

II Всероссийская школа молодых учёных
**«СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ
ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ»**

■ **О РАЗВИТИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО СООБЩЕНИЯ В АРКТИКЕ**

Розенберг Игорь Наумович

Научный руководитель АО «НИИАС»,
член-корреспондент РАН,
д.т.н., профессор

Московская область,
6 июня 2022 г.





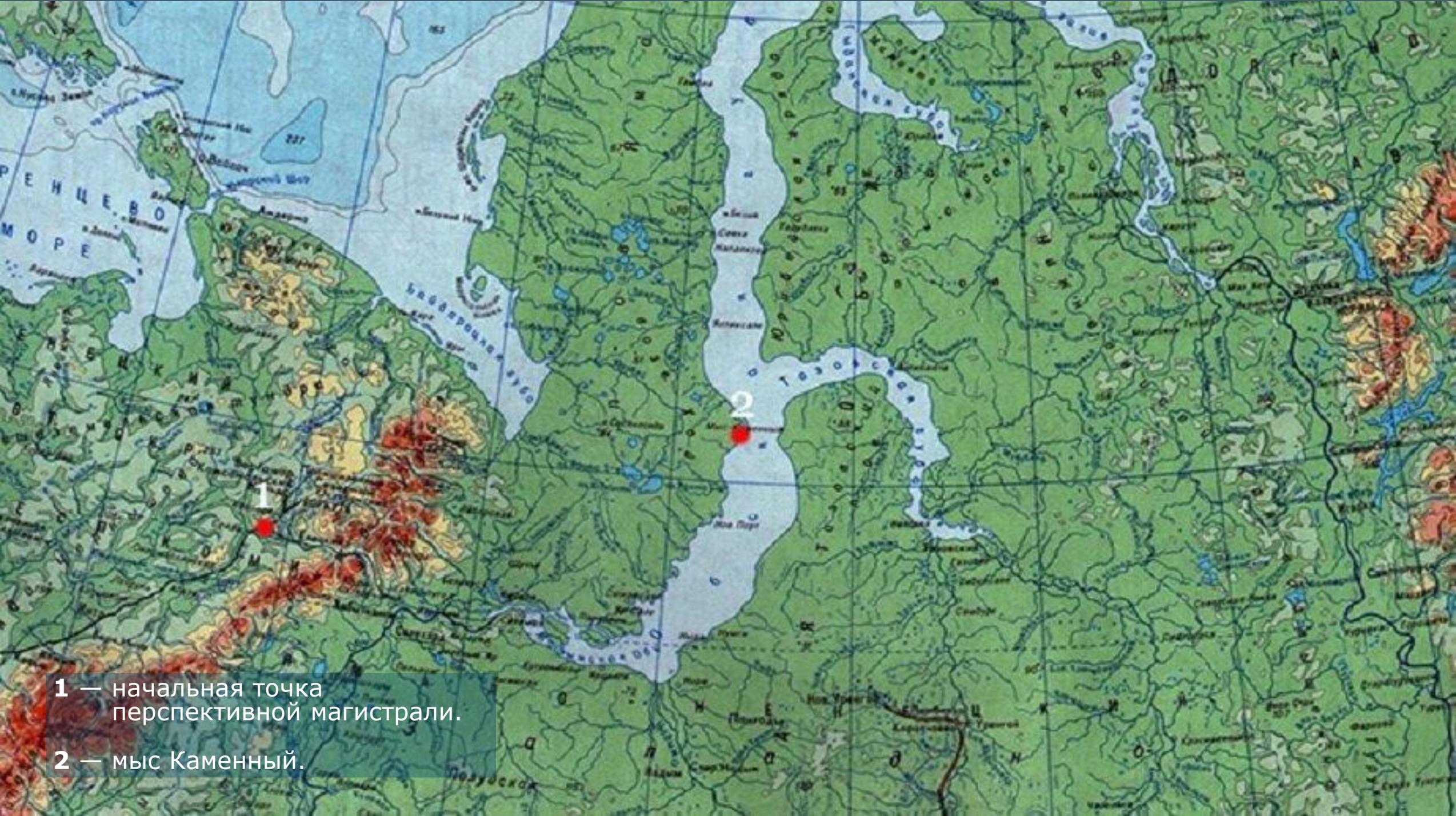
Морские порты



Северный морской путь



**Немецкий тяжёлый крейсер
«Адмирал Шеер»**



1 — начальная точка
перспективной магистрали.

2 — мыс Каменный.

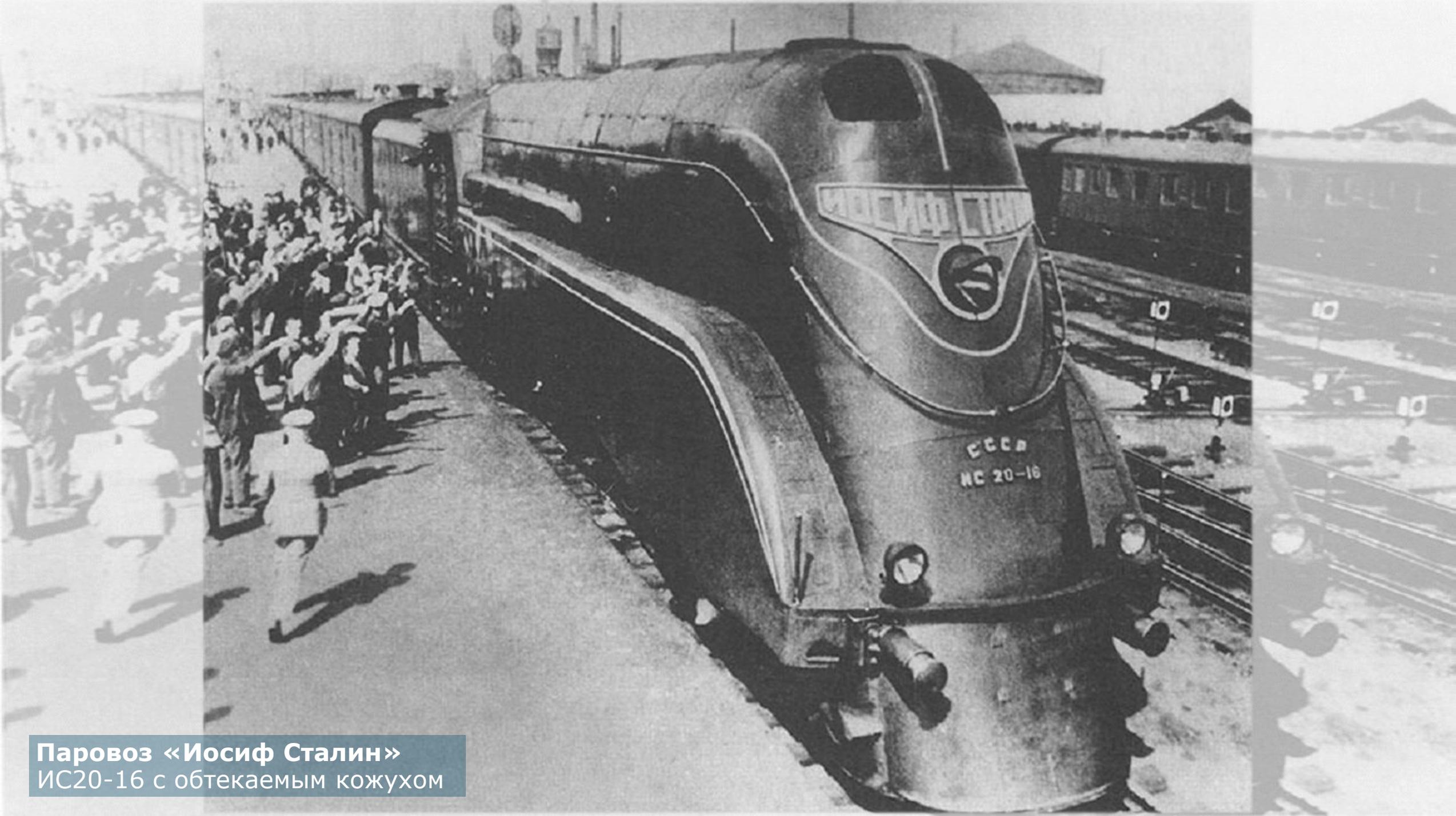
Сталинская Железная Дорога
 (Трансполярная магистраль – Мертвая Дорога)
 Строительные проекты 501 - 503 (Чум - Игарка, 1459 км)
 1947 - 1953



- 501, построенный и заброшенный в 1953 г
- 501, построенный и работающий
- 502, только планирование
- 503, построенный и заброшенный в 1953 г
- - - 503, только планирование
- Другие маршруты в действии
(нет трафика в Ямбург с 2015 года)

- бывшее главное депо
- Бывшее депо
- бывшая железнодорожная станция
- сегодняшнее место / город
- (...) сегодняшнее название





