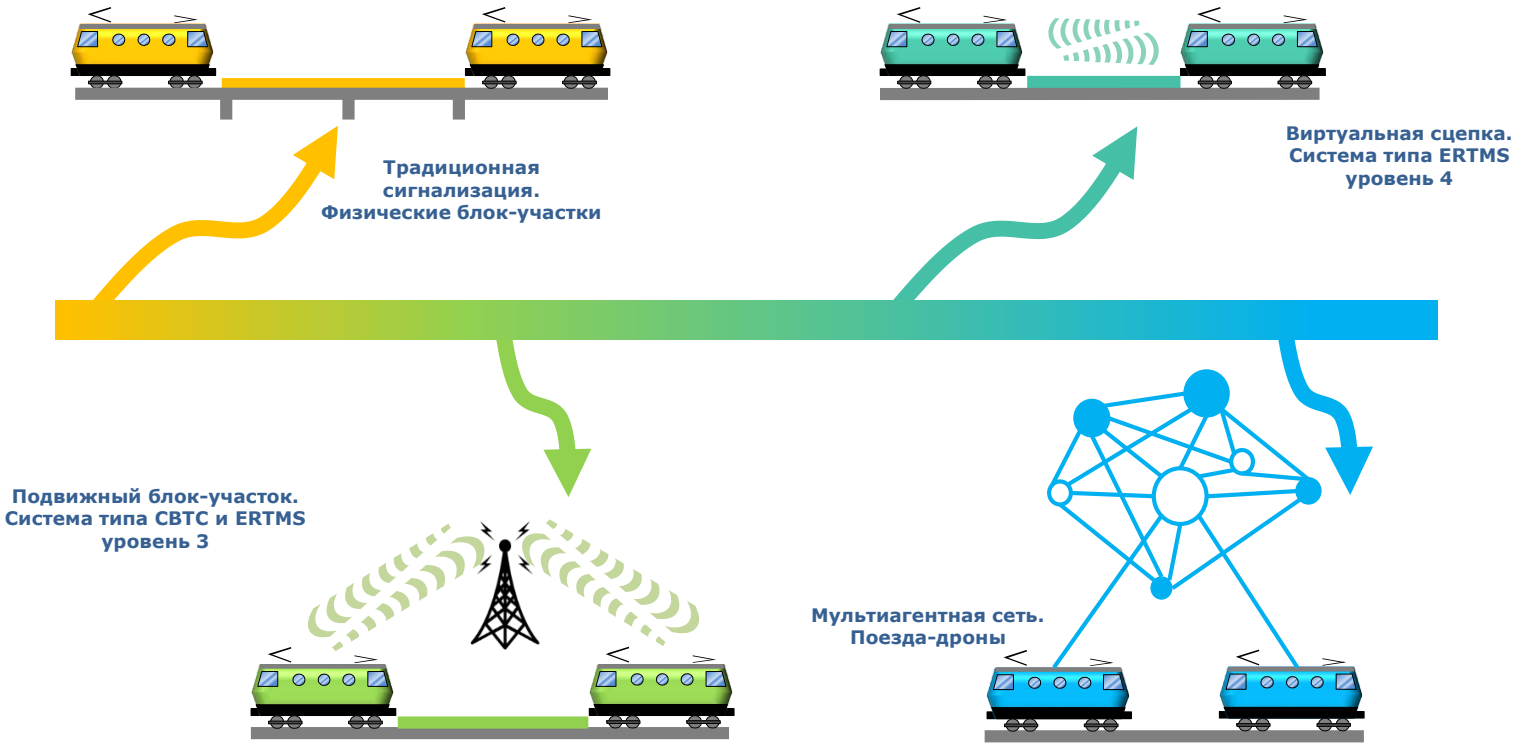
Подсистема Видеопаспортизации

Данные АДК «ЭРА»

Данные комплекса ВП

Данные КСПД ИЖТ

Эволюция систем интервального регулирования



Системы электросвязи ВСМ

Многофункциональная цифровая сеть связи ВОЛП DWDM

СПД ОТН

Цифровая первичная сеть связи STM-64

Система синхронизации

IP сеть связи 10 Ггбит/с

Система Единого времени

Первичная сеть технологической связи

Централизованная система оповещения

Система поездной радиосвязи и передачи данных GSM-R, LTE

СПД ОбТН

Интегрированная сеть технологической связи с пакетной коммутацией

Интернет вещей

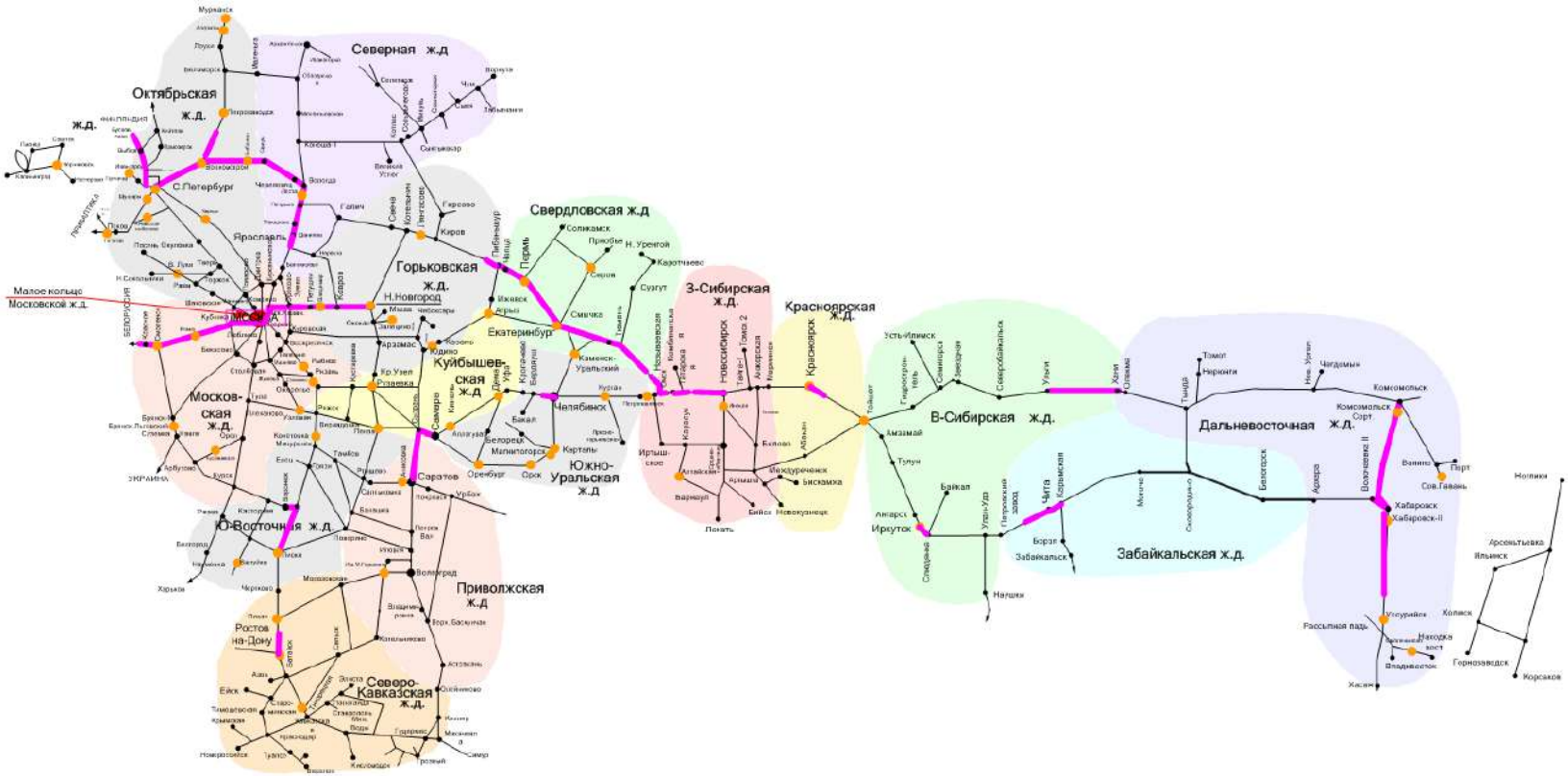
Оперативно-технологическая связь

Поездная радиосвязь стандарта DMR (160 МГц)

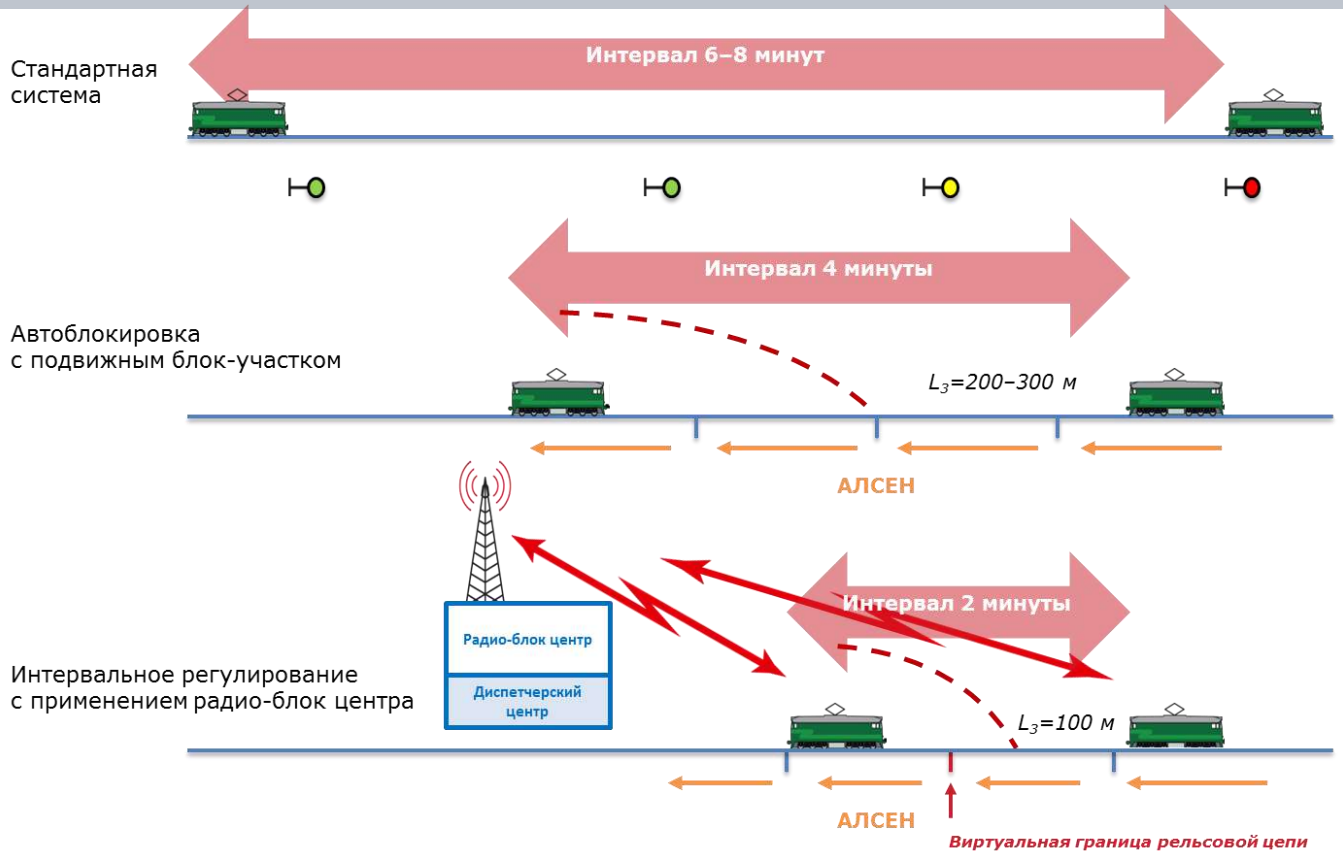
Системы видео-наблюдения

Система информирования пассажиров

Оснащение сети железных дорог цифровой радиосвязью 160 МГц



Организация движения по цифровому радиоканалу



Внедрение на МЦК в 2019 году

Виртуальная граница рельсовой цепи:

- По данным от высокоточных систем
- По номеру рельсовой цепи и электронной карты
- По навигации ГЛОНАСС/GPS и датчикам колеса локомотива

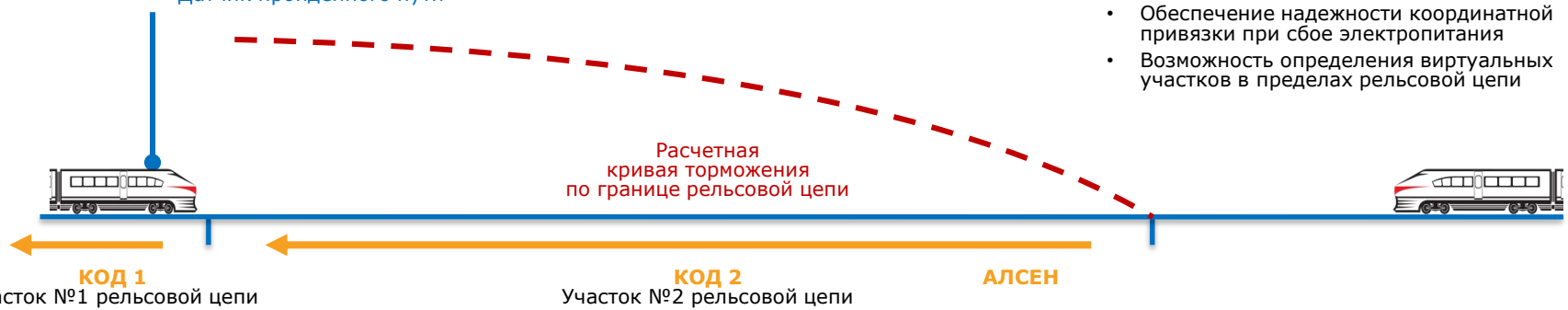
Интервальное регулирование по виртуальным блок-участкам

Бортовое оборудование

- Электронная карта
- Спутниковая навигация
- Датчик пройденного пути

Защищено 5 патентами

- Уровень безопасности Sil4 $\Rightarrow 10^{-9}$ ч$^{-1}$
- Обеспечение живучести системы при отказе спутниковой навигации
- Обеспечение надежности координатной привязки при сбое электропитания
- Возможность определения виртуальных участков в пределах рельсовой цепи

