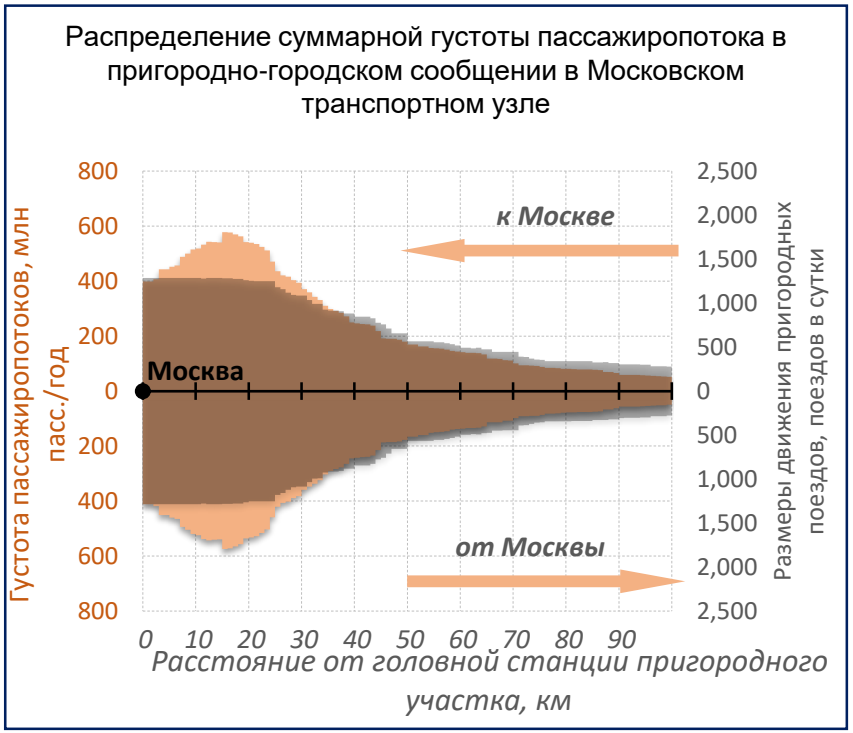
ПРИГОРОДНО-ГОРОДСКИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ПАССАЖИРСКИЕ ПЕРЕВОЗКИ НА ДИАМЕТРАЛЬНЫХ МАРШРУТАХ КРУПНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛОВ (НА ПРИМЕРЕ МОСКОВСКОГО ТРАНСПОРТНОГО УЗЛА)

Москва 2021

Актуальность развития пригородно-городских перевозок как отдельного сегмента

- Рост населения и размеров агломераций диктует необходимость в формировании новых и развитии существующих пассажирских коммуникаций;
- Железнодорожный транспорт обладает огромным потенциалом для развития пригородно-городских и внутригородских перевозок, а следовательно может претендовать на роль транспортного каркаса во многих транспортных узлах наравне с метрополитенами;
- Необходима разработка унифицированных технико-технологических подходов к организации высококачественного пассажирского сервиса на базе существующей и перспективной инфраструктуры транспортных узлов.
- Развитие сервисов железнодорожных пассажирских перевозок в крупных транспортных узлах связано с пересмотром принципов организации движения поездов различных категорий.