Паровоз «Иосиф Сталин»
ИС20-16 с обтекаемым кожухом



г. Игарка в начале 1950-х

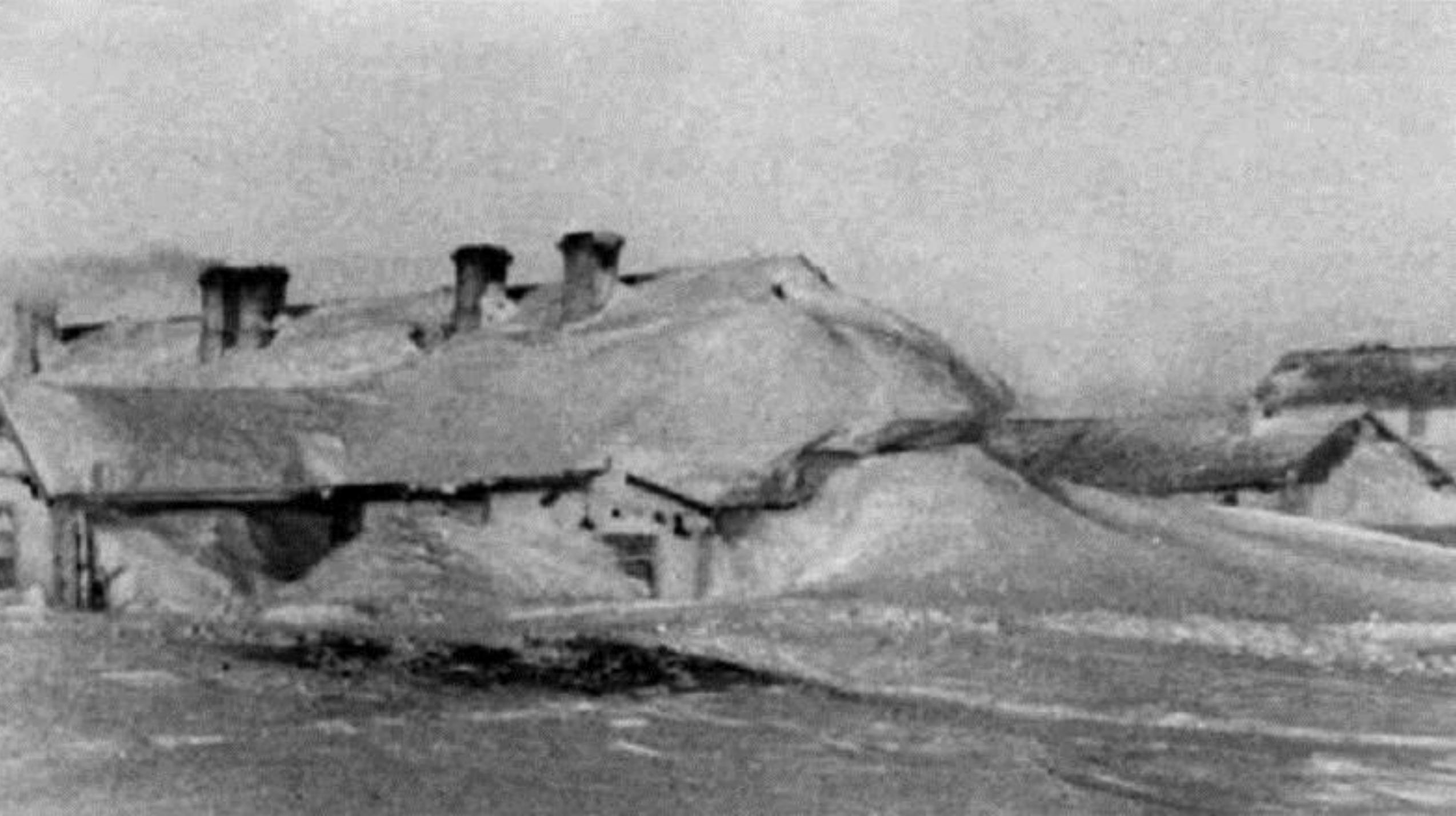


















Поселок Ермаково
Штаб стройки № 503



























Чум – Лабытнанги, наши дни
Протяженность – 195 км





Обская — Бованенково — Карская
Протяженность — 572 км, ПАО «Газпром»



Обская — Бованенково — Карская
Протяженность — 572 км, ПАО «Газпром»



Обская — Бованенково — Карская
Протяженность – 572 км, ПАО «Газпром»



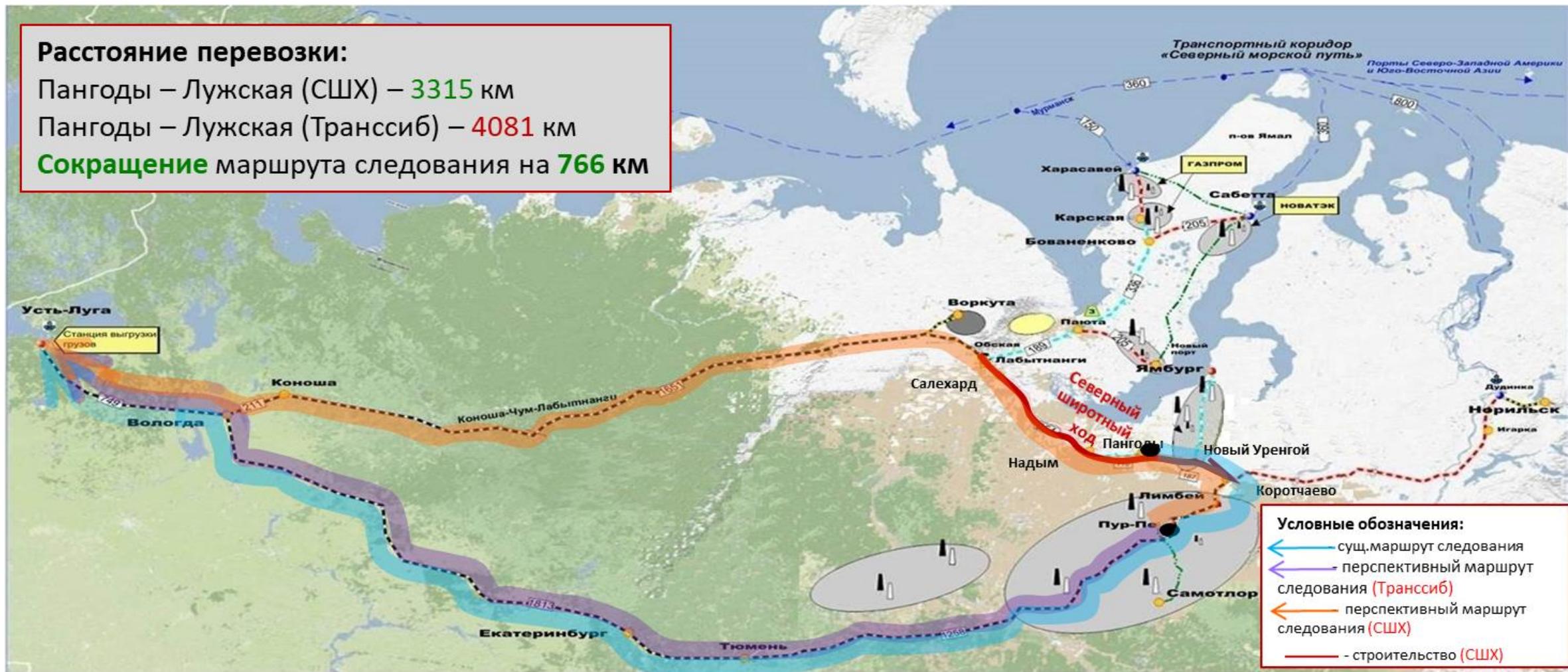
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАРШРУТЫ ПЕРЕВОЗКИ

Расстояние перевозки:

Пангоды – Лужская (СШХ) – 3315 км

Пангоды – Лужская (Транссиб) – 4081 км

Сокращение маршрута следования на **766 км**



ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗМЕРЫ ДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВЫХ И ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- 36/12+(3-1)** Перспективные размеры движения грузовых/пассажирских+пригородных поездов, пар поездов
- 16/11+(3-1)** Отчетные размеры движения грузовых/пассажирских+пригородных поездов, пар поездов
- 0,42** Коэффициент использования мощности до реализации мероприятий
- 120** Наличная пропускная способность перегонов, пар поездов в сутки
-  Существующий маршрут следования грузовых поездов
-  Перспективный маршрут следования грузовых поездов