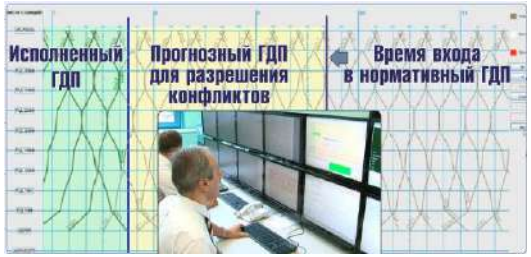


Цифровая система комплексного автоматического управления движением поездов

Структура системы соответствует зарубежным аналогам (PTC, CBTC, ARAMIS)

SIL 2 — **Верхний уровень управления**

- Контроль за реализацией графика движения
- Распознавание и решение конфликтных ситуаций
- Команды на автоматическую установку маршрутов
- Команды управления поездом



SIL 4 — **Линейный (станционный) уровень**

- Автоматическая установка маршрутов
- Интервальное регулирование по радиоканалу
- Интервальное регулирование по рельсопроводному каналу

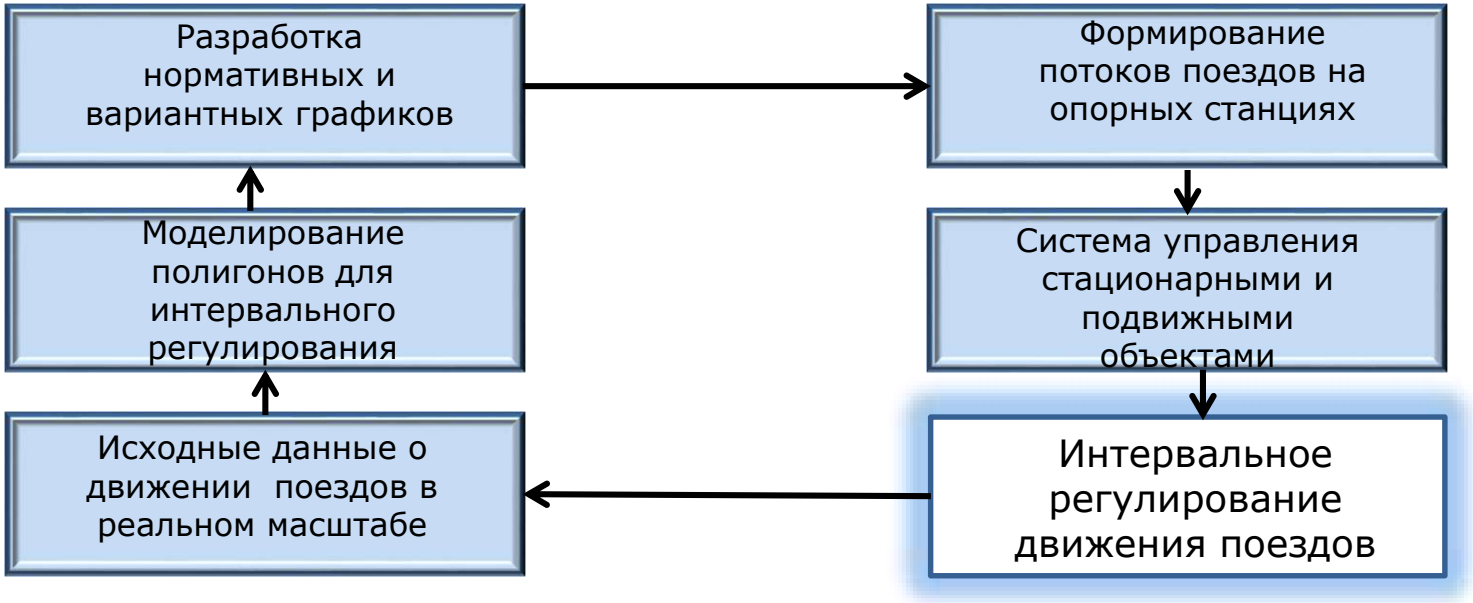
SIL 4 — **Напольное оборудование и подвижной состав**

- Отсутствие светофоров по главным путям станций и перегонов
- Цифровая электронная карта на борту
- Автоведение

Единое высокоточное координатное пространство
Универсальные электронные карты
с системой высокоточного позиционирования

Системы цифровой связи

Комплексность задач по системе управления движением поездов с интервальным регулированием



Этапы реализации программы Smart Rail 4.0

Стратегия
планирования
технологии
для европейской
железнодорожной сети

ЭТАП 1 · 2017–2019 годы
Проектирование и разработка требований к архитектуре и функционалу.
ТЭО, моделирование и испытание отдельных технических решений.

ЭТАП 2 · 2020–2026 годы
Тестирование и полигонные проекты.
Опробование концептов на одной или нескольких линиях.

ЭТАП 3 · 2027–2038 годы
Развертывание серийных систем в масштабах сети железных дорог.

Требования
для отечественных
железных дорог
в генеральной
схеме развития
РЖД

Модификации системы ETCS уровень 3

Модификация	Инфраструктура	Преимущества и проблемы
Оверлейная система ETCS уровень 3 (поверх традиционной системы сигнализации)	Светофорная сигнализация и напольные устройства контроля свободности пути сохраняются. Используется технология виртуальных блок-участков.	Увеличение пропускной способности только для поездов, оборудованных ETCS и устройством контроля полносоставности (адаптация расписаний для пакетного пропуска таких поездов). Необходимо решение для проследования без остановки поездами в режиме ETCS уровень 3 светофоров с запрещающими показаниями.
Гибридная система ETCS уровень 3 с виртуальными фиксированными блок-участками	Напольные светофоры отсутствуют. Напольные устройства контроля свободности пути сохраняются.	Увеличение пропускной способности для поездов с устройством контроля полносоставности без модернизации напольных устройств. Повышение надежности за счет дублирования средств определения местоположения поездов.
Гибридная система ETCS уровень 3 с подвижными блок-участками	Напольные светофоры отсутствуют. Напольные устройства контроля свободности пути сохраняются в ограниченном объеме.	Увеличение пропускной способности за счет адаптации длины виртуальных блок-участков в базе данных. Необходима адаптация систем диспетчерского управления и правил эксплуатации (на одном традиционном блок-участке могут находиться два поезда).
Система ETCS уровень 3 с виртуальными фиксированными блок-участками (без напольных устройств контроля свободности пути)	Напольные светофоры отсутствуют. Нет необходимости в напольных устройствах контроля свободности пути.	Увеличение пропускной способности за счет адаптации длины виртуальных блок-участков в базе данных. Необходимо решение для поездов, не оборудованных системой, а также на случай деградации системы ETCS уровень 3.
Система ETCS уровень 3 с подвижными блок-участками (без напольных устройств контроля свободности пути)	Напольные светофоры отсутствуют. Нет необходимости в напольных устройствах контроля свободности пути.	Достигается максимально возможная пропускная способность существующей инфраструктуры. Необходимо решение для поездов, не оборудованных системой, а также на случай деградации системы ETCS уровень 3.

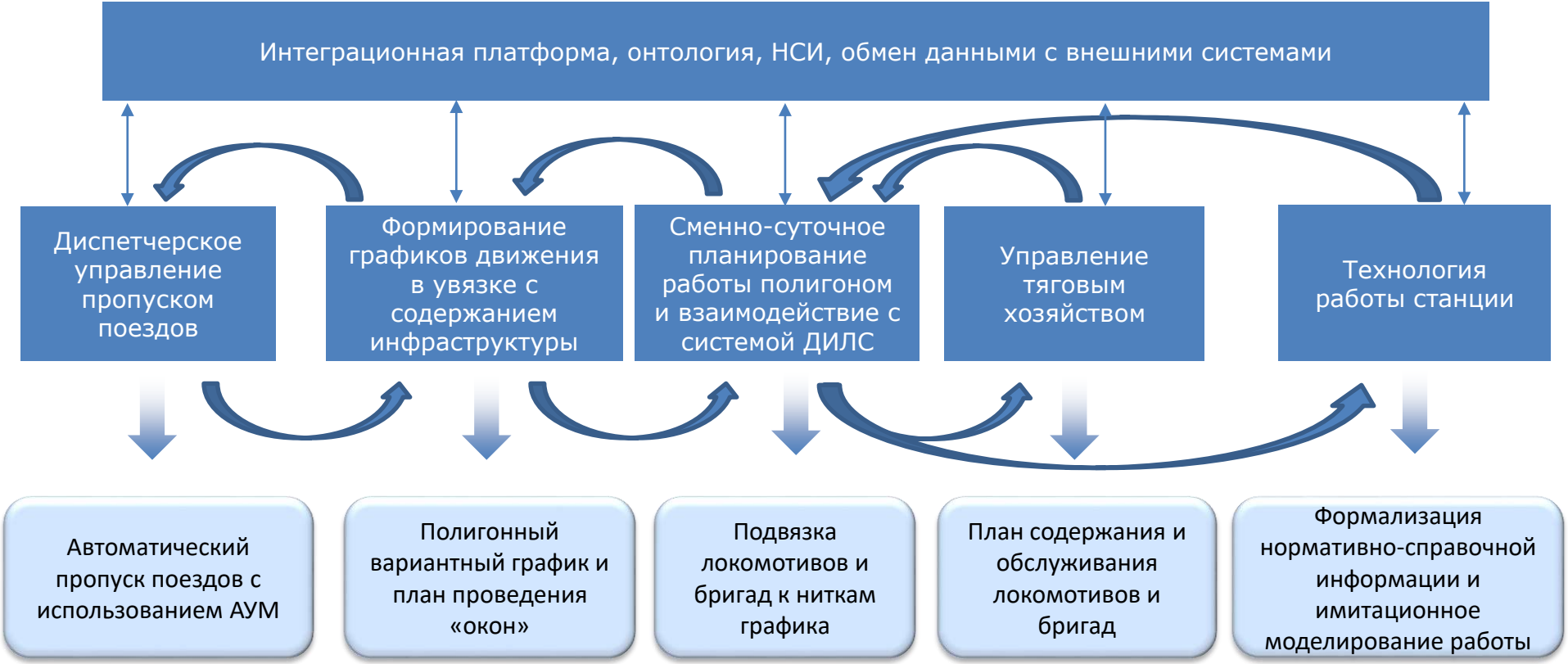
Стратегия цифровой трансформации систем управления

	Технология	Опыт применения в ОАО «РЖД»	Задачи развития	РФ	Другие
	Интеллектуальные технологии управления движением поездов				
1	Моделирование технологии движения поездов и других элементов перевозочного процесса	• 974 математических моделей станций, • моделирование работы МЦК для перехода к 5 и 4 минутному интервалам движения • Моделирование крупных станций Иркутск, Тайшет и т.д.	• Необходимо выполнение данной работы на начальных стадиях проектирования и при внедрении новых технологических решений		
2	Перенос функций управления системы централизации в центр с сокращением линейных устройств	• Система управления на уровне ДЦ, интегрированная (многостанционная) ЭЦ	• Изменение технологии работы систем автоматики • Создание новых центров управления		
3	Создание интеллектуальных центров управления полигонами с автоматическим прогнозированием технологических ситуаций	• Элементы проекта ИСУЖТ • Опыт технологии автоведения	• Увязка систем автоматики, связи и центров для повышения достоверности получаемой информации. • Повышение надежности и безопасности систем управления.		
	Технология высокоточного определения координат объектов				
4	Координатное описание объектов инфраструктуры с высокой точностью	• Высокоточная координационная система • Электронные карты на подвижном составе.	• Единая база электронных карт • Точность позиционирования подвижного состава 0,5 м.		
	Технология построения «умный локомотив» и «умный поезд»				
5	Перенос функций управления на бортовые устройства для реализации технологии «виртуальной сцепки» и управления потоками поездов	• Проводится работа по отдельным элементам технологии на Восточно-Сибирской железной дороге.	• Новые подходы к системам радиосвязи, структуре бортовых и стационарных устройств • Новые технологии интервального регулирования потоков поездов		
6	Переход к беспилотному управлению поездами	• Работа по отдельным элементам технологии на ст. Лужская и МЦК	• Необходима координация с другими отраслями и производителями. • Переход к инновационной структуре бортовых и стационарных систем.		