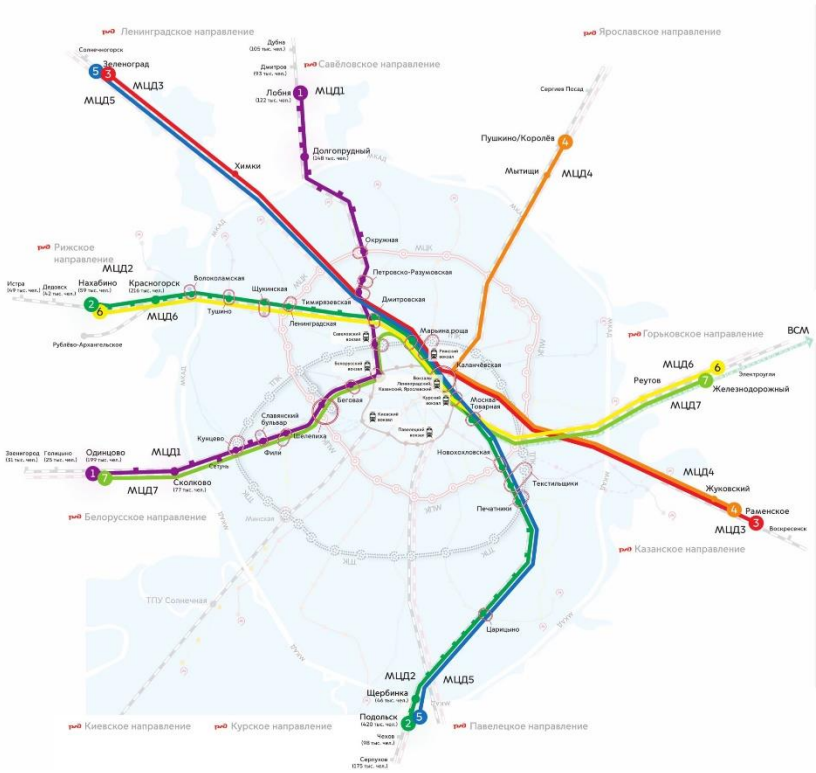
Разделение пригородных перевозок на региональные, пригородно-городские и внутригородские

Отсутствие комплексного подхода к уровню качества предоставляемых транспортных услуг

Необходимость решения экономических проблем пригородных перевозок (субсидии, инвестиции)

Необходимость развития внутриузловой транспортной инфраструктуры, в том числе и специализированной

Московский транспортный узел



1 Организация диаметрального движения в 3 этапа:

	срок ввода
Интенсификация размеров движения на существующих диаметрах:	
1. Курско-Рижский	2019
2. Белорусско-Савёловский	2019
Создание новых диаметров :	
3. Ленинградско - Рязанский (юг – север)	2023
4. Горьковско-Киевский (восток – запад)	2023-2025
Соединение радиальных направлений подземными линиями:	
6. Ярославско - Павелецкий	2025+

2 Эффекты

- формирование второго каркаса скоростного городского рельсового транспорта в дополнение к метрополитену;
- опережающее социально-экономическое развитие территорий, примыкающих к железнодорожным линиям;
- кратное увеличение транспортной работы на железнодорожной инфраструктуре;

Процесс интенсивного и экстенсивного развития МТУ и особенно его железнодорожной составляющей идёт непрерывно. С 2016г. Действует пассажирский сервис «МЦК» на инфраструктуре Малого Кольца МЖД. С 2019 года проекты пригородно-городских перевозок позиционируются под брендом «МЦД».
До 2030 года планируется строительство дополнительных главных путей, новых остановочных пунктов, участков высокоскоростного движения, реорганизация грузовой работы.

Зарубежный опыт пригородно-городских и внутригородских перевозок

В крупных агломерациях и транспортных узлах стран Европы, Северной Америки и Азии пригородно-городские перевозки развиваются по пути комплексной интеграции видов транспорта и формирования единой транспортной системы

Финансово-организационная интеграция

- Единый заказчик объёмов транспортной работы
- Единое субсидирование перевозок
- Комплексное планирование перевозок и централизованное инвестирование

Объекты инфраструктурной интеграции

- Транспортно-пересадочные узлы
- Вокзальные комплексы
- Транспортные коммуникации с совмещённым движением

Тарифная интеграция

- Сквозная тарифная система в агломерации/регионе
- Пересадочная модель тарификации между видами транспорта
- Продажа проездных документов единым оператором транспортной работы

Концептуальная интеграция

- Единая навигация
- Единые подходы к режиму работы и расписаниям движения подвижного состава
- Интеграция скоростей движения
- Формирование диаметральных маршрутов