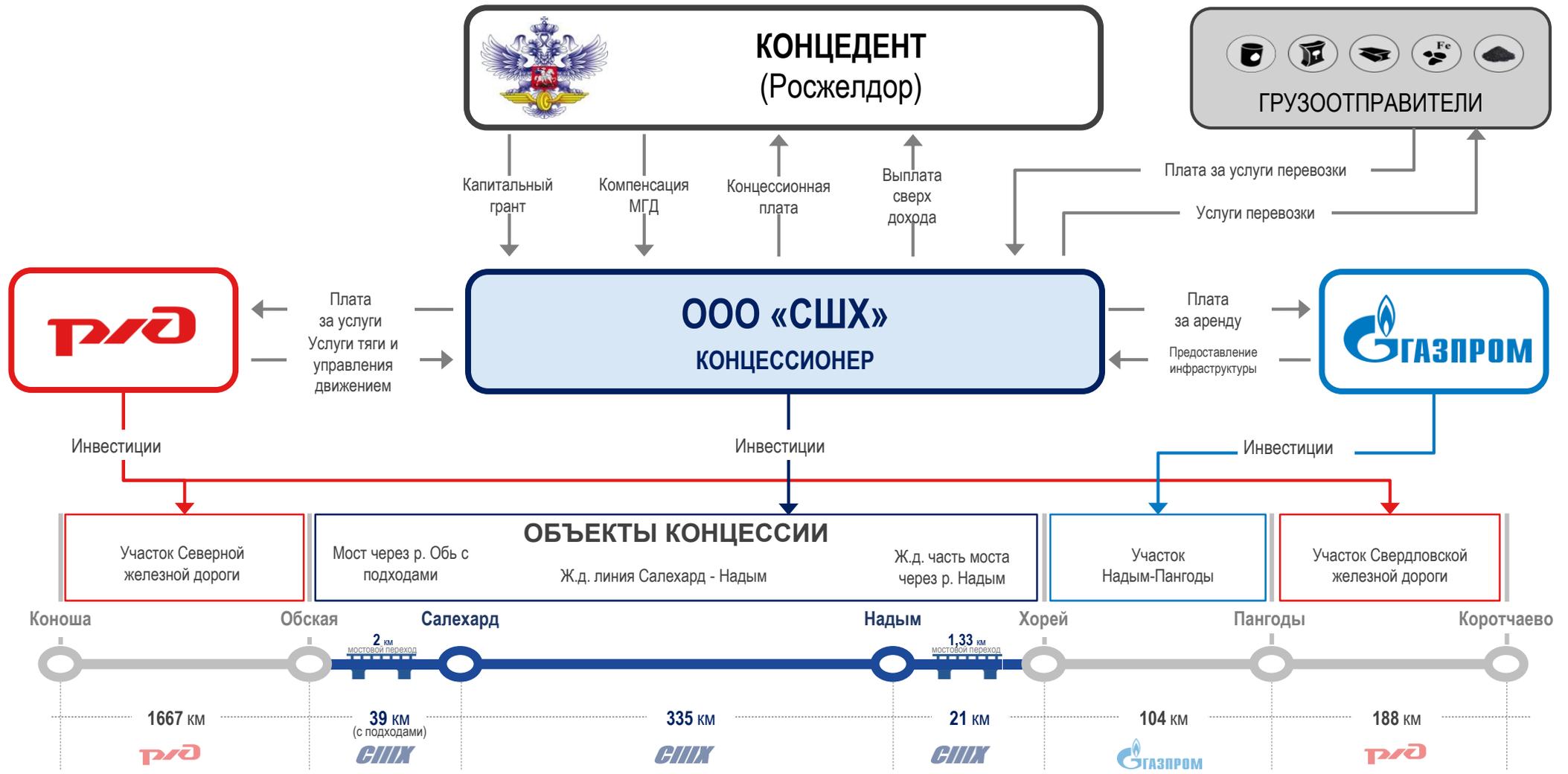


Линия	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	31	31													
2	31	31													
3	11	36													
4	22	26													
5	22	26													
6	43	46													
7	43	46													
8	23	21													
9	23	21													
10	15	17													
11	15	17													

© АО «ИЗРТ», В192Б.18



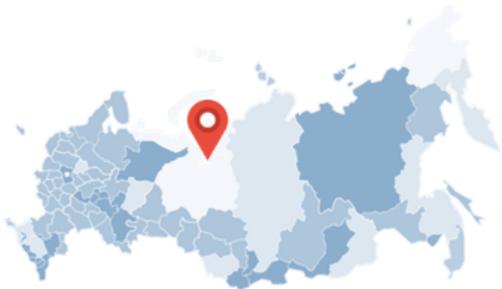
ТЕКУЩИЙ СТАТУС – СХЕМА РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА



ИНФОРМАЦИЯ О ПРОЕКТЕ (ОБЪЕКТЫ КОНЦЕССИИ)

РЕГИОН

Ямало-Ненецкий автономный округ



ОБЩИЕ ДАННЫЕ

Показатели участка	Значение
Протяженность ж/д линии:	395 км
Провозная способность:	23,9 млн. тонн / год
Вес грузового поезда:	6000 тонн
Максимальная скорость движения:	90 км/ч
Категория ж/д линии	II
Унифицированная длина состава	71 условный вагон
Длина приемоотправочных путей	1050 м

КЛЮЧЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

I кв. 2018 г.

НАЧАЛО ПРОЕКТА

До 7 лет

ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
И СТРОИТЕЛЬСТВА (ПРИ
ОБЕСПЕЧЕНИИ ФИНАНСИРОВАНИЯ)

30 лет

СРОК ЭКСПЛУАТАЦИИ
КОНЦЕССИОНЕРОМ

СОСТАВ ОБЪЕКТОВ



в том числе (предварительно):

4

Количество
железнодорожных
путепроводов

23

Количество
больших
мостов

35

Количество
средних
мостов

375

Количество
водопрпускных
труб

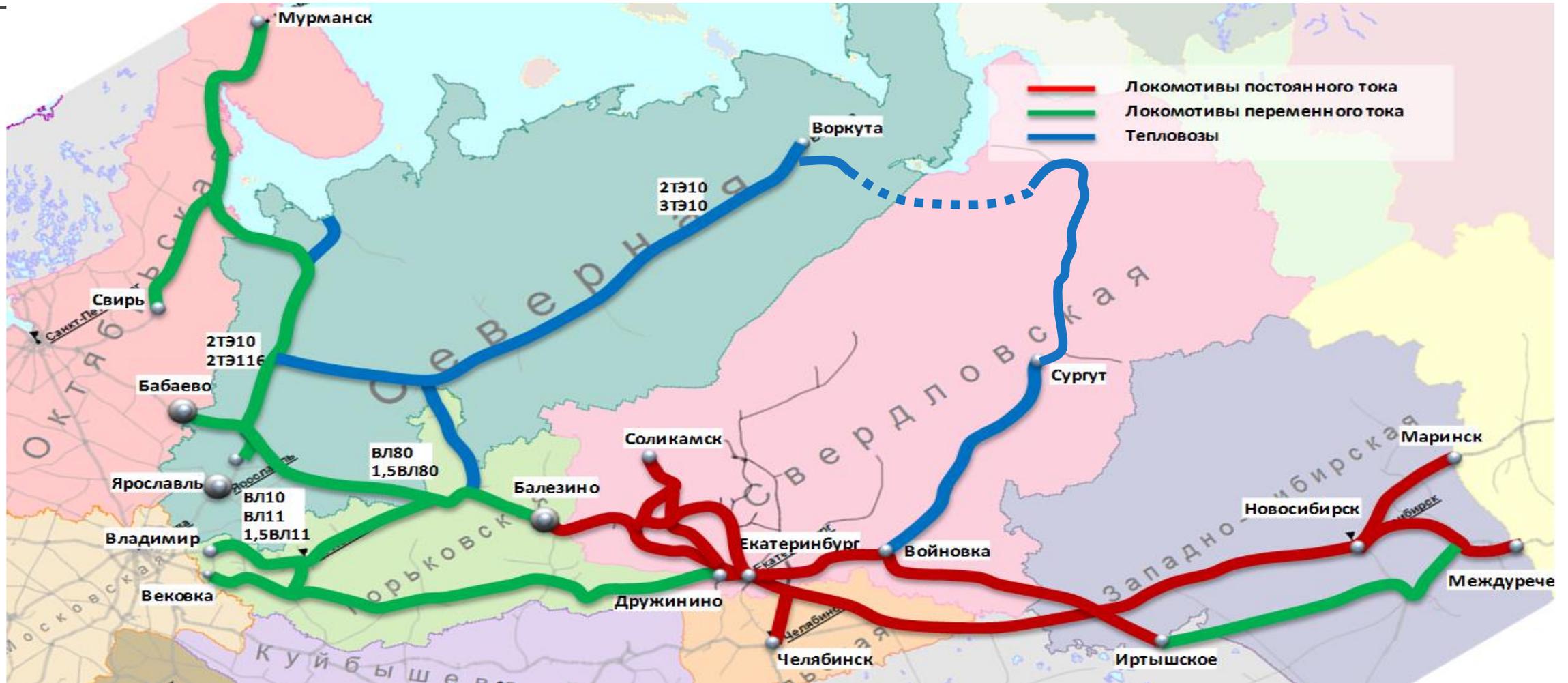
63

Количество
бетонных
мостов

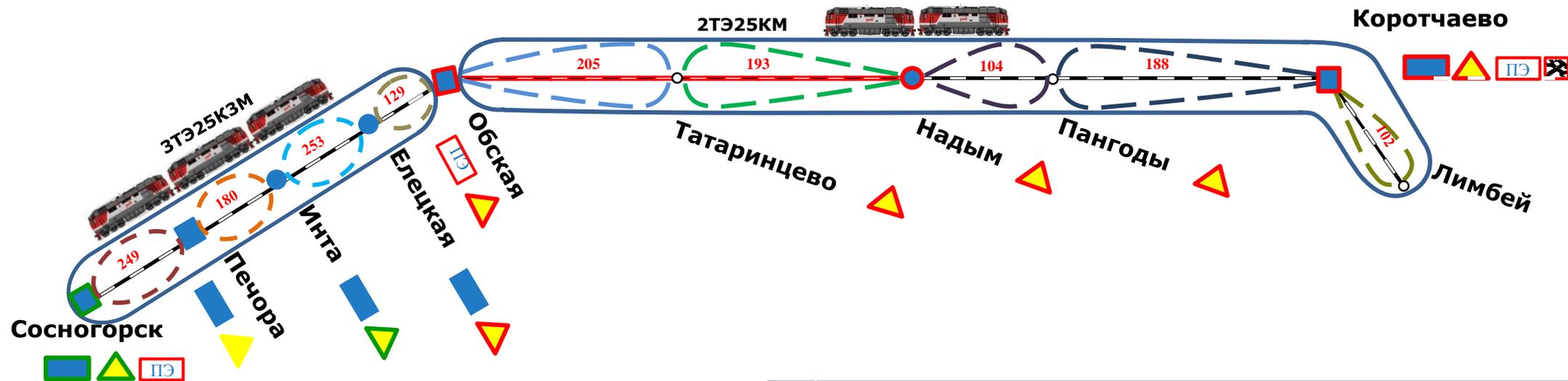
ПЛАНИРОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УСИЛЕНИЮ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА НАПРАВЛЕНИЯХ ОБСКАЯ – КОТЛАС – КОНОША И ПАНГОДЫ – НОВЫЙ УРЕНГОЙ – КОРОТЧАЕВО



СХЕМА ПОЛИГОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЯГОВЫМИ РЕСУРСАМИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО НАПРАВЛЕНИЯ



ТЯГОВОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ 2-Х СЕКЦИОННЫМИ ТЕПЛОВОЗАМИ НА УЧАСТКЕ КОРОТЧАЕВО (ЛИМБЕЙ) – ОБСКАЯ И 3-Х СЕКЦИОННЫМИ ТЕПЛОВОЗАМИ НА УЧАСТКЕ ОБСКАЯ - СОСНОГОРСК