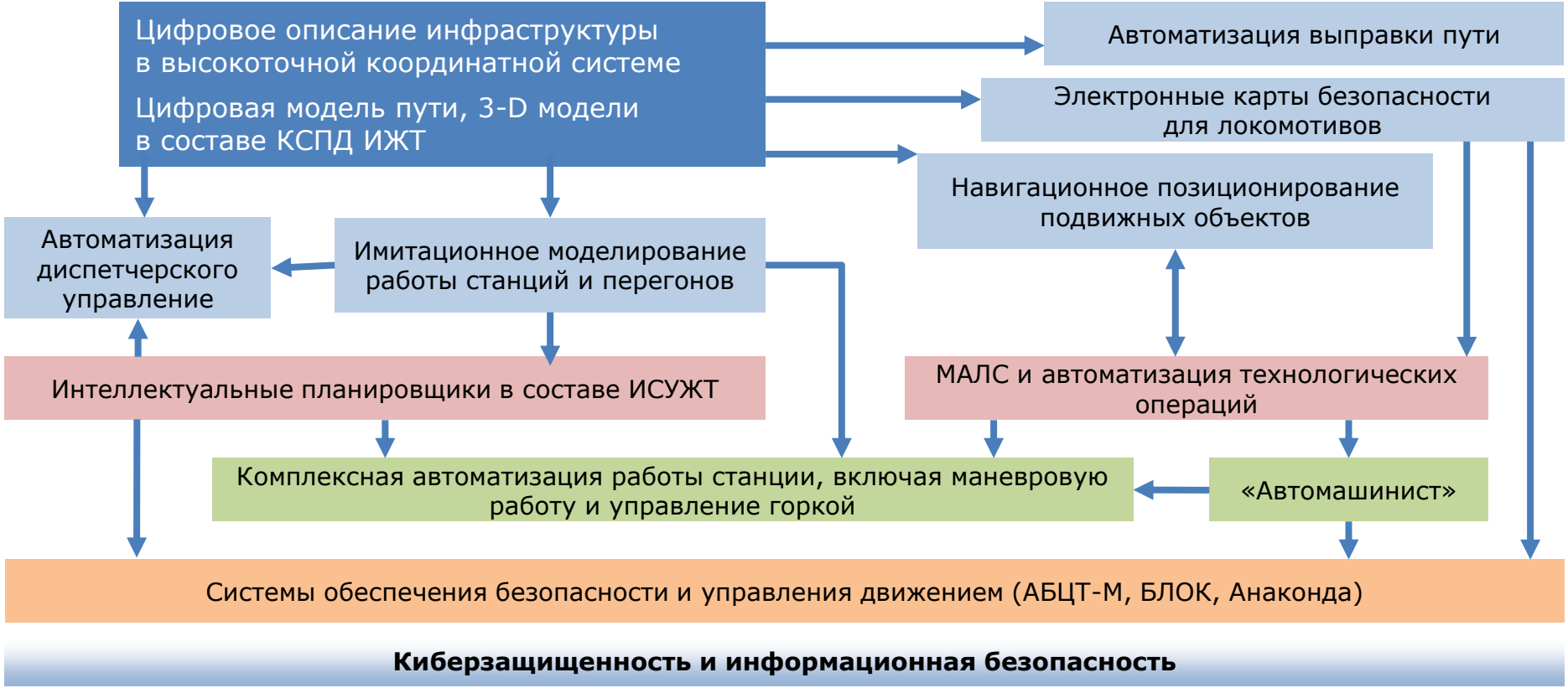
Стратегия цифровой трансформации систем управления

	Технология	Опыт применения в ОАО «РЖД»	Задачи развития	РФ	Другие
	Технология построения интеллектуальных объектов инфраструктуры				
7	Бессветофорная технология для сигнализации на перегонах.	Система интервального регулирования МЦК, Сочи, Обход Украины.	*Расширение значности систем для ВСМ и интенсивных линий.		
8	Замена рельсовых цепей альтернативной технологией непрерывного контроля за поездами.	Контроль местоположения подвижного состава на основе волоконно-акустических методов	*Необходимость повысить достоверность получаемых от датчиков сигналов *совместить задачи сигнализации и диагностики инфраструктуры.		
9	• Автоматизация технологии работы технических и сортировочных станций • Сокращение времени обработки составов	• Автоматизация сортировочных станций • Маневровая сигнализация • Центры диагностики подвижного состава (ст. Лужская, ст.Челябинск-Главный, ст. Батайск, и другие).	*Комплексное применение технологий на реальных объектах, *дальнейшая цифровизация информации о технологических процессах. *Переход к единой структуре программно-аппаратных средств на объектах.		
	Технология управления средствами цифровой радиосвязи				
10	• Отказ от светофоров на станциях с переходом на координатное управление через цифровой радиоканал • Максимальное сокращение кабельных сетей	• Система маневровой сигнализации с цифровой электронной картой • ГЛОНАСС, • цифровая радиосвязь	• Внедрение комплексных решений на объектах РЖД • Доказательство безопасности на опытных объектах		

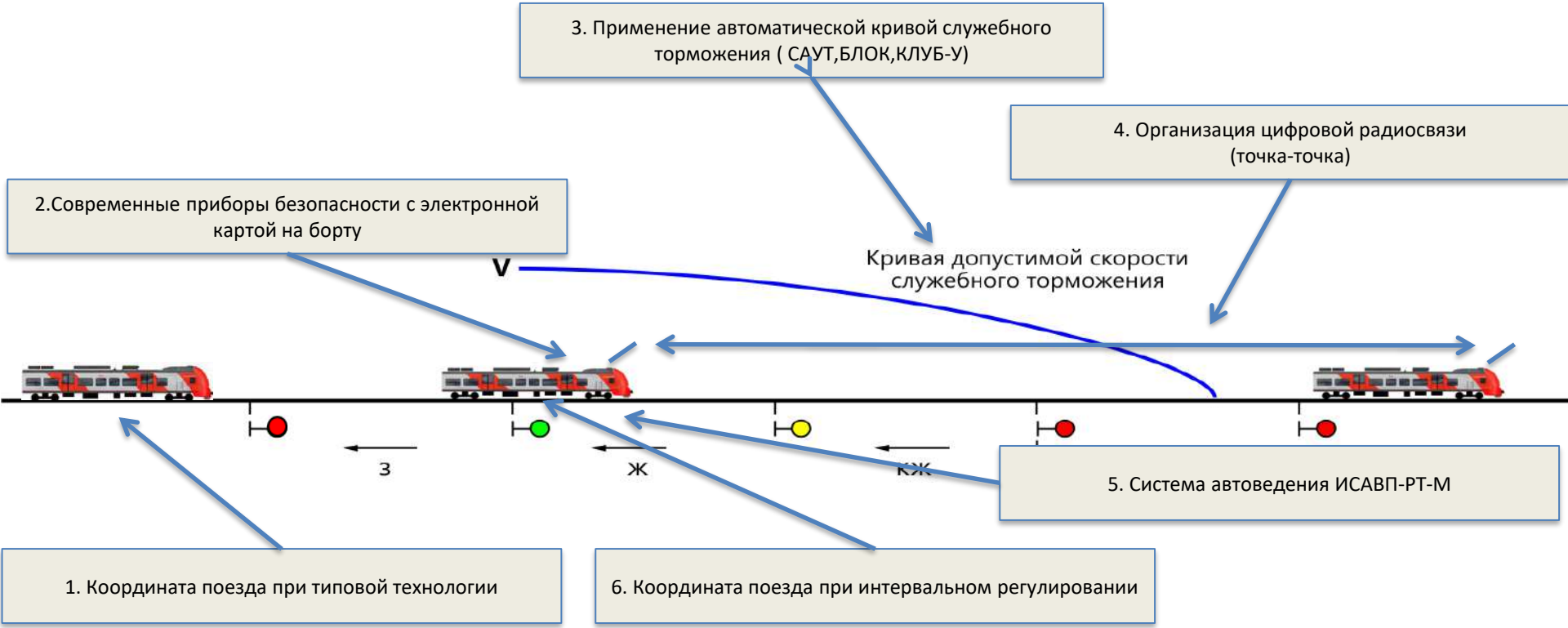
Функциональные задачи, реализующие управление перевозочным процессом на платформе ИСУЖТ



Комплексная автоматизация работы станций требует взаимоувязанного решения большого количества задач в рамках проекта «Цифровая железная дорога»



Технология интервального регулирования



Структура применения различных типов СИРДП и технические требования для их реализации

№ п/п	Тип применения ИРДП	Изменение аппаратуры на перегоне	Изменение путевого развития на станции	Изменение в ЭЦ на станциях	Локомотивное оборудование	Системы радиосвязи	Дополнительное электроснабжение	Обучение персонала	изменения в нормативную документацию	совмещение различных типов СИРДП
1	Использование алгоритмов повышения скорости в тормозной кривой на АБ с фиксированным блок-участком.	Не требуется .	Сокращение длин участков удаления.	Дооборудование датчиками САУТ-Ц.	САУТ (БЛОК).	Не требуется.	Не требуется.	Требуется.	Требуется.	1-2
2	Режим «виртуальной сцепки».совместно с вариантом 1	Не требуется.	Сокращение длины участков удаления; расчет количества путей; повышение скорости по горловине; разгонные пути.	Доработка функции ЭЦ : дифференцированного участка удаления; накопления маршрутов в ЭЦ; кодирование АЛС по всем путям.	БЛОК, КЛУБ-У.	Цифровая радиосвязь точка-точка, (DMR).	Требуется расчет.	Требуется. (локомотивный тренажер)	Требуется.	1-2-3
3	Организация пакетного пропуска поездов совестно с варинтом 2	Не требуется.	Сокращение длины участков удаления; расчет количества путей; повышение скорости по горловине; разгонные пути.	Доработка функции ЭЦ : дифференцированного участка удаления; накопления маршрутов в ЭЦ; кодирование АЛС по всем путям.	БЛОК, КЛУБ-У.	Цифровая радиосвязь (DMR).	Требуется.	Требуется. (локомотивный тренажер)	Требуется.	1-2-3
4	Автоблокировка с подвижным блок-участком.	Новое строительство.	Сокращение длины участков удаления; расчет количества путей; повышение скорости по горловине; разгонные пути	Доработка функции ЭЦ : дифференцированного участка удаления; накопления маршрутов в ЭЦ; кодирование АЛС по всем путям; выделение главных путей станции как части АБ.	БЛОК, КЛУБ-У.	Только для совмещения с технологиями № 1 и № 2	Требуется расчет.	Требуется.	Требуется.	4-1

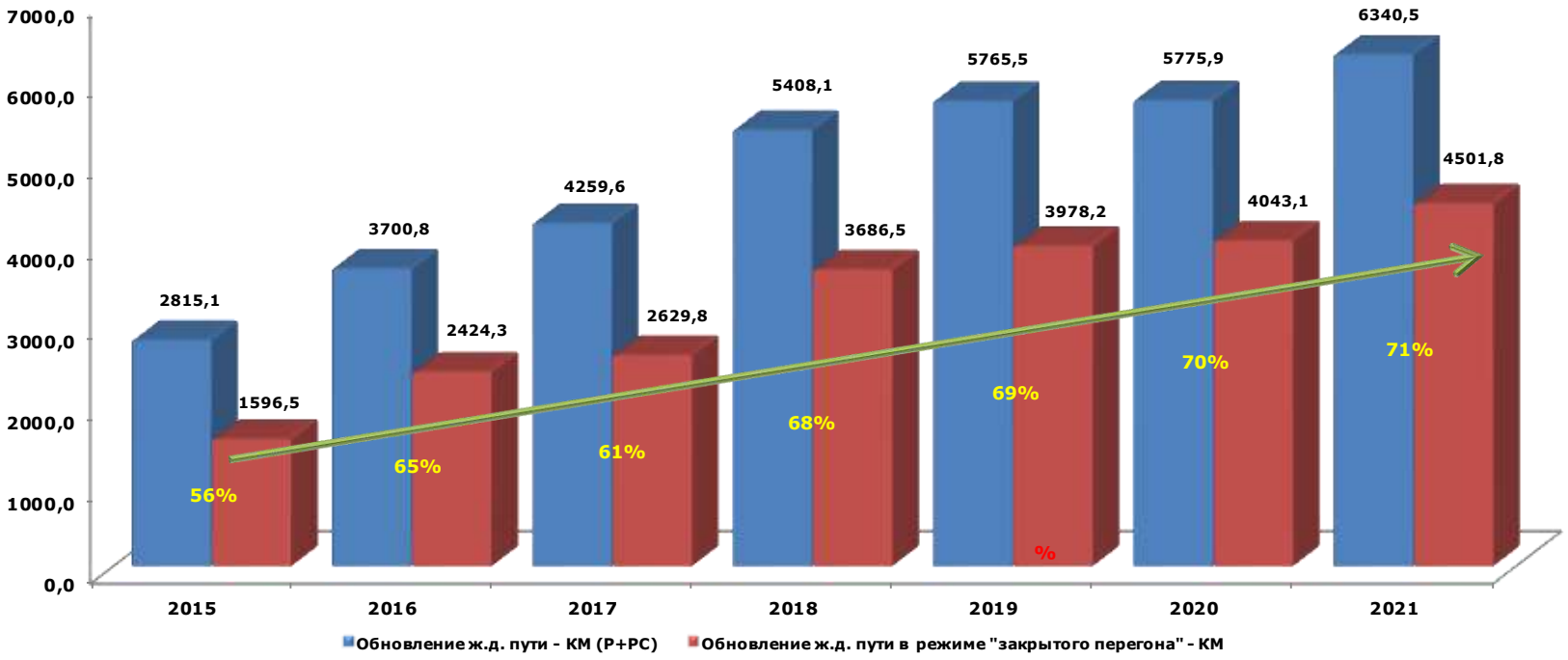
Интервальное регулирование движения поездов на полигоне

Мероприятия	Исполнитель	ЦД	ЦТ	ЦУКС	ЦЭ	ЦДИ (ЦШ)
Комплексное моделирование участков с ограниченной пропускной способностью	АО «ИЭРТ», АО «НИИАС», АО «ВНИИЖТ»	Определение требований	Согласование набора подвижного состава	Исходные данные	Исходные данные	Исходные данные
Развитие станций для согласования потока поездов на перегонах и перерабатывающие способности станции	АО «ИЭРТ», АО «НИИАС»	Определение требований на основе моделирования	Согласование набора подвижного состава	Включение в план работ	Адаптация под дополнительные требования	Адаптация ЭЦ под новое развитие
Развитие станций в части повышения скорости движения в горловинах и боковых путях	АО «ВНИИЖТ», АО «НИИАС», АО «ИЭРТ»	Определение требований на основе моделирования	Согласование набора подвижного состава. Приборы безопасности КЛУБ-У, БЛОК, САУТ-ЦМ.	Включение в план работ, замена элементов инфраструктуры	Согласование дополнительных изменений	Адаптация ЭЦ под новое развитие
Анализ технологии переработки составов на станции и разработка предложений по ее совершенствованию с учетом сокращения межпоездного интервала	АО «НИИАС»	Проведение анализа и выдача требований от ЦД к хозяйствам В, Т, ЦШ, ЦЭ	Контроль работы подвижного состава на станции	Включение в план работ, замена элементов инфраструктуры	Согласование дополнительных изменений	Совершенствование системы контроля работы технических средств на станции
Анализ технологической готовности локомотивов и локомотивных бригад на полигоне с учетом сокращения межпоездного интервала	АО «НИИАС», ПКБ ЦТ	Определение требований к локомотивному хозяйству на основе моделирования	Обеспечение готовности локомотивов и бригад для технологии полигона с сокращенным межпоездным интервалом		Обеспечение реализации дополнительных требований	
Внедрение мероприятий по энергообеспечению на полигоне при сокращении межпоездного интервала	АО «ВНИИЖТ», АО «НИИАС»	Определение требований	Согласование требований и подбор локомотивов с необходимыми техническими средствами	Включение в план внедрения элементов инфраструктуры	Совершенствование систем диагностики	Совершенствование систем диагностики

Предлагаемые АО «ИЭРТ» полигоны для приоритетного внедрения интервального регулирования (автоблокировки с подвижным блок-участком)