Технологическая интеграция видов транспорта

- Объединение на одной инфраструктуре разных форматов городских и пригородных перевозок разных видов транспорта

Степень проработанности темы

Вопросы развития пригородных и пригородно-городских пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте исследовались многими учёными, в работах которых исследовались различные аспекты этого сложного технико-технологического процесса, и которые можно разделить на несколько блоков

Общая теоретическая база:

В.Н. Образцов, Н.И. Бещева, В.Г. Шубко, Ю.О. Пазойский, Л.А. Абрамов, Ф.П. Кочнев, В.П. Кобзев, В.А. Персианов, Н.В. Правдин, А.П. Артынов, М.Н. Беленький, А.К. Головнич, С.П. Вакуленко

Интеграция ж.д. перевозок в транспортные системы

Т.А. Власюк, П.В. Голубев, К.Ю. Скалова, С.А. Ваксман, С.П. Вакуленко, Ф.С. Пехтерев, Ю.А. Капитонов, А.А. Попов, А.В. Колин

Оптимизация параметров систем пассажирских перевозок

Ю.О. Пазойский, А.П. Артынов, Н.У. Дмитриев, Н.А. Муковнина, А.А. Еременко, С.П. Вакуленко, Е.Б. Куликова, Е.В. Копылова, П.А. Козлов, А.Г. Котенко, Е.П. Полынцев, Ю.А. Капитонов, Л.А. Баранов, В.Г. Сидоренко

Экономика и планирование эксплуатационной работы

П.В. Куренков, А.В. Андреев, И.С. Новоселова, М.А. Шнейдер, В.Г. Галабурда, Н.П. Терешина, Б.М. Лапидус

Формирование пассажиропотоков

Ю.О. Пазойский, Н.В. Правдин, В.М. Сай, О.Н. Мадяр, К.Е. Герасимчук, Е.Б. Беднякова,

Организация перевозок в метрополитенах

Л.А. Баранов, В.Г. Сидоренко, В.П. Калинчев, М.В. Новикова, А.И. Сафронов

Потребное техническое оснащение, инфраструктура

В.И. Апатцев, Д.Н. Власов, Т.А. Веретенкова, А.Н. Сомов, В.В. Кондратенко, Е.А. Макарова, Е.П. Полынцев, Н.Ю. Евреенова,

Принципы обращения пригородно-городских электропоездов (ПГЭП)

- Работа в режиме, аналогичном режиму работы метрополитенов (без дневного технологического перерыва);
- Улучшенные разгонно-тормозные характеристики электропоездов;
- Обращение электропоездов в режиме со всеми остановками на основе тактовых графиков движения;
- Уменьшенное число мест для сидения в вагонах электропоездов;
- Формирование маршрутной сети движения электропоездов с приоритетом диаметральных и хордовых маршрутов;
- Внедрение оперативного регулирования движения поездов;
- Использование современных систем интервального регулирования с подвижными блок-участками;
- Изменение подходов к приоритетности пропуска поездов на железнодорожных участках.

Технология работы пригородных и внутригородских участков с интенсивным пригородно-городским движением

Такт – повторяющийся в течение суток фрагмент графика движения поездов. На основе вывода о том, что интервал между транспортными средствами (в т.ч. внутри такта) является важнейшей качественной характеристикой транспортной системы подобраны комфортные для пассажира интервалы (времена ожидания)

Относительная доля пассажиропотока в момент отправления поезда такта

$$\gamma_p^{n_i} = \varphi * aI + \varphi * bI + \varphi * cI$$

где: φ – количество интервалов накопления относительной доли пассажиропотока на момент отправления нитки рассматриваемой корреспонденции. Для aI оно равно количеству интервалов между отправления поездов, для bI и cI равно 1 в случае, если рассматриваемый поезд следует до нужной зоны и 0 если поезд следует до более ближних зон.