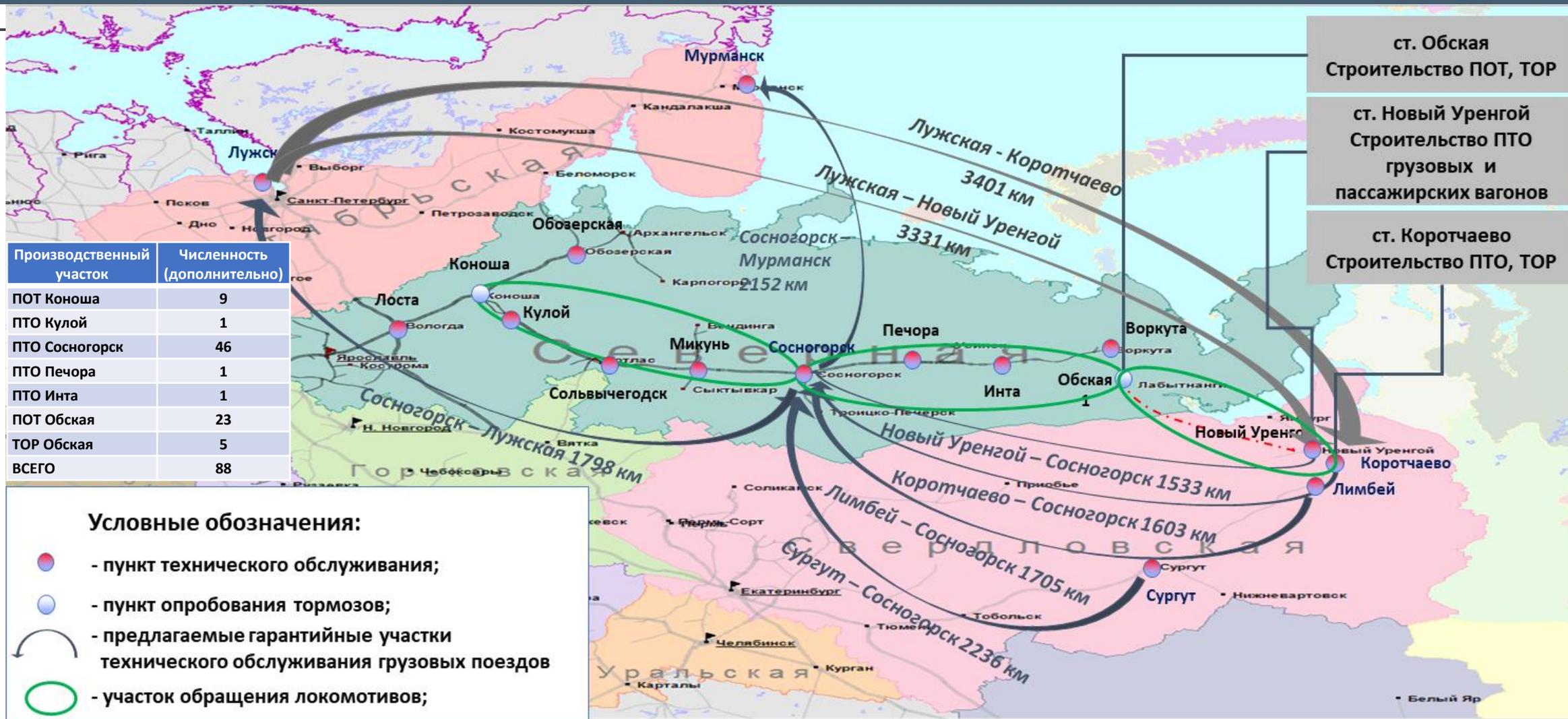
Условные обозначения:

- новые железнодорожные линии
- эксплуатационные локомотивные депо
- оборотное депо, пункты смены локомотивных бригад, цеха эксплуатации
- ▭ ПТОЛ и места проведения ТО-2 тепловозов
- ▲ дома отдыха локомотивных бригад
- ▲ объекты, требующие реконструкции
- ▲ строительство новых объектов
- ☒ сервисное локомотивное депо
- ПЭ пункт экипировки магистральных локомотивов

№	Наименование	ед.
1.	Эксплуатационные предприятия	4
2.	ДОЛБ	8
3.	Пункты экипировки	3
4.	ПТОЛ	2
5.	Ремонтные депо	1
6.	Вагонные депо	-
7.	Путевое развитие станций	-
Итого по объектам:		18
1.	Потребность в закупке парка локомотивов	122
2.	Потребность в закупке специализированных вагонов для турной езды	-
Итого подвижной состав:		122
Всего:		

При условии проектирования линии Татаринцево – Обская с руководящим уклоном не более 8.3‰.

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПЕЗДОВ НА УЧАСТКЕ СЕВЕРНОГО ШИРОТНОГО ХОДА



Состав единых требований

1 Организация движения

2 План и продольный профиль железнодорожной линии

3 Земляное полотно

4 Верхнее строение пути

5 Железнодорожные мосты

6 Водопропускные трубы

7 Устройства связи

8 Устройства систем автоматики и телемеханики

9 Электроснабжение

10 Эксплуатация

11 Снегоборьба

12 Специальные технические условия

Эксплуатация

- малолюдные и безлюдные технологии;
- вахтовый или разъездной способ доставки работников служб на линию;
- размещение на опорных пунктах (станциях, отдельных пунктах) производственно-технических баз работников и железнодорожных путей для размещения путевой и снегоочистительной техники, моторельсового транспорта, пунктов обогрева на перегонах;
- механизированное текущее содержание пути с организацией участковой системы, использованием диагностических и путеизмерительных комплексов.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ СЕВЕРНОГО ШИРОТНОГО ХОДА



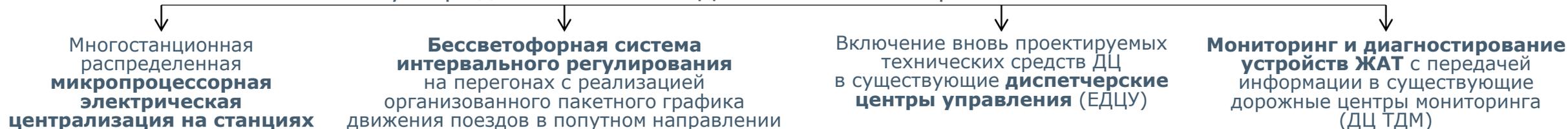
- 1 Применение малолюдных технологий, в т.ч. **диспетчерской централизации** для управления станциями
- 2 Применение **телеуправления** стрелками и сигналами с соседних станций
- 3 Применение **малообслуживаемых систем интервального регулирования движением поездов**
- 4 Применение **совмещения профессий** и вахтового метода обслуживания устройств
- 5 Организация движения поездов и обслуживания устройств инфраструктуры **по графику**
- 6 Установление **гарантийных участков** ПТОВ и ПКО от станции погрузки до станции выгрузки

Организация движения

- количество пар грузовых поездов – **19**;
- количество пар пассажирских поездов – **3**;
- количество станций – **4**: Обская (ОАО «РЖД»), Салехард, Татаринцево и Надым;
- количество отдельных пунктов – **20**.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ НА ПОЛИГОНЕ СЕВЕРНОГО ШИРОТНОГО ХОДА

Система автоматизированного управления движением поездов на полигоне Обская – Салехард – Надым – Пангоды – Новый Уренгой – Коротчаево в соответствии с утвержденными ОАО РЖД» Техническими требованиями от 04.02.2019 № 109



Осуществление эксплуатации технических средств ЖАТ на СШХ

в соответствии с существующей инструкцией по техническому обслуживанию и ремонту устройств СЦБ (от 30.12.2015 №3168р)

Снижение затрат на эксплуатацию технических средств ЖАТ на СШХ



Специальные технические условия

- 1 Совмещенный мостовой переход через р. Обь в районе г. Салехарда
- 2 Звеньевой путь на деревянных шпалах I типа до полной стабилизации земляного полотна
- 3 Устройство железнодорожного земляного полотна на многолетнемерзлых грунтах – мероприятия по устройству тепловой изоляции и организации глубинного охлаждения на отдельных участках
- 4 Применение малолюдных технологий за счёт средств диагностики и диспетчерского управления систем железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ)

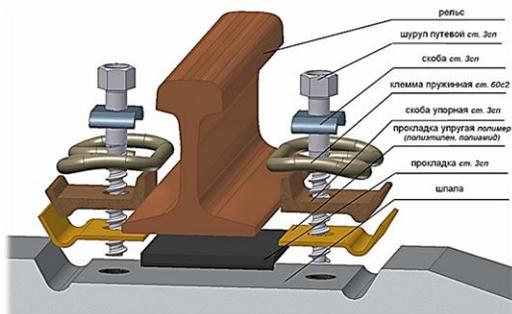
План и продольный профиль ж/д линии

- трасса железнодорожной линии планируется с учетом максимального **сохранения существующего земляного полотна**;
- категория железнодорожной линии – **II**;
- руководящий уклон – **не более 9 ‰**;
- радиусы кривых:
 - максимальные **4000 м**;
 - минимальные **800 м**;
 - в исключительных случаях – **600 м**.

Верхнее строение пути

- звеньевой путь на деревянных шпалах 1 типа;
- рельсы **Р-65** низкотемпературной надёжности;
- крепление **Д-65** с усилением креплением **КД-65**;
- щебёночный балласт из щебня фракции **25-60**, толщина под шпалой **35 см**;
- стрелочные переводы на отдельных пунктах **Р-65 1/11**.