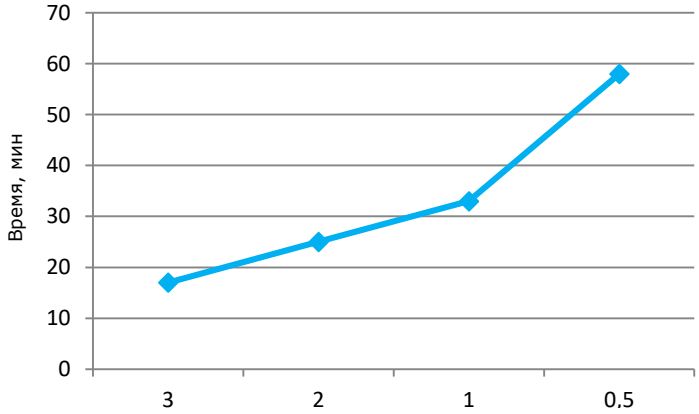
1. Юго-Восточная, Северо-Кавказская железные дороги:
   - Грязи – Лиски – Ростов (преимущественно пассажирское движение)
2. Свердловская железная дорога:
   - Войновка – Екатеринбург, Косулино (лимитирующий участок)
3. Октябрьская железная дорога:
   - Бабаево – Волховстрой – Мга (лимитирующий участок с одним родом тока)
4. Восточно-Сибирская железная дорога:
   - Иркутск – Слюдянка (специфика обращения толкачей)
5. Дальневосточная железная дорога:
   - Известковая – Хабаровск (обращается более 100 пар поездов)
   - Волочаевка II – Комсомольск-сорт. (грузонапряженный однопутный участок)

Обновление железнодорожного пути

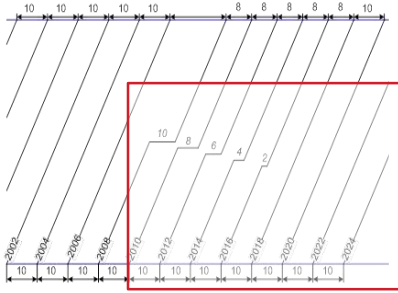


Возможность восстановления графика в зависимости от резервов времени в интервале

Продолжительность восстановления графика электро-поездов с нормативным временем интервала попутного следования 6 мин

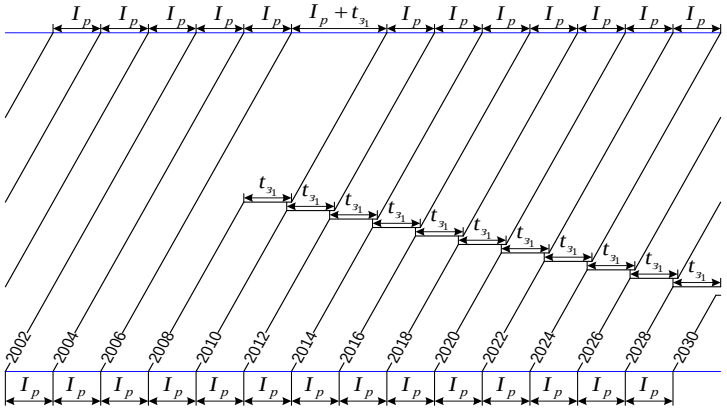


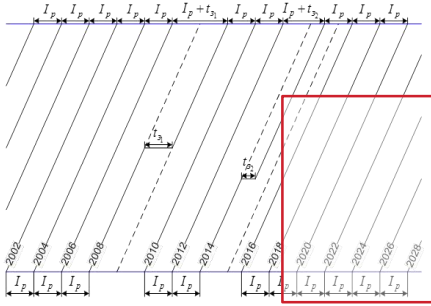
Резерв времени в интервале, мин.



При наличии резерва времени в интервале попутного следования порядка 0,5 интервала восстановление графика происходит в кратчайшие сроки

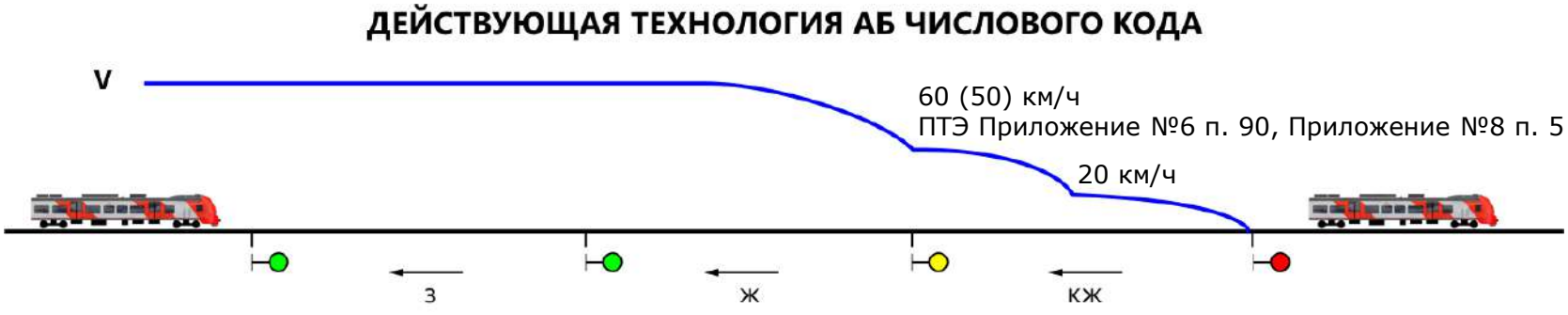
График грузовых поездов при возникновении сбоев в их движении на железнодорожном участке и отсутствии резервов времени хода

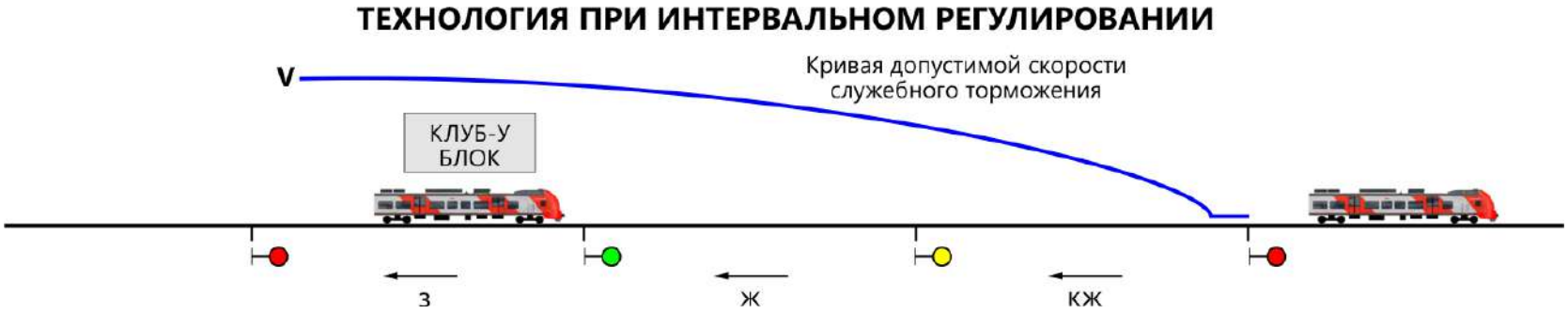




Без резерва времени в интервале график невосстановим, необходим съем поездов

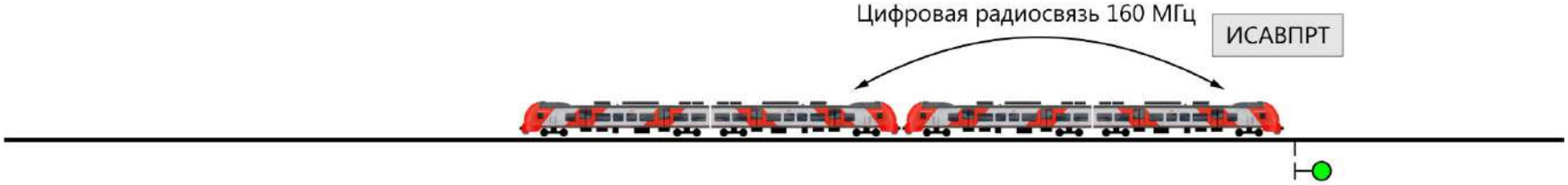
Сравнение технологий



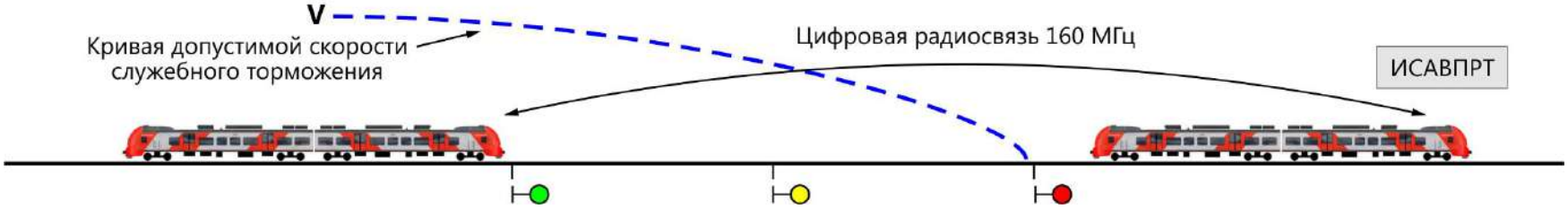


Сравнение технологий

ТИПОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СОЕДИНЕННОГО ПОЕЗДА С АВТОВЕДЕНИЕМ



ТЕХНОЛОГИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ СЦЕПКИ НА ОСНОВЕ АППАРАТУРЫ ИСАВПРТ

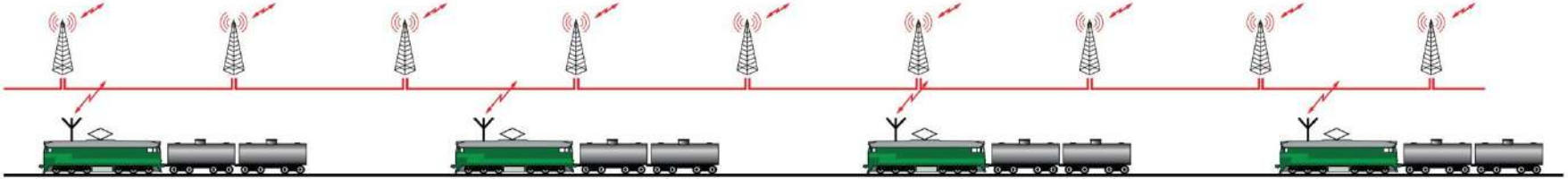


Развитие технологии «виртуальной сцепки»

1.

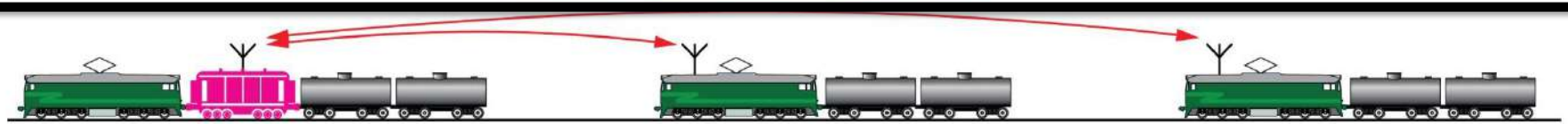
Отработка технологии на Восточно-Сибирской железной дороге с аппаратурой ИСАВП-РТ и КЛУБ-У

2.



Отработка технологии управления потоком поездов с использованием цифровой радиосвязи DMR-RUS и в перспективе LTE

3.

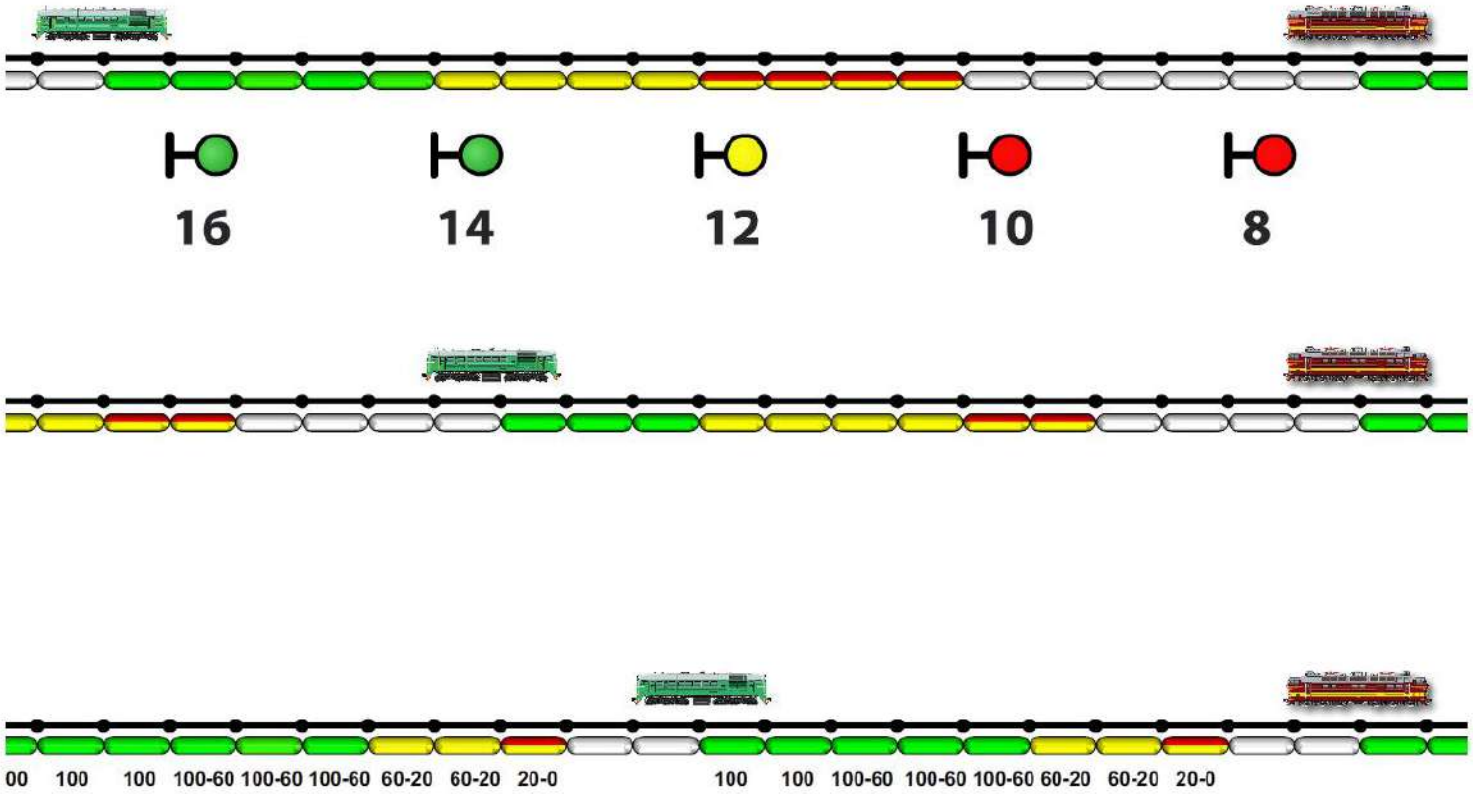


Разработка технологии управления потоком поездов с мобильной станции цифровой радиосвязи
и мобильными энергетическими установками

4.