Приведенная доля пассажиропотока в момент отправления поезда такта

$$\beta_p^{n_i} = \frac{\gamma_p^{n_i}}{\sum_{n_i}^{m} \gamma_p^{n_i}}$$

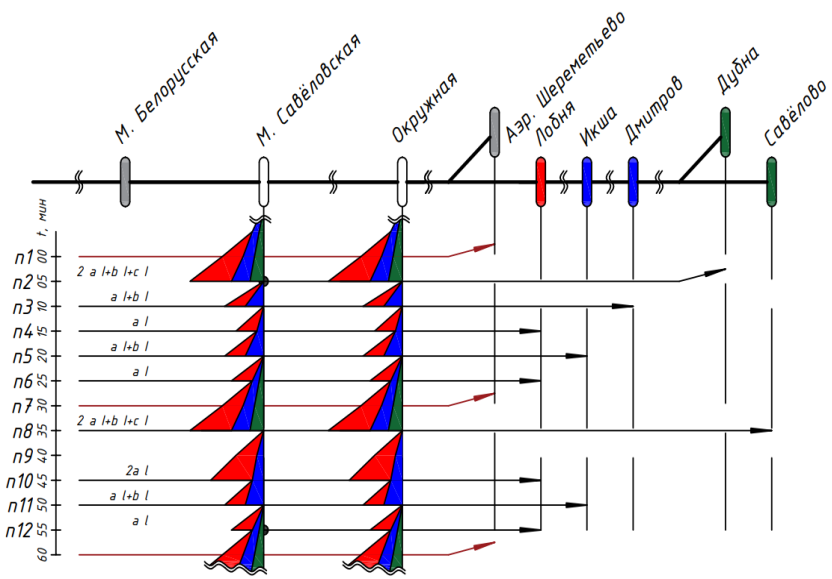
где $\gamma_p^{n_i}$ – относительная доля пассажиропотока в момент отправления n_i к выбранной группе пассажиров;$\sum_{n_i}^{m} \alpha_p^{n_i}$ – сумма долей пассажиров за рассматриваемый период;m – количество ниток графика за рассматриваемый период.

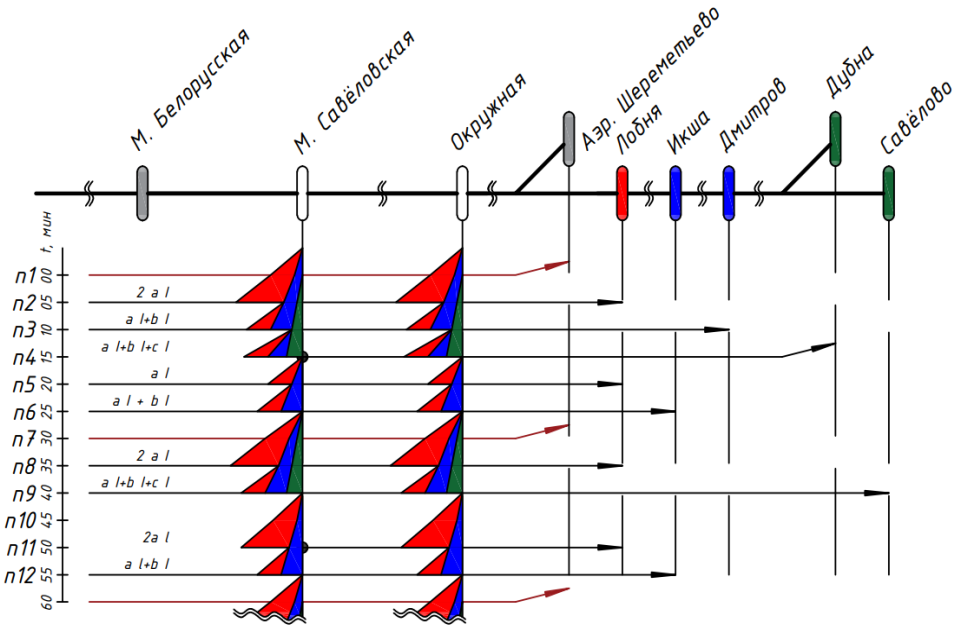
Изменение системы пропуска электропоездов в такте