ВЕРХНЕЕ СТРОЕНИЕ ПУТИ

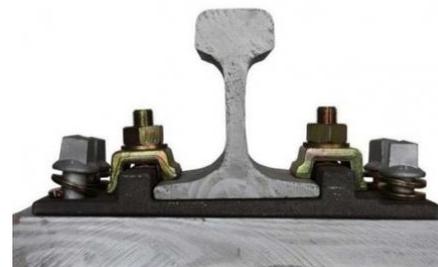


**Бесстыковой путь,
рельсы Р65 низкотемпературной
надежности (ДТ350НН, ОТ350НН),
шпалы ж/б, крепление ЖБР-65Ш**

Стоимость содержания
1 км в год – **252,963 тыс. рублей**

Преимущества:

- **повышение плавности и комфортабельности** движения поездов по сравнению со звеньевым путем,
- **улучшение показателей динамического взаимодействия** пути и подвижного состава;
- **увеличение межремонтных сроков,**
- **уменьшение расходов на тягу** поездов вследствие снижения основного сопротивления их движению;
- **уменьшение расхода металла для стыковых креплений;**
- **улучшение экологической ситуации** за счет снижения шума от проходящих поездов и применения железобетонных шпал при сокращении потребления ценной деловой древесины и пропитки деревянных шпал вредными для здоровья антисептиками.



**Звеньевой путь,
рельсы Р65 низкотемпературной
надежности (ДТ350НН, ОТ350НН),
шпалы дер., крепление КД**

Стоимость содержания
1 км в год – **458,523 тыс. рублей**

Преимущества:

- **не имеет ограничения по зонам укладки;**
- **кривые малого радиуса** (менее 300 м), где норма ширины колеи 1530-35 мм на участках с нестабильным земляным полотном, на вечномерзлых и болотистых основаниях; на пучинистых основаниях;
- **упругость;**
- **малая чувствительность** к ударам и колебаниям температуры;
- **небольшой вес.**

Земляное полотно

- длительная эксплуатация с минимальными отказами;
- равнонадежность на всём протяжении;
- ремонтнопригодность;
- тело насыпи из грунтов местных карьеров – мелкие и пылеватые пески, в верхней части защитный слой из песчано-гравийных смесей.

ПРОТИВОДЕФОРМАЦИОННЫЕ СООРУЖЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА НА МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ И БОЛОТАХ

Сезонные охлаждающие установки



Скальные бермы и скальная наброска



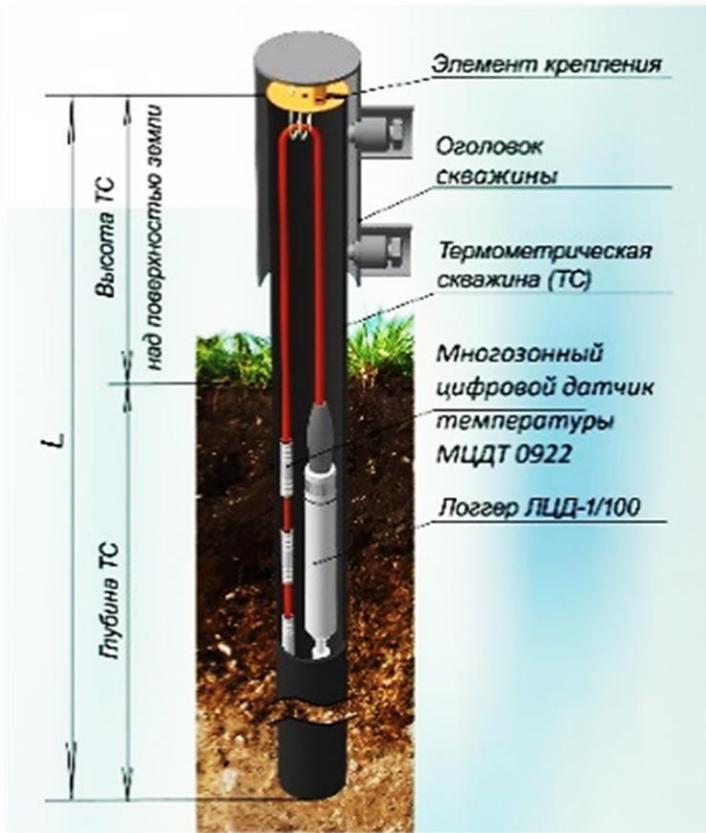
Водоотжимные бермы и водоотводные каналы



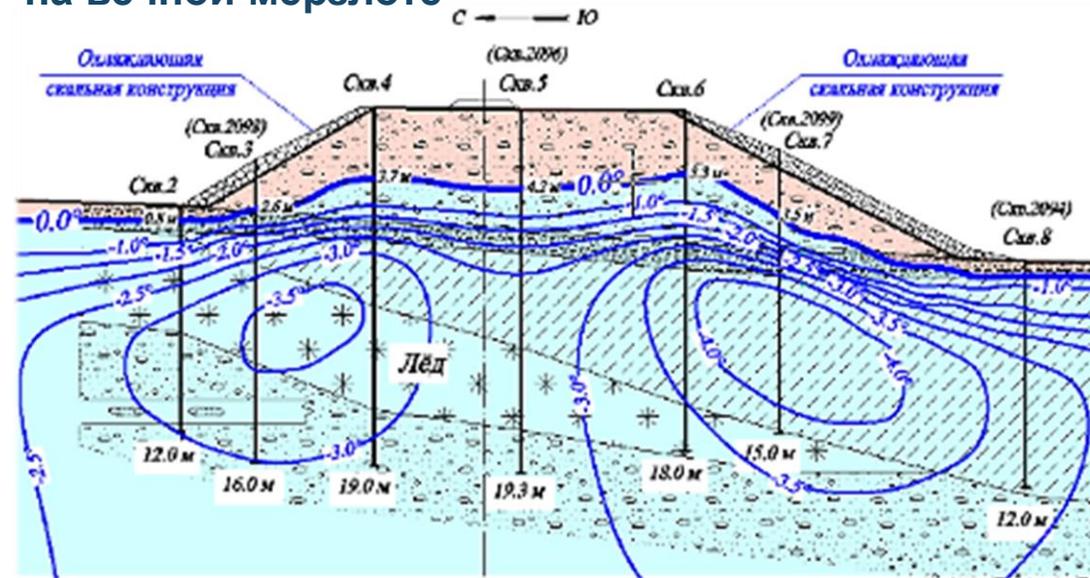
с засыпкой камнем и повторной нарезкой на профильный уклон

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА, В ТОМ ЧИСЛЕ НА ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЕ

Термометрический мониторинг земляного полотна на вечной мерзлоте



Прогноз состояния земляного полотна на вечной мерзлоте



Приборы для измерения температуры грунтов



ПЕРИОДИЧНОСТЬ КОНТРОЛЯ СРЕДСТВАМИ ПУТЕИЗМЕРЕНИЯ



Тип путеизмерительного средства	Классы железнодорожных линий (специализация)					
	1 (В)	1, 2 (С,П,Г,О,Т)	3(П,Т,Г)	4 (П,Т,М)	4 (Г), 5(П,Т)	5 (М,Г)
Безопасность движения, текущее содержание и мониторинг состояния пути (контроль ГРК)						
Мобильное путеизмерительное средство	2 раза в месяц ²⁾	2 раза в месяц	1 раз в месяц ¹⁾	1 раз в 3 месяца ¹⁾	1 раз в 6 месяцев ¹⁾	1 раз в 12 месяцев
АИИС	4 раза в месяц ³⁾	-	-	-	-	-
Контроль дополнительных параметров, безопасность движения, текущее содержание пути						
ЦНИИ-4, или ДКИ, или модернизированный КВЛ-П	1 раз в месяц	1 раз в 6 месяцев	1 раз в 6 месяцев	1 раз в 12 месяцев	-	-

Примечания:

- 1) **2 раза в месяц** проверяются участки с установленными приказом начальника дороги **скоростями движения пассажирских поездов более 60 км/ч**;
- 2) **на участках, проверяемых АИИС**, проезд мобильным путеизмерительным средством производится **1 раз в месяц**;
- 3) **при отсутствии на участке оборудованного АИИС** подвижного состава, назначается проверка мобильным путеизмерительным средством **не менее 2 раз в месяц**.

ПЕРИОДИЧНОСТЬ КОНТРОЛЯ СРЕДСТВАМИ ДЕФЕКТОСКОПИИ



Согласно Приложению № 1

к Положению о системе неразрушающего контроля рельсов и эксплуатации средств рельсовой дефектоскопии в путевом хозяйстве железных дорог ОАО «РЖД» утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 26.07.2017 № 1471/р

«Общее расчетное количество проверок за год средствами дефектоскопии, определенное с учетом наибольшей установленной скорости движения грузовых поездов 60 км/ час, грузонапряженности на участке контроля до 25 млн. т. брутто/км в год, уложенных новых рельсов, будет составлять 4 раза в год до пропуска тоннажа до 250 млн.т. брутто.



При этом в случае выявления ОДР (*остродефектного рельса*) и определения расчетного значения выхода более 0,3 ОДР шт. / км периодичность контроля средствами неразрушающего контроля **может составлять до 14 раз в год»**

СРЕДСТВА ДЕФЕКТОСКОПИИ И ПУТЕИЗМЕРЕНИЯ, ПЛАНИРУЕМЫЕ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В ПРОЦЕССЕ ДИАГНОСТИКИ