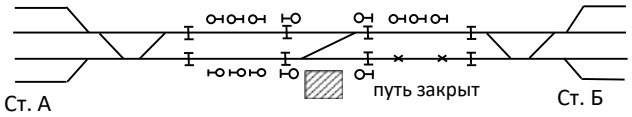
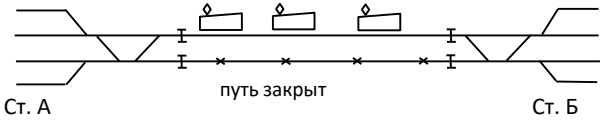
Создание технологии беспилотного управления потоком поездов из головного локомотива и из специального поста
с машинистом-оператором.

Сравнение интервалов попутного следования при различных системах сигнализации



Защищено 8 патентами

Технологические подходы пропуска поездов при капитальном ремонте

Технические средства для пропуска поездов при капитальном ремонте	Преимущества	Недостатки
Традиционные  Установка временного блок - поста на перегоне с укладкой стрелок	Повышение пропускной способности по отношению к однопутному перегону (**до 20%**) при сохранении действующей сигнализации	• Высокие инвестиционные затраты на строительство • Эксплуатационные затраты на содержание • Обслуживание устройств
Инновационные  Организация движения с «подвижными» блок -участками по одному пути в обоих направлениях	Повышение пропускной способности: • на однопутном перегоне – **в 1,5 раза** • при пакетном графике пропуска поездов с учетом сокращения межпоездного интервала попутного следования – **до 2 раз**	• Минимальные инвестиционные затраты, связанные с изменением сигнализации

Технология пропуска поездов по временно однопутному перегону при интервальном регулировании

График пропуска поездов через временно однопутный перегон при сокращении межпоездного интервала

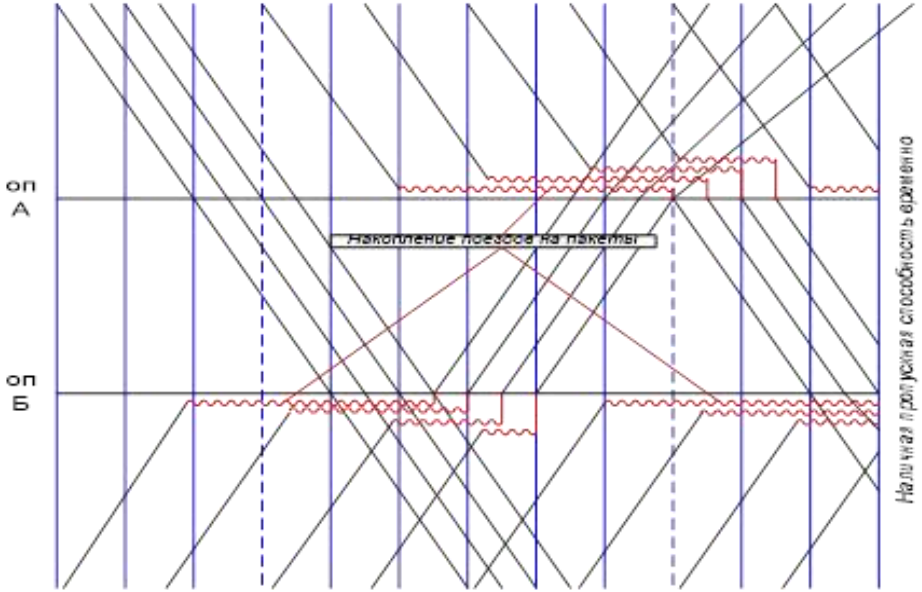
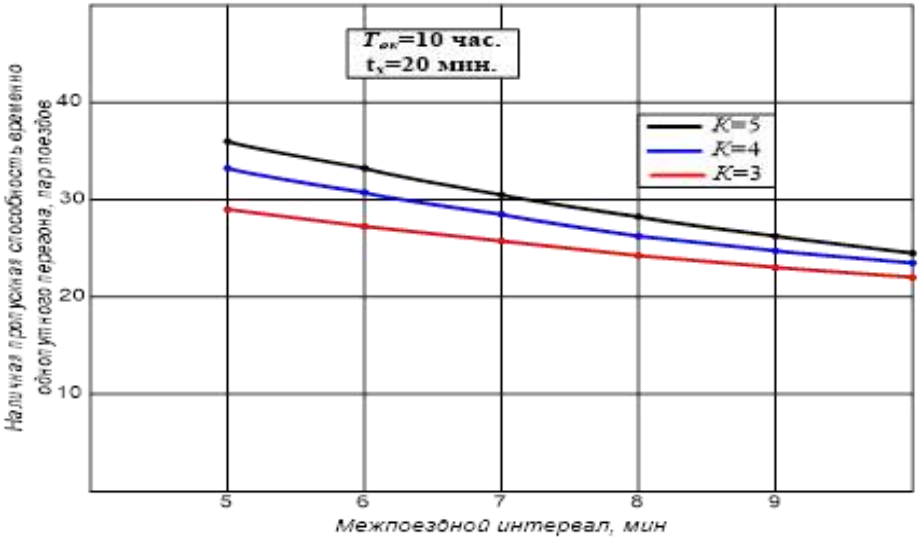
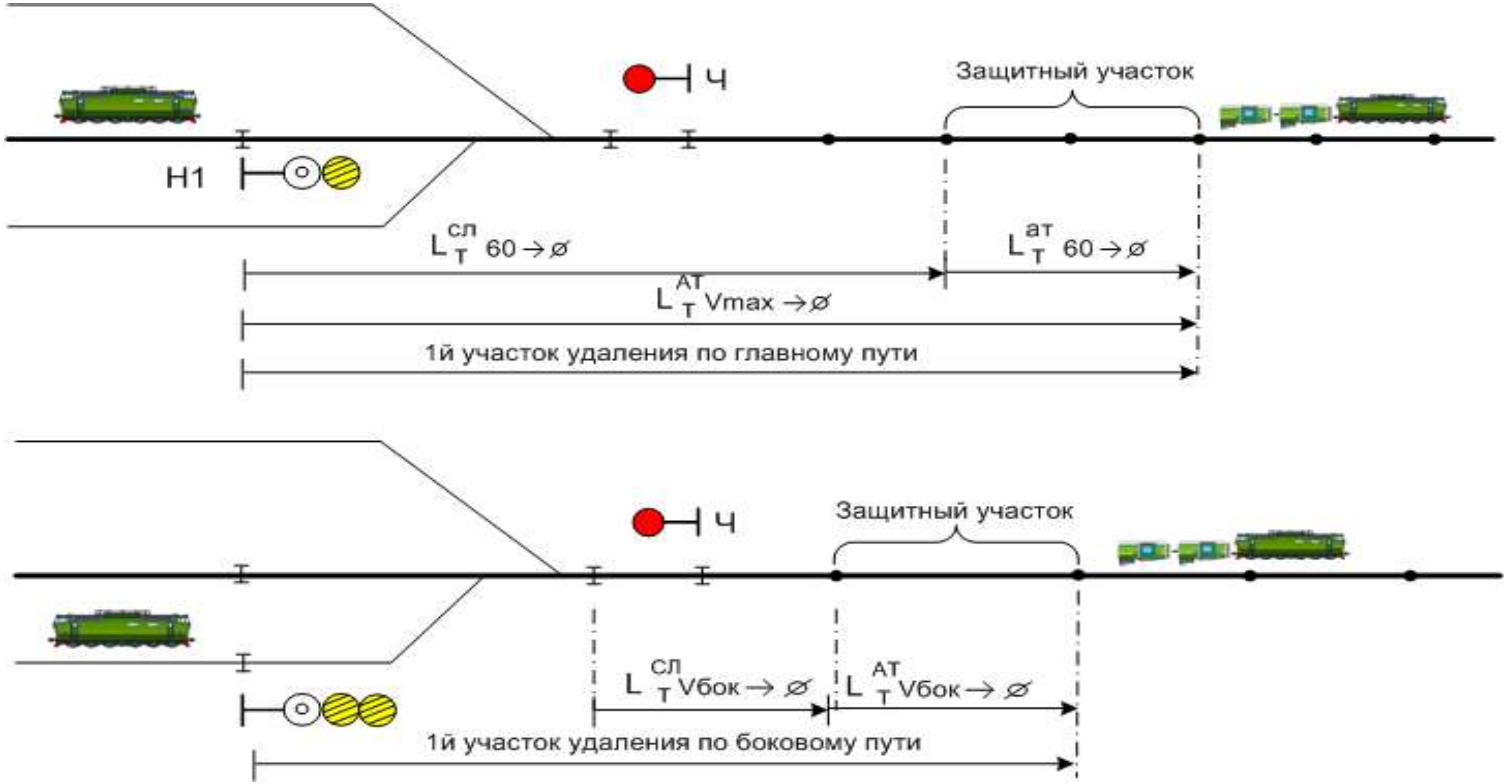


График зависимости наличной пропускной способности однопутного перегона от величины межпоездного интервала и числа поездов в пакете



Уменьшение межпоездного интервала в горловине станции

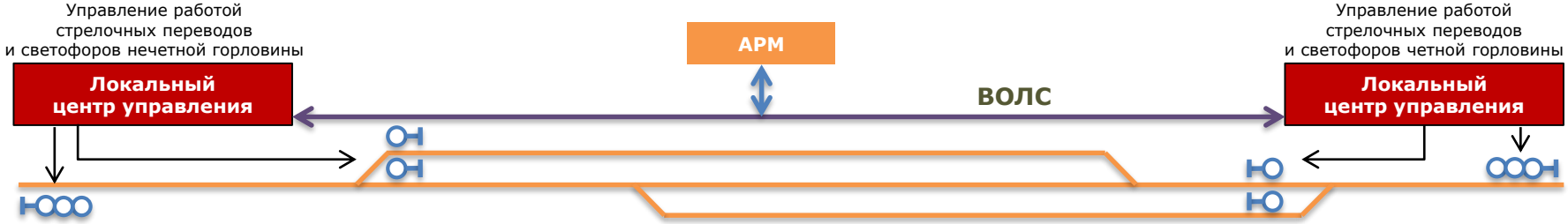
Изменяемые участки удаления для маршрутов отправления поездов с главного и бокового пути



Изменение технологии работы станционных устройств за счет цифровизации

1. Многостанционная комплексная централизация

2. Переход к распределенной системе управления объектами на станции с сокращением кабельных сетей и технических зданий



Требования к проектированию инфраструктурных объектов

1. Автоблокировка с бессветофорной сигнализацией с подвижным блок-участком.

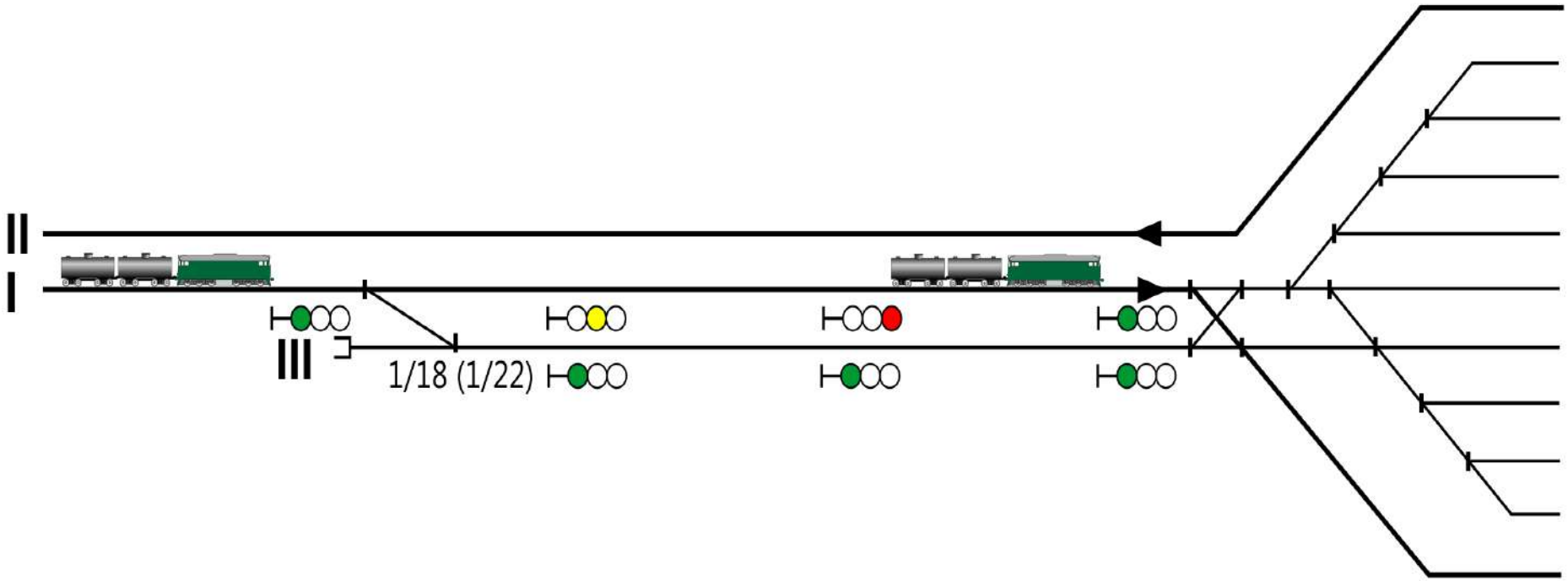
2. Выделение главных путей станций как продолжение системы автоблокировки.