Временная эффективность провозной способности:

$$\mu^{j,k}(n_i) = \frac{a^{j,k}_{\text{потреб}}}{a^{j,k}_{\text{наличн}}}$$

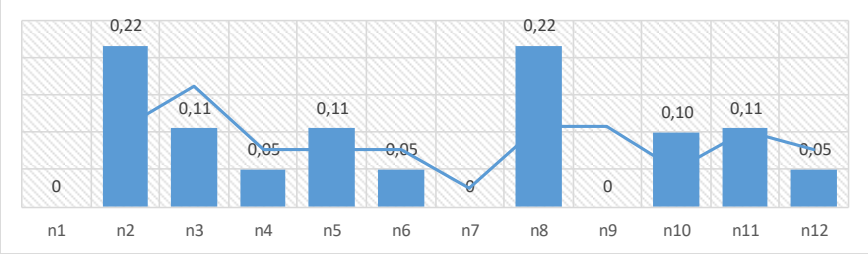
где $a^{j,k}_{\text{потреб}}$ – потребная емкость подвижного состава на момент его отправления от рассматриваемой станции для выбранной категории пассажиров; $a^{j,k}_{\text{наличн}}$ – наличная емкость подвижного состава на момент его отправления от рассматриваемой станции для выбранной категории пассажиров; j – рассматриваемая категория пассажиров различных корреспонденций или их совокупность; k – рассматриваемый раздельный пункт; n_i – порядковый номер нитки поезда в графике движения за рассматриваемый период $n_i \in [1; \frac{t_1 - t_0}{I}]$; t_1 – момент времени окончания рассматриваемого периода; t_0 – момент времени начала рассматриваемого периода; I – межпоездной интервал на рассматриваемом участке, ограниченный СИР или путевым развитием головных и оборотных станций.

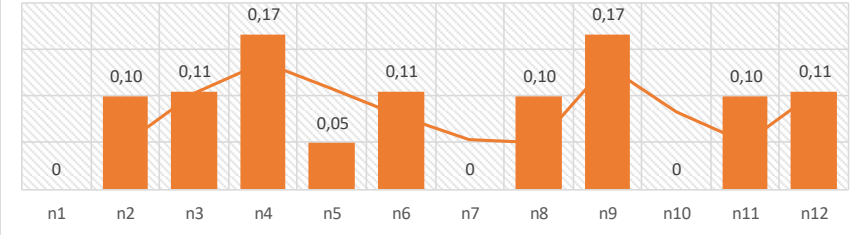




Выполнено моделирование работы участка Москва - Дмитров и процесса накопления пассажиропотока при существующем и при предлагаемом порядке пропуска электропоездов в такте.
Загрузка составов, оцененная с помощью статистического анализа, стала более равномерной.

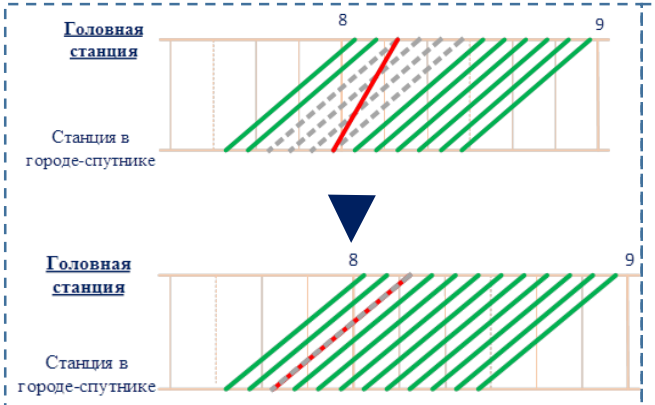
Результаты моделирования загрузки подвижного состава

Рассматриваемая характеристика	***Существующее положение***												***Всего***
													