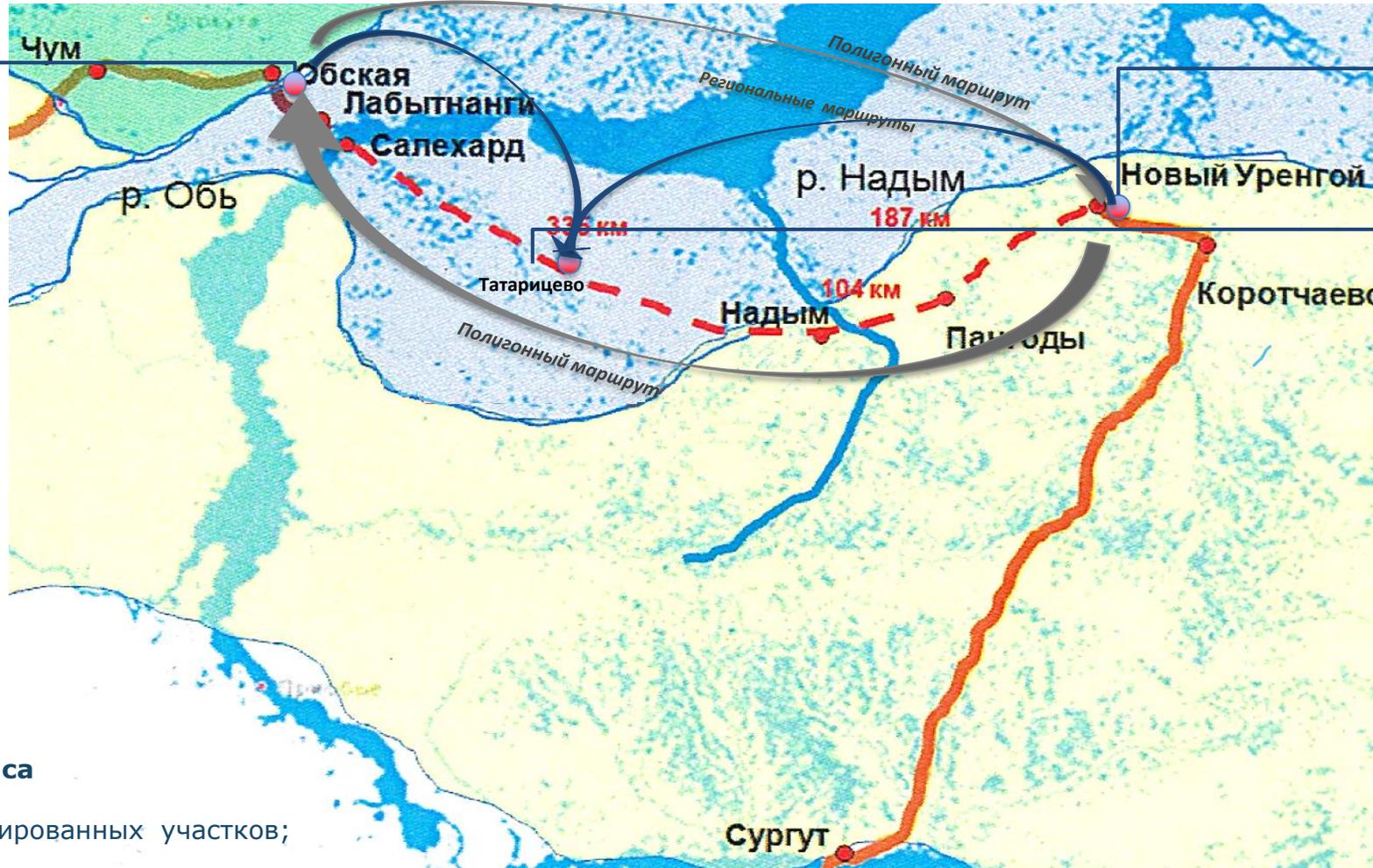
ст. Обская
Строительство ангара



Вагон дефектоскоп –
сплошной контроль
состояния рельсового
хозяйства



**Дефектоскопная мотриса
«СЕВЕР – ИНТЕГРАЛ»:**
– контроль непроконтролированных участков;
– вторичный контроль.



ст. Новый Уренгой
Строительство ангара

ст. Татарицево
Строительство ангара



Вагон путеизмеритель
с геометрическими
параметрами рельсовой
колей и другими
дополнительными
параметрами

Железнодорожные мосты

- металлические пролетные строения с ездой на балласте, при расположении на кривой;
- металлические пролетные строения с ездой на балласте или плитах БМП, при расположении на прямой;
- опоры мостов массивные и сборно-металлические конструкции.

Водопускные трубы

- металлические гофрированные трубы на водотоках без процессов наледеобразования;
- арочные индивидуальные разработки или бетонные трубы в местах возможного образования наледей.

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ, МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

Пролётные строения с ездой на балласте



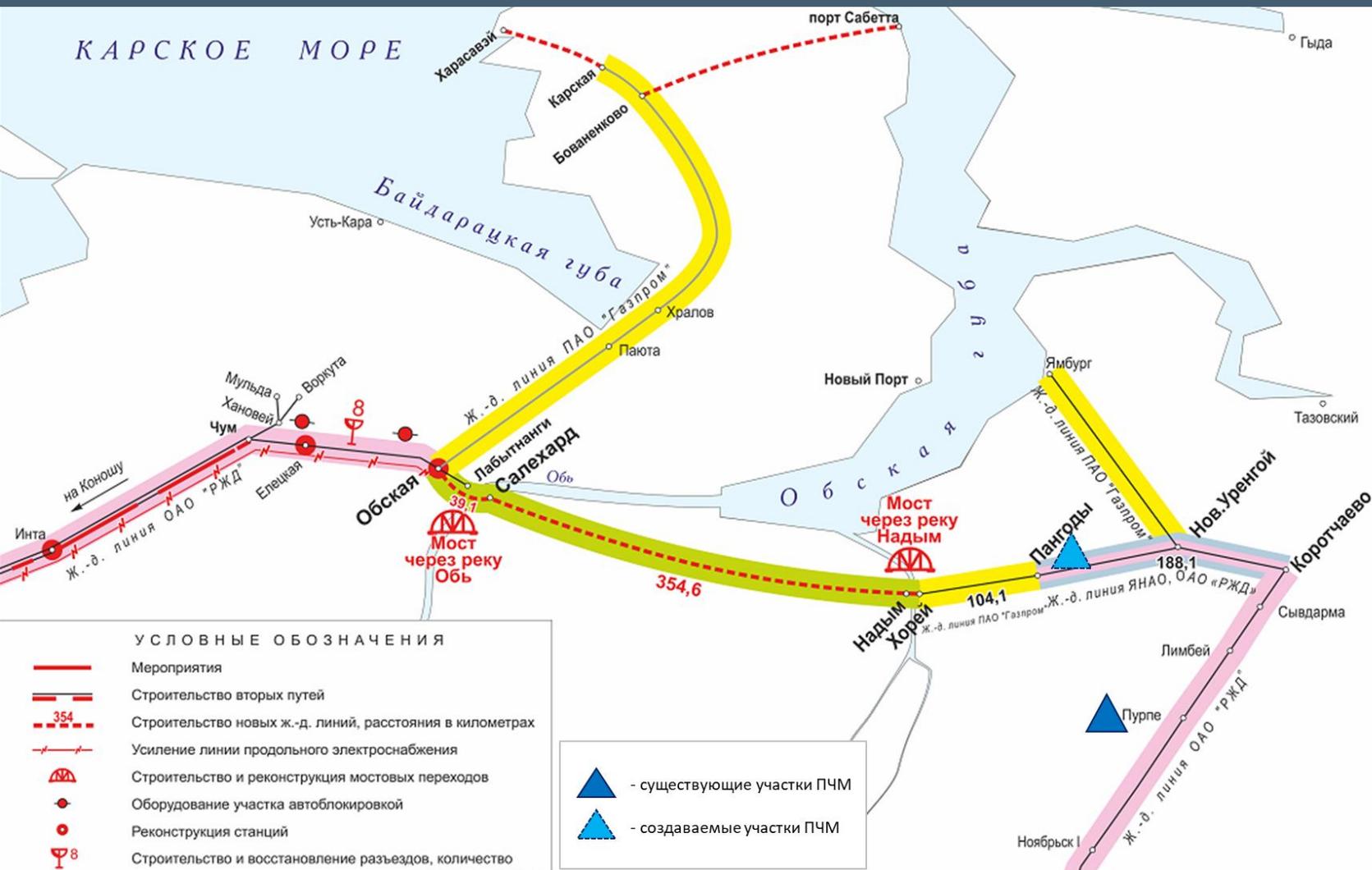
Малообслуживаемые опорные части с шаровым сегментом



Снегоборьба

- пневматическая обдувка всех стрелочных переводов;
- установка снегозащитных заборов в снегозаносимых местах;
- график движения поездов на зимний период с учетом работы снегоочистительной техники.

СХЕМА РАЗМЕЩЕНИЯ УЧАСТКОВ ПЧМ НА СЕВЕРНОМ ШИРОТНОМ ХОДЕ



Потребность в технике



—МРТ – 4 ед.



—СМ (ПСС) – 2 ед.

—СДПМ (ПОМ) – 2 ед.

—Струг – 1 ед.