3. Обеспечение резервного канала передачи информации на перегоне на основе развития автоблокировки и возможности проследования запрещающего сигнала без остановки со скоростью не более 20 км/ч.

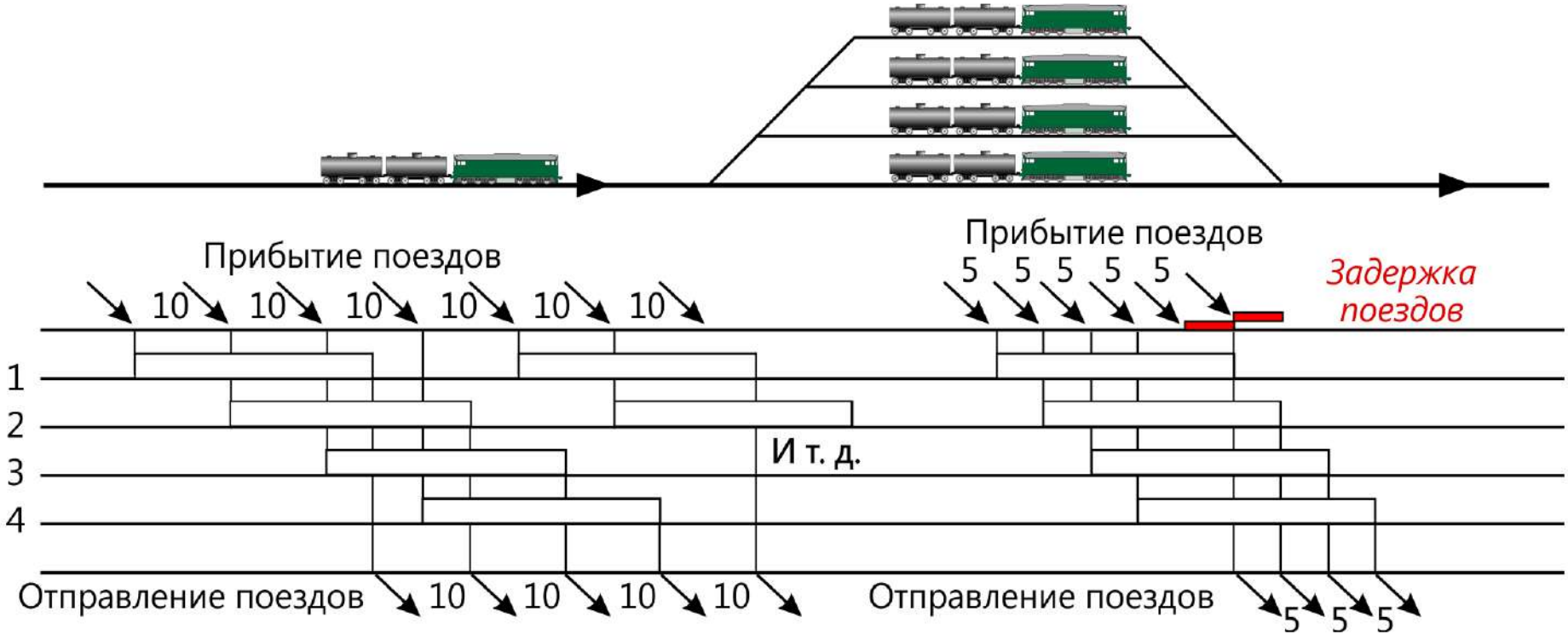
4. Обеспечение возможности кодирования всех путей на станции на основе цифрового радиоканала.

5. Проектирование горловин станций с возможностью повышения скорости движения по боковым путям за счет изменения скорости движения по стрелкам.

Технология интервального регулирования с применением разгонных путей на станции



Технология интервального регулирования при пакетном пропуске поездов



Интегрированный пост автоматизированного приема и диагностики подвижного состава (ППСС)

Лазерные сканеры

Высокоскоростные видеокамеры

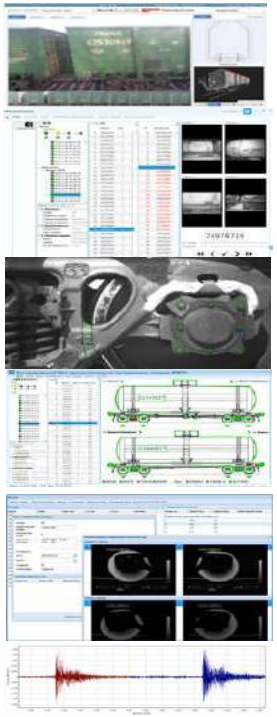
Рельсовые датчики

Тепловизиоры

Акустические микрофоны

Функции

- 3-D Модель поезда – контроль габарита, отрицательной динамики (крен, тангаж, рыскание);
- Контроль «видимых» технических элементов вагона по фото (фрикционный клин, толщина колодки, болтовые, шплинтовые соединения, инвентарные номера вагонов и другое);
- Вес для каждой оси (колеса) и вагона в целом, дефекты поверхности катания колесных пар, виляние тележек;
- Тепловой контроль работы буксы и тормозной системы вагона;
- Акустический контроль работы букс – выявление предотказного состояния.



Результат

- Интегральная оценка технического состояния подвижного состава
- Комплексирование и анализ прямых и косвенных источников данных
- Повышение безопасности движения и достоверности результатов диагностики
- Формализация рекламационной работы с собственниками
- Создание единого программно-аппаратного комплекса
- Прогнозирование технического состояния подвижного состава
- Расширение линейки диагностируемых и контролируемых параметров.

Малолюдные технологии приема и обработки составов на сортировочных станциях

Перспектива развития бортовой системы управления и обеспечения безопасности движения на период до 2030 г.

2018

Создание единой бортовой системы

- Интеграция системы управления и обеспечения безопасности в рамках единой системы
- Формирование единого информационного пространства бортовой системы
- Формирование данных для управляющих воздействий из единого источника
- Организация криптозащищенных сетей передачи информации
- Создание единой базы данных
- Использование векторных карт высокой точности
- Внедрение отечественных САПР для разработки ПО и сокращение до минимума применение импортной элементной базы
- Создание "Цифрового" маневрового тепловоза с учетом "беспилотного" и дистанционного режима работы на сортировочных станциях и крупных железнодорожных узлах

2021

Интеграция с интеллектуальными системами

- Интеграция с системами управления движением, устройствами СЦБ и информационными сервисами ОАО «РЖД»
- Разработка системы интервального регулирования с использованием радиоканала, спутниковой навигации и технологии МАЛС (работа с радиоблокцентром, аналог системы ERTMS уровень 2)
- Создание системы сбора информации о работе бортовых устройств и разработка технологии определения предотказного состояния
- Интеграция функции формирования энергооптимального графика движения

2025

Внедрение безлюдных и малолюдных технологий

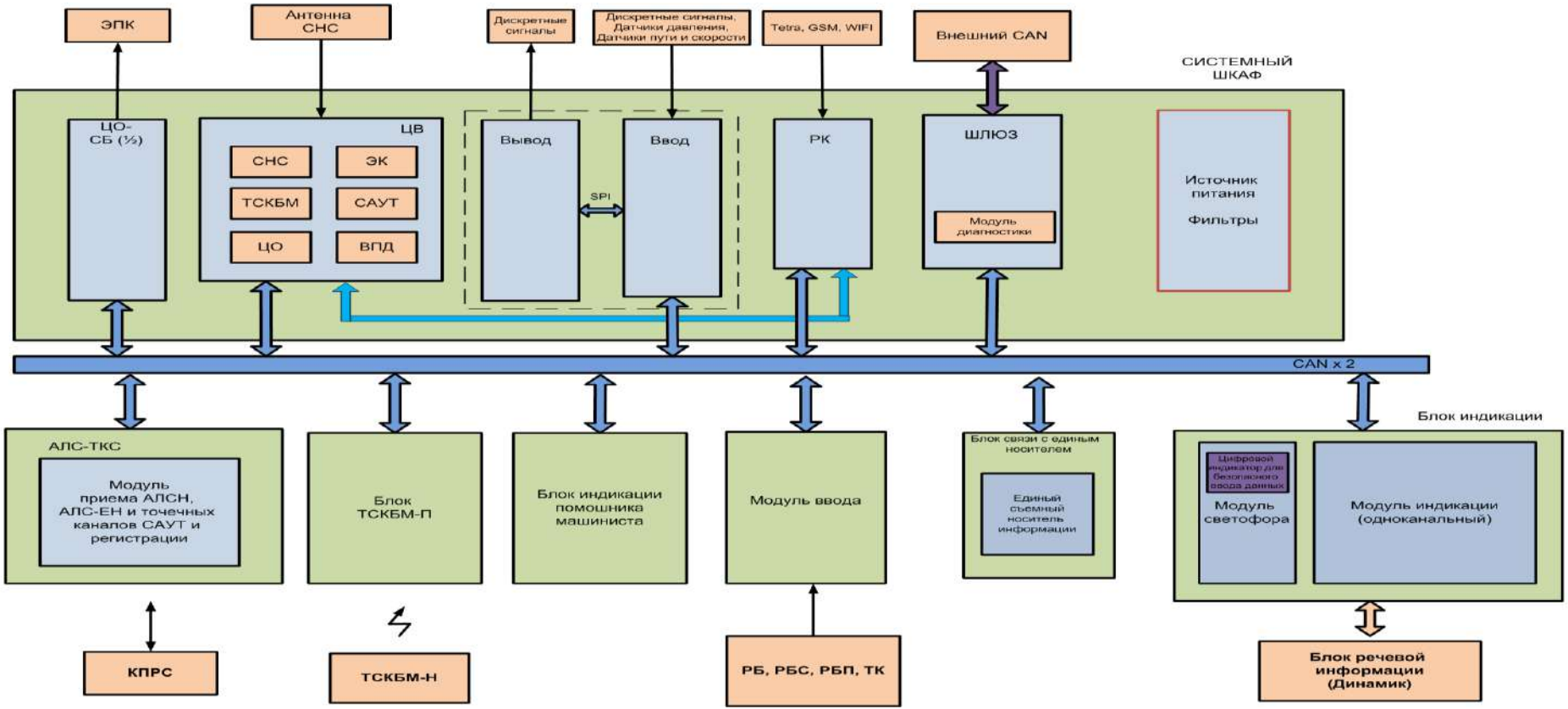
- Передача на борт ответственной юридически значимой информации
- Интеллектуальное дистанционное управление поездом с помощью машиниста-диспетчера из ЦУП
- Аутентификация и идентификация машиниста-оператора помощью биометрических средств
- Адаптация программно-аппаратных средств единой системы управления для гармонизации с европейскими системами управления перевозками и обеспечения безопасности
- Работа в составе СИР, аналог ERTMS уровень 3

2030

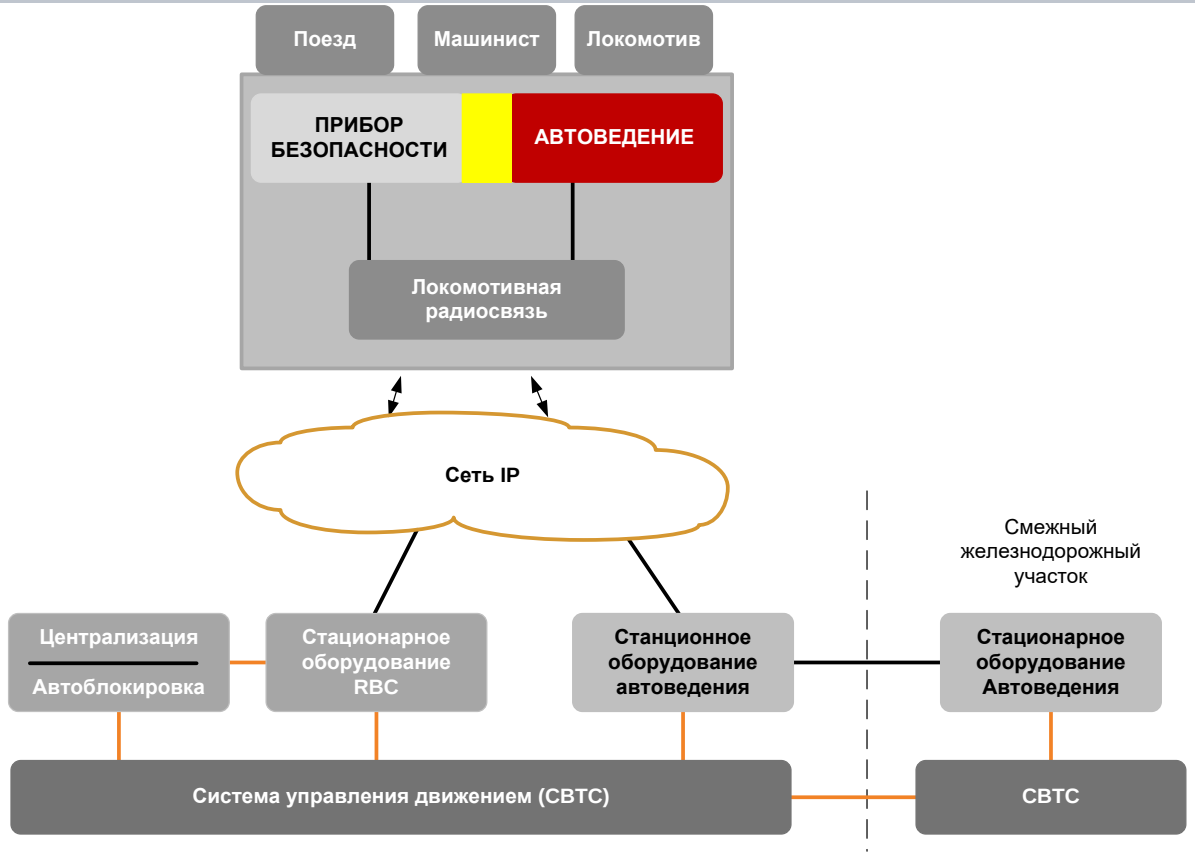
Ввод в эксплуатацию технологии движения без машиниста