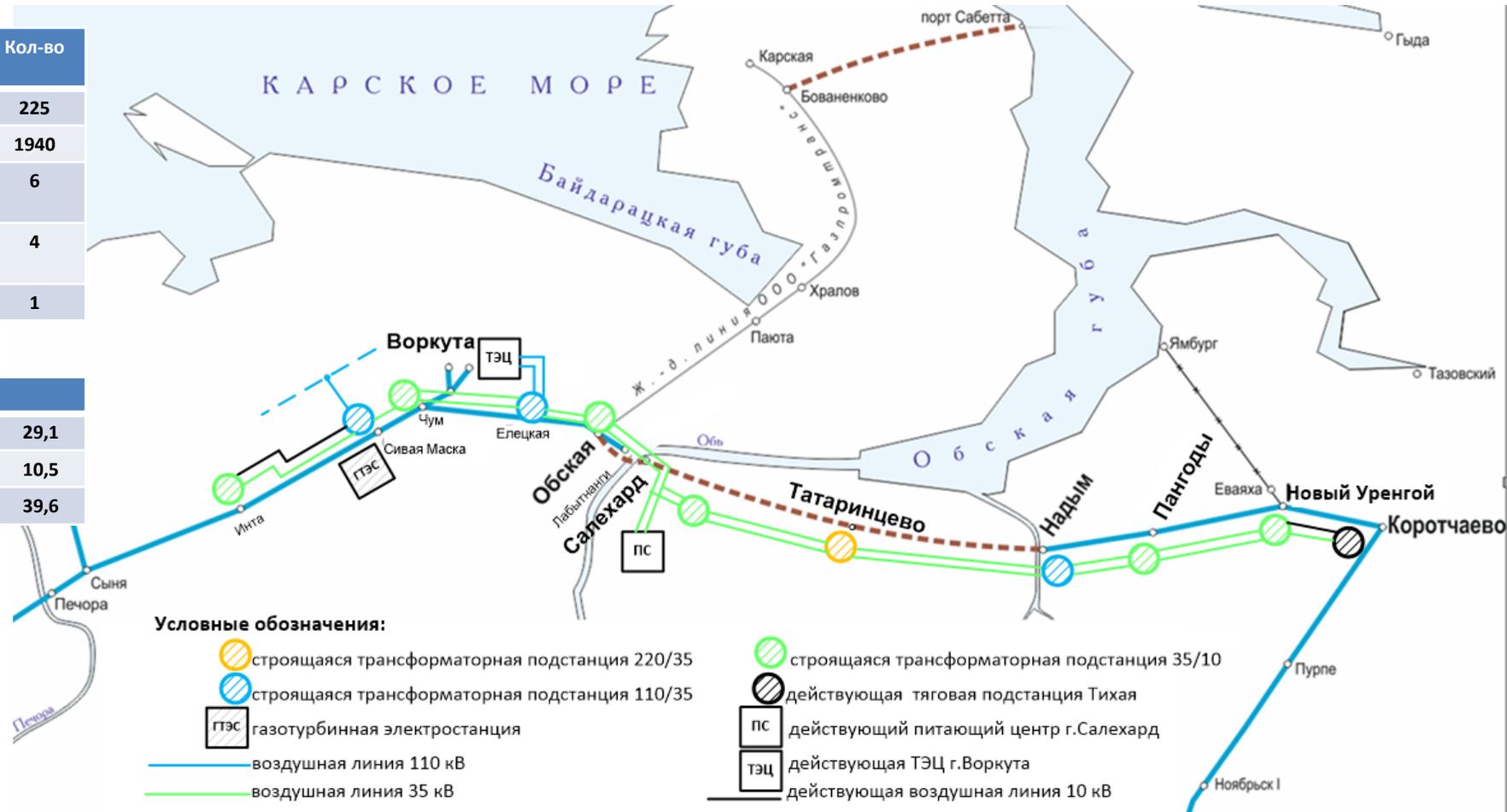
Электроснабжение

- линии продольного электроснабжения в одноцепном исполнении напряжением **10 кВ** и **35 кВ**;
- трансформаторные подстанции на станциях Салехард, Татаринцево и Надым с высоким напряжением **35 кВ** с подключением от территориальных сетевых источников;
- сети низкого напряжения и наружного освещения с применением светодиодной техники;
- дистанционное управление разъединителями ВЛ АБ и ПЭ;
- энергодиспетчерский круг на базе системы АСТМУ-А.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕВЕРНОГО ШИРОТНОГО ХОДА

№ п/п	Физические показатели строительства (реконструкции) объектов электроснабжения, ед.	Кол-во
1	Строительство воздушных линий 110 - 220 кВ, км	225
2	Строительство воздушных линий 35 кВ (ВЛ-35 кВ), км	1940
3	Строительство трансформаторных подстанций, шт (Инта, Чум, Обская, Салехард, Пангоды, Новый Уренгой)	6
4	Строительство трансформаторных подстанций 110- 220/35, (Сивая Маска, Елецкая, Татаринцево, Надым) шт	4
5	Строительство газотурбинной электростанции, шт	1

Перспективная мощность потребителей электроэнергии, МВт	
Участок Инта – Чум – Обская – Надым	29,1
Участок Коротчаево – Новый Уренгой – Пангоды – Надым	10,5
ИТОГО по участкам	39,6



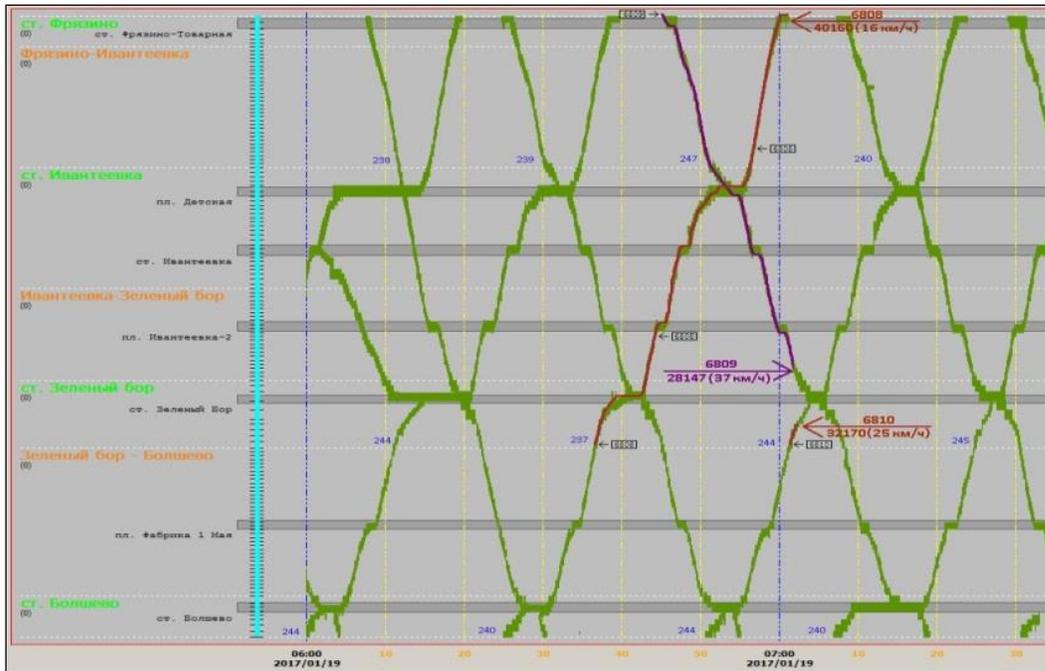
* Физические показатели строительства и перспективная мощность будут уточнены по результатам проектирования

Устройства систем автоматики и телемеханики

- системы МПЦ-МПК для станций Салехард, Татаринцево и Надым;
- системы ЭЦ-МПК-У на отдельных пунктах;
- встроенные системы диспетчерского управления и контроля (ДЦ-МПК) и система технической диагностики и мониторинга (СТД-МПК);
- устройства электропитания (УЭП-МПК);
- устройства оповещения работников пути (ОРП-МПК);
- система интервального регулирования движения поездов микропроцессорной полуавтоматической блокировки с возможностью введения пакетного графика на участке;
- применение малолюдных технологий за счёт средств диагностики и диспетчерского управления железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ).

СИСТЕМА ИНТЕРВАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПЕЗДОВ НА ОСНОВЕ ДИСТАНЦИОННОГО ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОЛОТНА

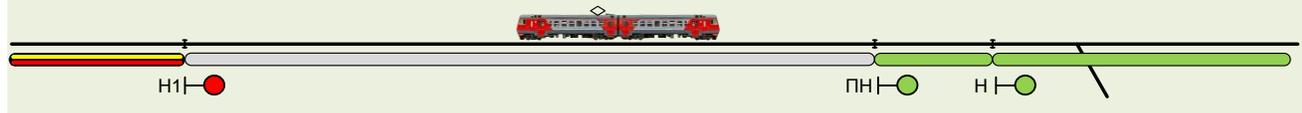
График исполненного движения с применением алгоритма 1 и логики проследования



Точность позиционирования поездов в различных системах интервального регулирования

ПАБ

точность определения поезда - перегон



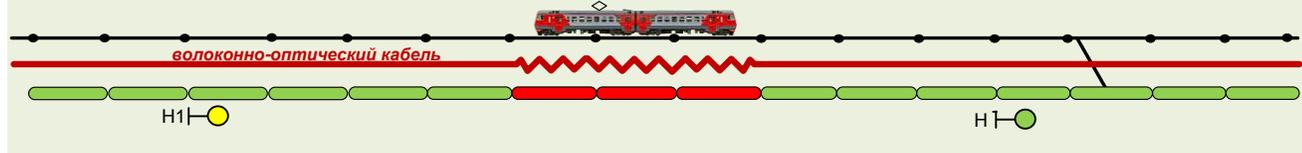
АБ

точность определения поезда - блок-участок



Система интервального регулирования движения поездов на основе дистанционного акустического зондирования

точность определения поезда - 5 м



Устройства связи

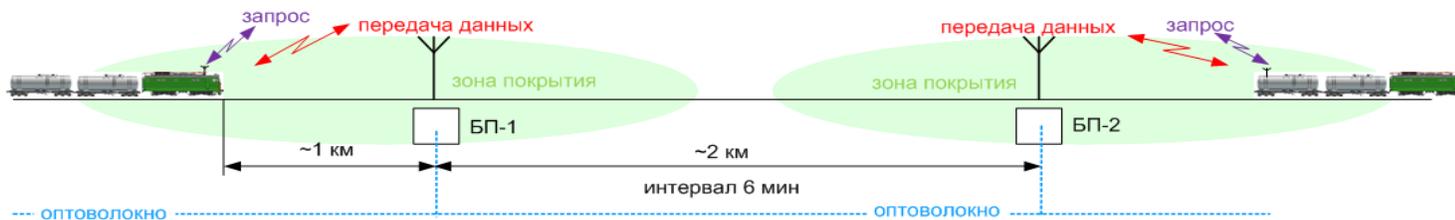
- интегрированная цифровая система технологической связи на платформе IP-технологии с возможностью увязки с действующими системами ОТС;
- линейная часть на базе волоконно-оптического кабеля;
- автоматизированная документированная запись служебных переговоров с применением на станциях многоканального цифрового регистратора переговоров Градиент-12СН с сетевым доступом и организацией АРМ;
- организация всех необходимых видов радиосвязи на базе стандарта DMR с использованием репитера модульного универсального (РМУ) в радиочастотном диапазоне 160 МГц;
- организация сетей и систем связи на базе транспортной сети и сети доступа, включенных в Единую систему мониторинга и администрирования (ЕСМА) технологической связи ОАО «РЖД».