- Сертификация единой системы управления и обеспечения безопасности на европейских рынках
- Управление поездом без участия машиниста-оператора
- Автоматизирование планирование и рекомендация проведения ремонтных работ, без участия человека, на основании данных от бортовых средств диагностики с использованием технологии BigData
- Создание единой информационной платформы для работы с сервисами бортовых систем (криптозащищенные облачные технологии)

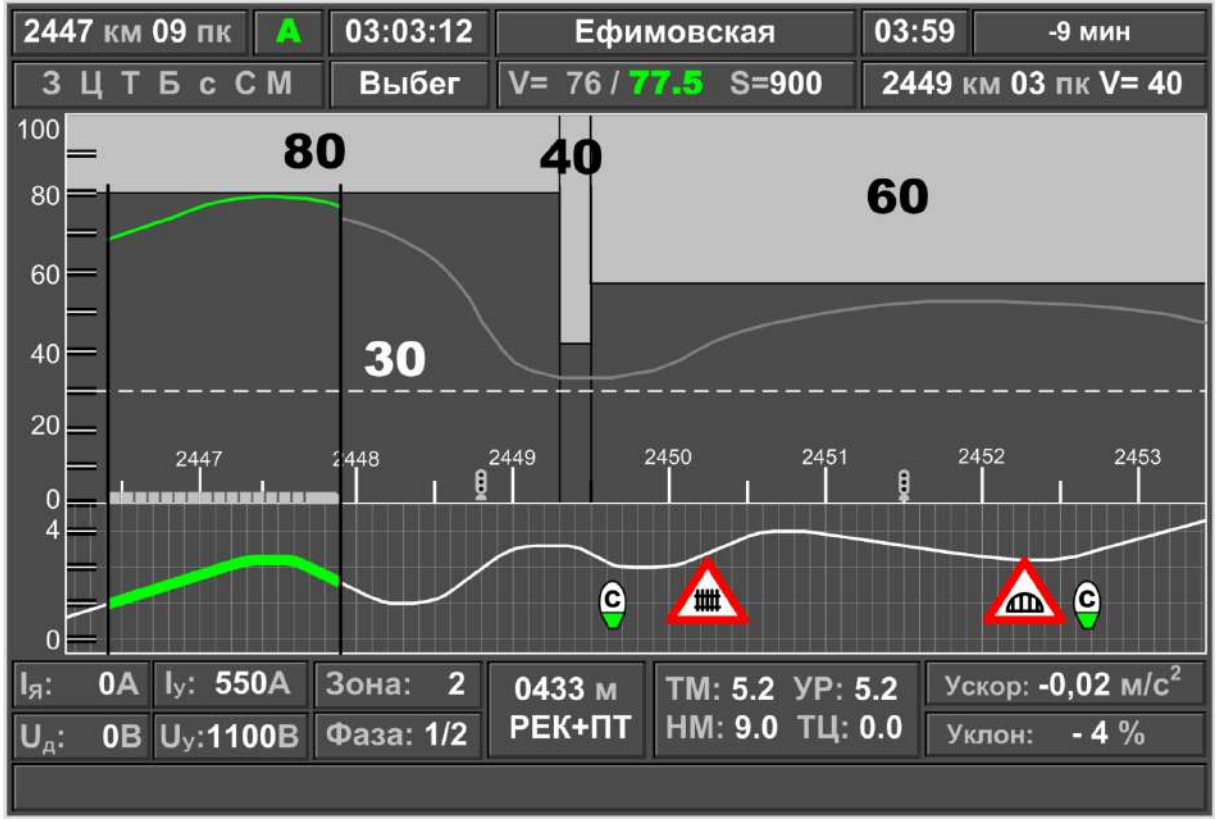
Схема взаимодействия современного бортового комплекса



Автоведение в системе СВТС



Пример отображения информации на блоке индикации на борту электропоезда (Автоведение)



Разработка и модернизация бортовых устройств безопасности

АО «НИИАС» является головной организацией в области локомотивных устройств безопасности

- Разработана конструкторская документация, программное обеспечение, осуществлена постановка на производство 8 типов локомотивных устройств безопасности
- Сопровождение более 18 000 единиц устройств безопасности

Локомотивные устройства безопасности позволяют осуществлять:

- Движение по подвижным блок-участкам;
- Движение по радиоканалу;
- Прием по радиоканалу и реализация временных ограничений
- Прием по радиоканалу изменения расписания и графика движения
- Высокоскоростное движение

ДКСВ-М

Замена релейного дешифратора

КЛУБ-У

Интеллектуальное устройство безопасности

БЛОК (-М)

Единое объединенное устройство безопасности (КЛУБ-У, САУТ, ТСКБ-М)

СОБ-400

Интеграция с автоведением, киберзащита и возможность эксплуатации на скоростях более 400 км/ч

Система управления поездами «Ласточка» на МЦК

- ✓ *Уровень автоматизации, соответствующий требованиям GOA3 стандарта IEC 62290 «Железные дороги. Управление городским транспортом и системы команд/регулирования»*

- ✓ *Управление поездами из ЦУП МЦК*
- ✓ *Один оператор-машинист контролирует до 10 поездов*

Оформлены 2 заявки на патент

- ✓ *Автоматическое управление поездом при движении*
- ✓ *Автоматическая остановка поезда*
- ✓ *Действия при внештатных ситуациях - проводник*

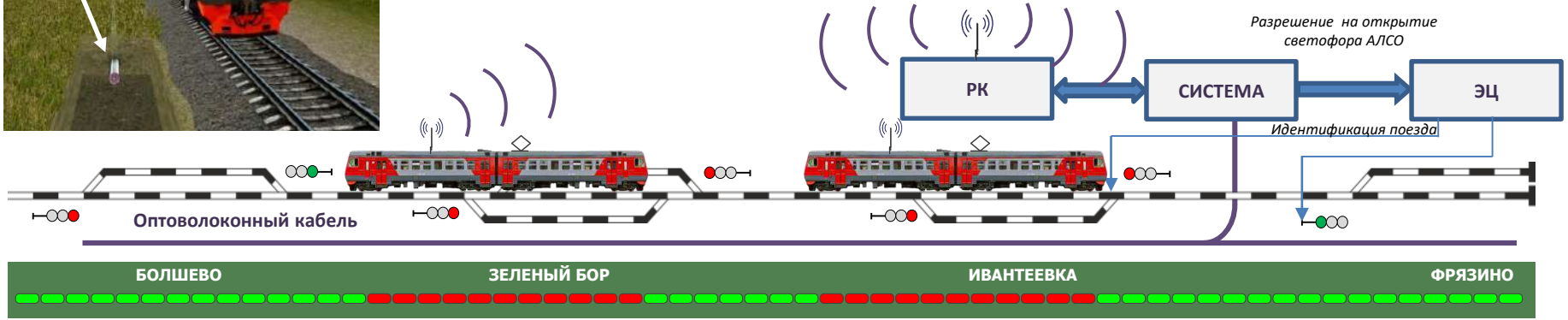
Источник снижения расходов (по результатам расчетов ДОСС)

- **1 этап** – сокращение **30** помощников машинистов
- **2 этап** – сокращение **79** помощников машинистов и **144** машинистов

Система интервального регулирования движения поездов на основе дистанционного виброакустического зондирования железнодорожного полотна

- **Малообслуживаемая система интервального регулирования движения поездов без применения напольного оборудования**
- **Контроль подвижных объектов на участке до 40 км с точностью позиционирования до 5 м**
- **Увеличение пропускной способности однопутных линий, оборудованных полуавтоматической блокировкой**

Защищено 3 патентами



Тиражирование

2017 год

Балтийск – Шиповка (Калининградская железная дорога)

- **Снижение капитальных затрат на 5%**
- **Уменьшение стоимости жизненного цикла на 10%**

Перспектива

Северный широтный ход

- **Снижение капитальных затрат – в 3 раза**
- **Уменьшение стоимости жизненного цикла на 20%**

Малодеятельные линии

- **Уменьшение стоимости жизненного цикла на 30%**

Мероприятия по хозяйству движения

1. Выделение мест с ограничением пропускной способности с учетом перспективного роста грузопотока.
2. Организация работ по моделированию технологических задач увязки интервального регулирования и работы станций с учетом минимизации межпоездного интервала и согласование с объемом местной работы.
3. Разработка предложений по изменению структуры станций для обеспечения сквозного пропуска потока поездов с минимизацией межпоездного интервала.
4. Разработка вариантных графиков для повышения пропускной способности участков при выполнении увеличения грузопотока.
5. Разработка вариантных графиков для повышения пропускной способности участков при организации ремонта с закрытием перегонов.
6. Разработка технологического процесса с изменением технологии работы станций формирования, приема и обработки пакетов, а также безостановочного пропуска на промежуточных станциях.
7. Расчет плана формирования и количества тягового подвижного состава с учетом интервального регулирования.

Мероприятия по локомотивному хозяйству

1. Оснащение локомотивов для выделенных участков устройствами КЛУБ-У, БЛОК выпуска не ранее 2007 года, оборудование техническими средствами цифровой радиосвязи на выделенных полигонах.
2. Разработка программы и методики подготовки локомотивных приборов безопасности к проведению опытных поездок, регламента проведения испытаний и режимов ведения поездов, а также формы представления результатов испытаний.
3. Анализ и проверка электронных карт при организации экспериментов, отработка использования ЕГИС и ГИС ОАО «РЖД».
4. Корректировка кривых скорости в новых режимах. Разработка рекомендаций по внесению соответствующих изменений в проектную документацию и программное обеспечение бортовых приборов безопасно
5. Анализ ограничений межпоездных интервалов для опытных полигонов по условиям тягового энергоснабжения и выработка мероприятий.
6. Согласование по результатам испытаний режимов ведения поезда с режимами работы системы автоведения. Корректировка установленным порядком программного обеспечения системы автоведения.

Разработка новых технических и технологических решений по интервальному регулированию

1. Разработка предложений по изменению технологии ЭЦ станций (предварительное задание и использование маршрутов) с разработкой соответствующих технических решений и корректировкой нормативной документации.
2. Организация интервального регулирования движения поездов в горловине станции с изменением длины участка удаления по координате и скорости поезда.
3. Разработка гибридной радиоканальной системы управления движением поездов (с координатным и интервальным регулированием) – в рамках КНП-5.
4. Разработка технологии передачи данных по цифровому радиоканалу с несущей частотой в диапазоне 2 МГц для реализации технологии интервального регулирования.
5. Разработка технических решений по повышению энергообеспечения участков с минимизацией межпоездного интервала, включая моделирование и проведение испытаний (совместная работа АО «ВНИИЖТ» и АО «НИИАС»).
6. Разработка технологии организации движения в горловинах станций для сокращения межпоездных интервалов. Разработка предложений для изменения структуры конкретных объектов инфраструктуры.
7. Расширение функциональных возможностей технологии управления движением поездов путем передачи ответственной информации по радиоканалу на основе цифровой радиосвязи DMR-RUS.

Инновационные программно-аппаратные решения и технологии, необходимые для перехода управлению 4.0

Системы автоблокировки и управления станциями

- Система автоблокировки АБЦТ - МШ
- Система виброакустического контроля «Анаконда»
- Комплексная автоматизация сортировочной горки КСАУ СП
- Радиоблокцентр (RBC) для задач интервального регулирования

Бортовые системы безопасности и управления

- Интеграция функций безопасности, управления и диагностики
- Системы технического зрения в составе комплекса «Автомашинисте»
- Высокоточная спутниковая навигация
- Автоматизация формирования и загрузки электронных карт и дешифровки поездок

Системы контроля и мониторинга состояния инфраструктуры

- Цифровая модель пути (ЦМП) в составе КСПД ИЖТ
- Мобильные средства диагностики с привязкой данных в ВКС к ЦМП
- Автоматизированное содержание пути в проектном положении (КСПД)
- Использование беспилотных ЛА и дистанционного зондирования Земли

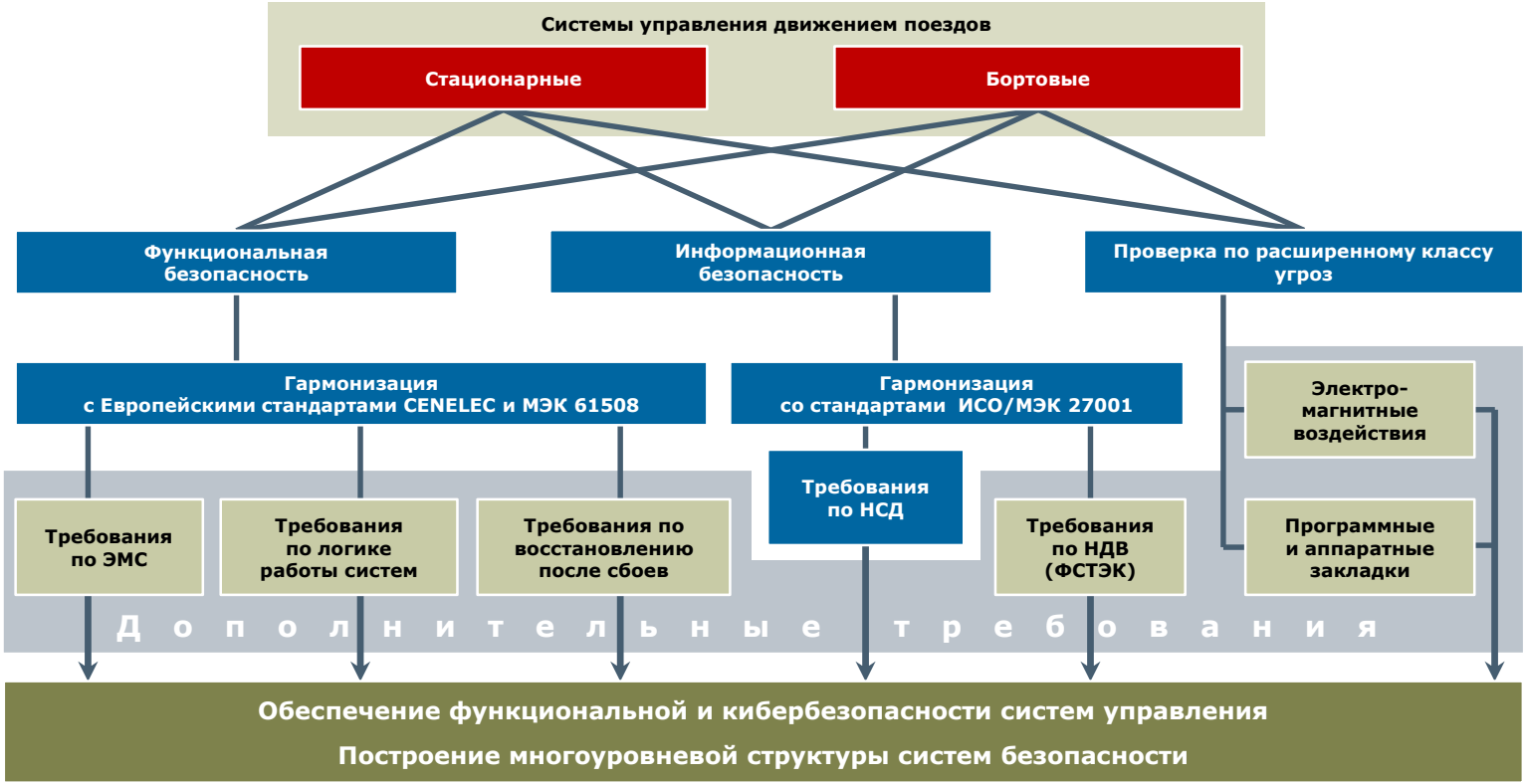
Автоматизированные системы контроля подвижного состава