ВАРИАНТЫ ОРГАНИЗАЦИИ СВЯЗИ НА ПОЛИГОНЕ СЕВЕРНОГО ШИРОТНОГО ХОДА

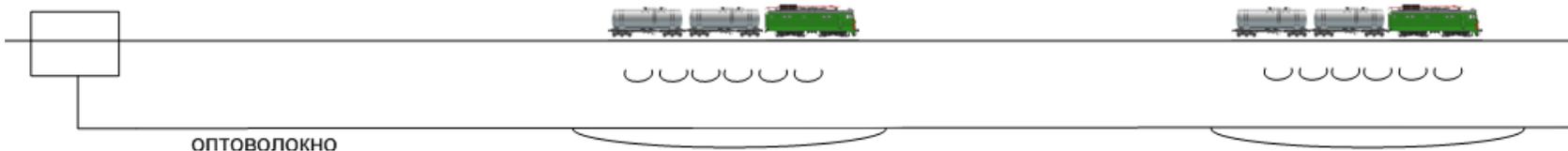
- 1** Организация цифровой радиосвязи в диапазоне 160 МГц по системе «Поезд-Поезд» с применением устройств РУТП



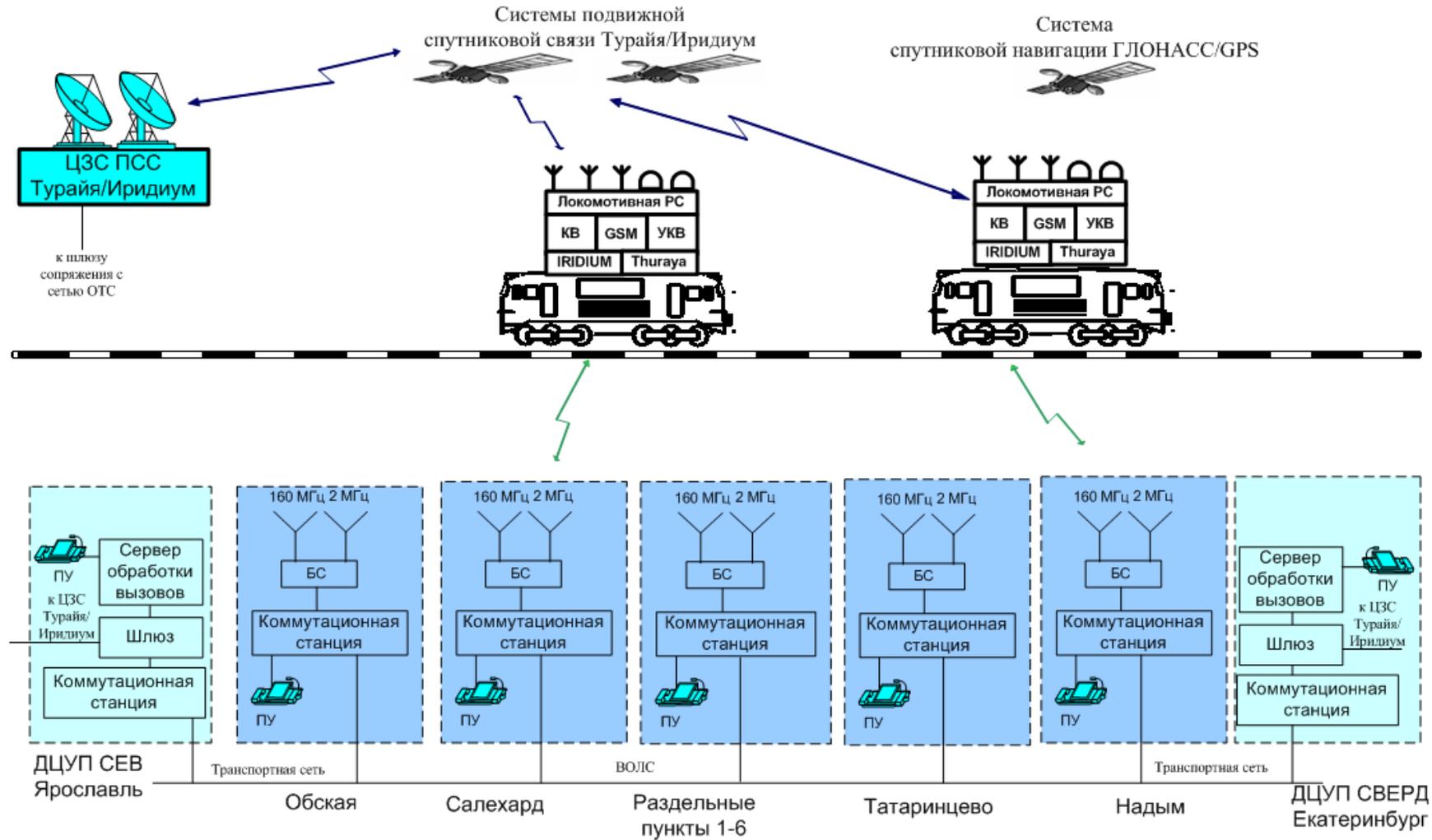
- 2** Организация контроля целостности составов с применением «Интернета вещей»



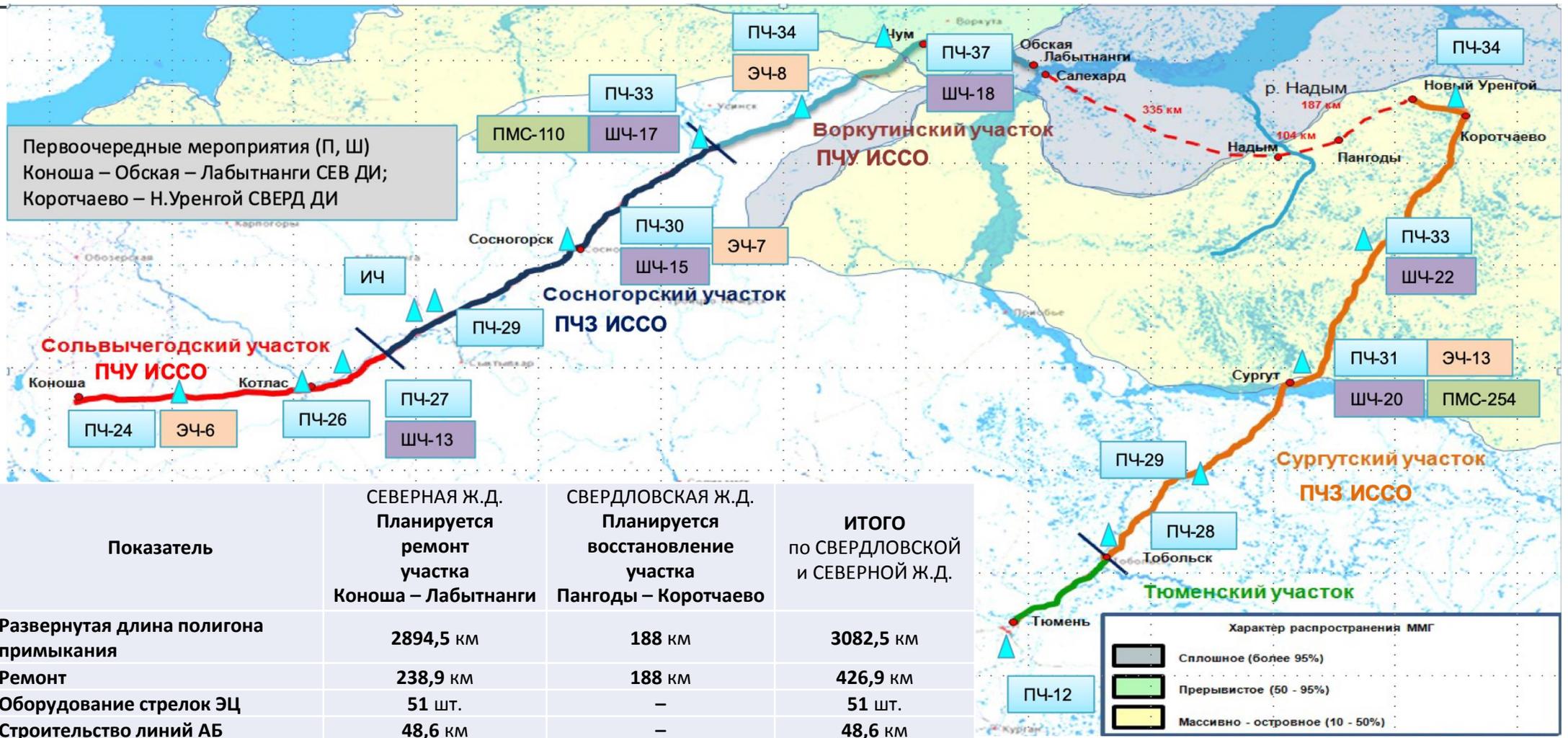
- 3** Использование оптоволоконного кабеля для контроля местоположения поездов («Анаконда»)



ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЕЗДНОЙ РАДИОСВЯЗИ НА ОСНОВЕ СРЕДСТВ ПОДВИЖНОЙ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ И РАДИОСРЕДСТВ ДИАПАЗОНА 2/160 МГЦ НА СТАНЦИЯХ



ПЛАНИРОВАНИЕ ПЕРВООЧЕРЕДНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ХОЗЯЙСТВАМ ПУТИ И СООРУЖЕНИЙ, АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ СЕВЕРНОЙ И СВЕРДЛОВСКОЙ ДИРЕКЦИЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ



■ **Спасибо за внимание!**

 **АО «НИИАС»**

Нижегородская ул., д. 27 стр.1, г. Москва

www.vniias.ru

info@vniias.ru



Розенберг Игорь Наумович

Член-корреспондент РАН

Профессор, доктор технических наук

Научный руководитель НИИ информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте

sd.yarosh@yandex.ru