- Комплексный пост контроля состояния подвижного состава (ППСС)
- Самодиагностика технического состояния локомотива
- Самодиагностика технического состояния вагонов с оперативной передачей данных на локомотив
- Контроль целостности состава с передачей на борт локомотива

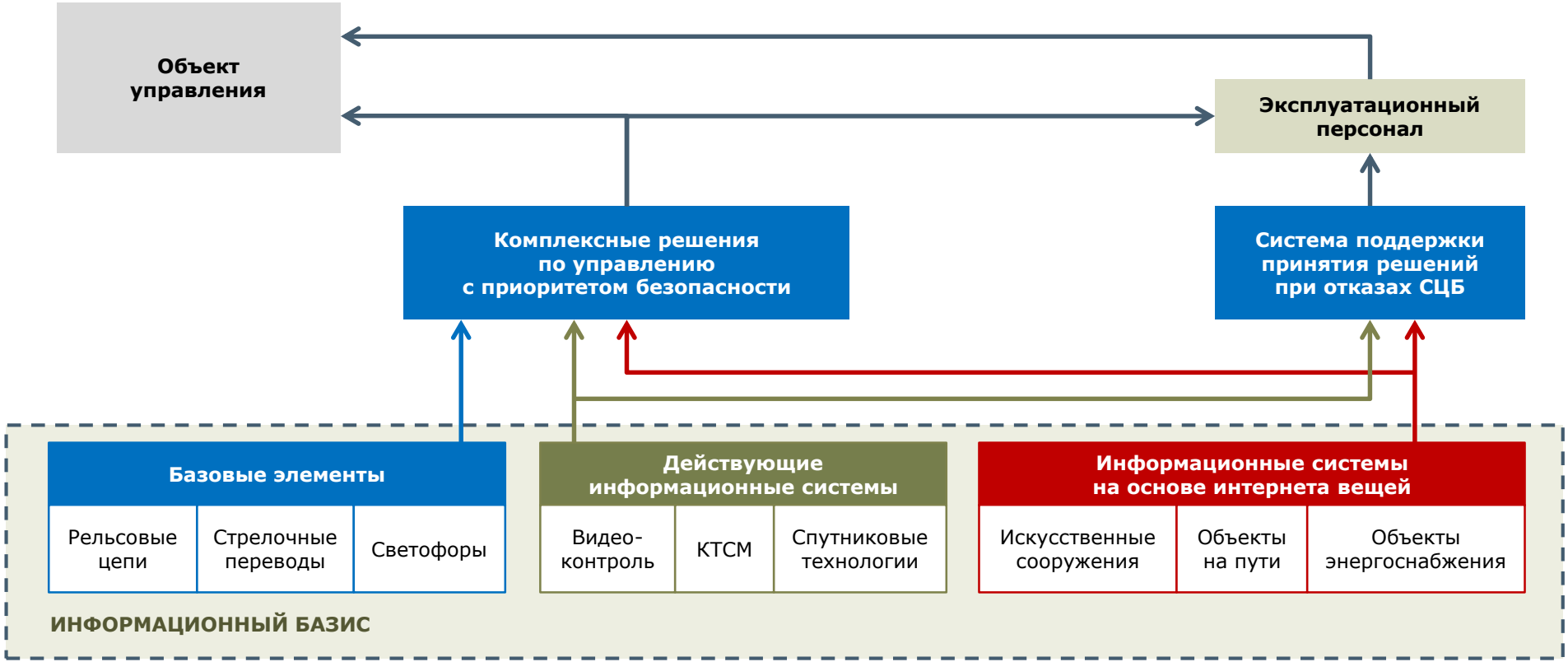
Программно-управляющие комплексы

- Диспетчерские центры управления ДЦУП, ЦУП
- Интеллектуальная система планирования и управления участками, полигонами и сетью ИСУЖТ
- Автоматическая установка маршрутов и передача команд и графика на борт локомотива

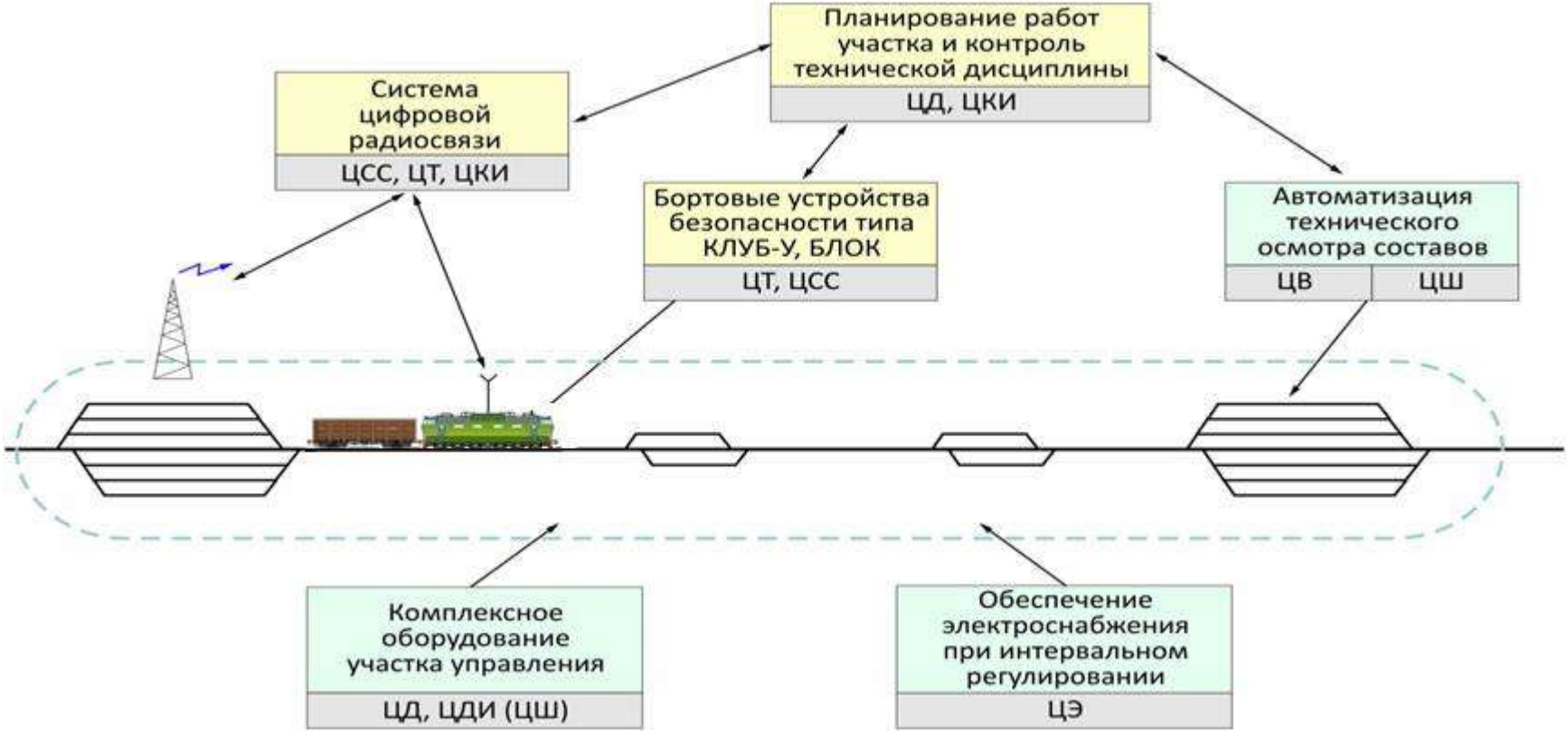
Требования российских и международных стандартов к системам управления и обеспечения безопасности



Повышение функциональных возможностей и безопасности интервального регулирования на основе использования дополнительных источников информации с переходом к технологии блок-чейн



Реализация комплексного инфраструктурного проекта полигона



Эффективность интегрированного комплекса бортовых и стационарных устройств на основе цифровизации

- Цифровые модели пути
- Цифровые системы связи
- Центры управления для полигонов
- Бортовые вычислительные комплексы

Этап I

- Проектирование и ремонт объектов инфраструктуры с высокой точностью
- Централизация управления движением на больших полигонах с передачей приказов на поезда
- Моделирование пропускной способности и планирование движения поездов с учетом минимизации затрат
- Повышение надежности и безопасности систем управления
- Оперативный мониторинг средств инфраструктуры с подвижного состава

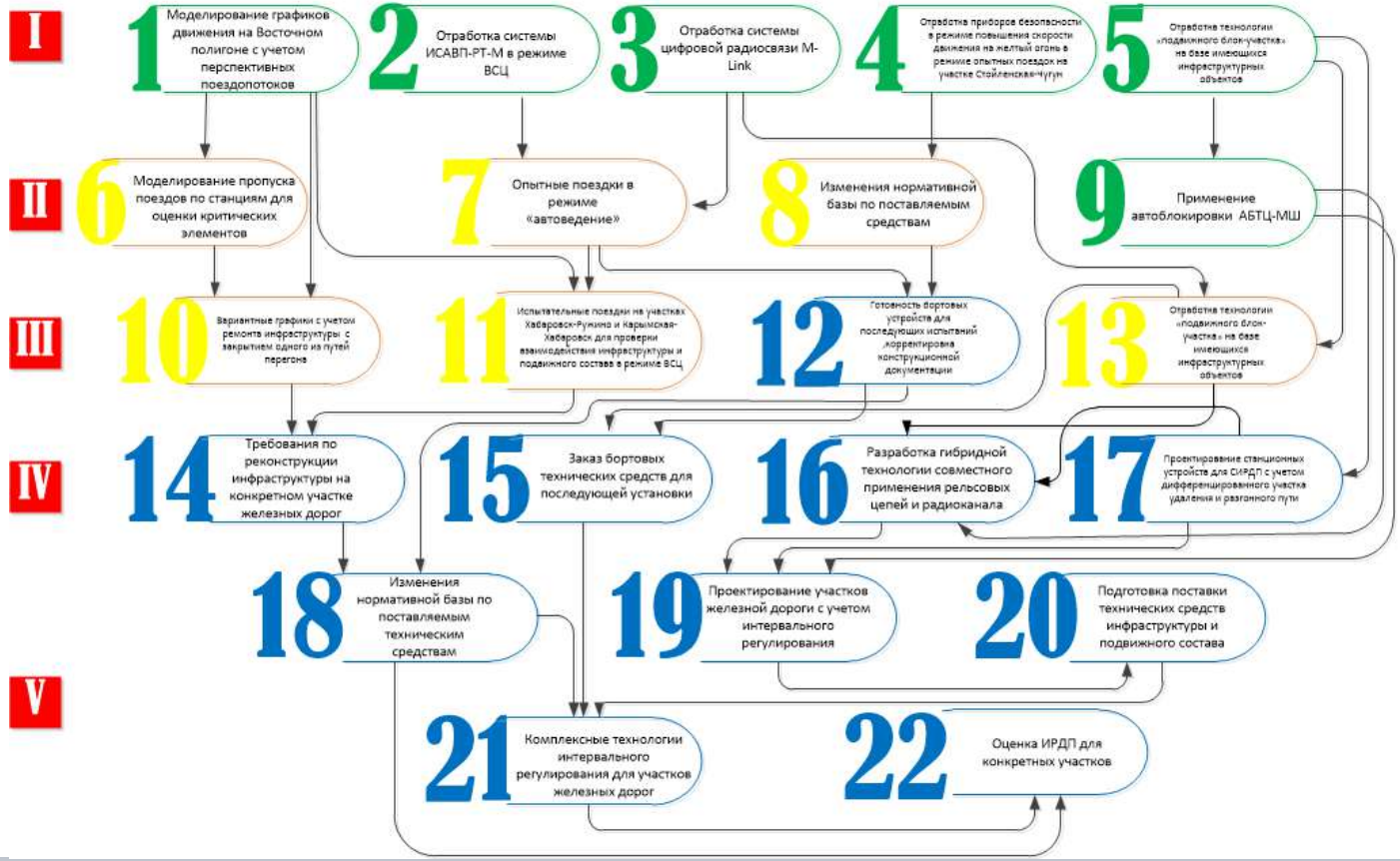
Этап II

- Автоматизация создания электронных карт и ремонта пути
- Сокращение затрат и обеспечение оперативного обмена информацией
- Организация движения по расписанию с учетом энергоэффективности
- Переход к вождению поездов в одно лицо
- Сокращение трудозатрат при мониторинге инфраструктуры

Этап III

- **Полная автоматизация мониторинга инфраструктуры, планирования и контроля качества ремонтных работ**
- **Сокращение затрат на строительство объектов инфраструктуры в хозяйстве сигнализации**
- **Полная автоматизация мониторинга состояния подвижного состава**
- **Переход к управлению потоком поездов на полигонах с учетом энергоэффективности**
- **Управление отдельными видами подвижного состава без машиниста**

Технология интервального регулирования



Спасибо за внимание