	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	n10	n11	n12	
Относительная доля пассажиропотока в вечерний час пик	-	0,3611	0,1759	0,0833	0,1759	0,0833	-	0,3611	-	0,1667	0,1759	0,0833	***1,666667***
Приведенная доля пассажиропотока в вечерний час пик	-	0,22	0,11	0,05	0,11	0,05	-	0,22	-	0,10	0,11	0,05	***1***
Назначения a	-	2	1	1	1	1	-	2	-	2	1	1	***12***
Назначения b	-	1	1	0	1	0	-	1	-	0	1	0	***5***
Назначения c	-	1	0	0	0	0	-	1	-	0	0	0	***2***
Вероятность отправки (αi)	-	0,1111	0,1111	0,1111	0,1111	0,1111	-	0,1111	-	0,1111	0,1111	0,1111	***1***
Математическое ожидание загрузки подвижного состава M(βp)	-	0,0241	0,0117	0,0056	0,0117	0,0056	-	0,0241	-	0,0111	0,0117	0,0056	***0,111111***
Дисперсия загрузки подвижного состава D(βp)	-	0,0008	0,0011	0,0012	0,0011	0,0012	-	0,0008	-	0,0011	0,0011	0,0012	***0,009801***

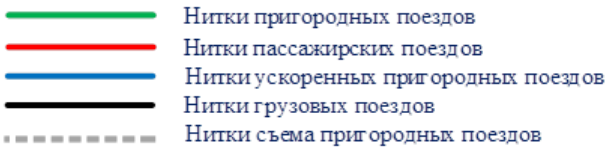
Рассматриваемая характеристика	***Моделируемый вариант***												***Всего***
													
	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	n10	n11	n12	
Относительная доля пассажиропотока в вечерний час пик	-	0,1667	0,1759	0,2778	0,0833	0,1759	-	0,1667	0,2778	-	0,1667	0,1759	***1,666667***
Приведенная доля пассажиропотока в вечерний час пик	-	0,10	0,11	0,17	0,05	0,11	-	0,10	0,17	-	0,10	0,11	***1***
Назначения a	-	2	1	1	1	1	-	2	1	-	2	1	***12***
Назначения b	-	0	1	1	0	1	-	0	1	-	0	1	***5***
Назначения c	-	0	0	1	0	0	-	0	1	-	0	0	***2***
Вероятность отправки (αi)	-	0,1111	0,1111	0,1111	0,1111	0,1111	-	0,1111	0,1111	-	0,1111	0,1111	***1***
Математическое ожидание загрузки подвижного состава M(βp)	-	0,0111	0,0117	0,0185	0,0056	0,0117	-	0,0111	0,0185	-	0,0111	0,0117	***0,111111***
Дисперсия загрузки подвижного состава D(βp)	-	0,0011	0,0011	0,0010	0,0012	0,0011	-	0,0011	0,0010	-	0,0011	0,0011	***0,009769***

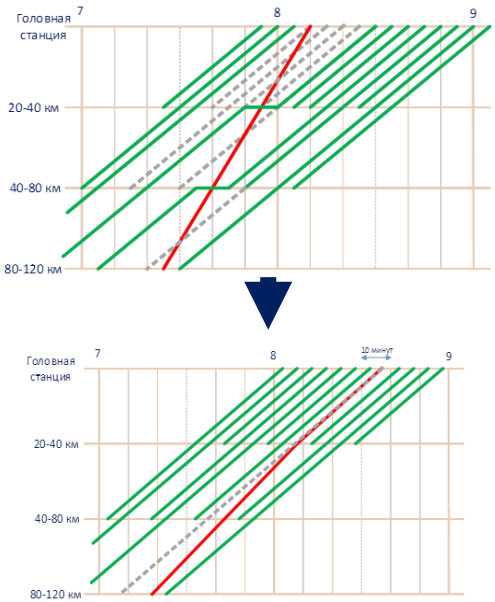
Повышение приоритетности движения ПГЭП

Система приоритетности пропуска поездов в графике движения (ГДП) нуждается в актуализации при максимизации использования пропускной способности пригородно-городским и внутригородским движением электропоездов

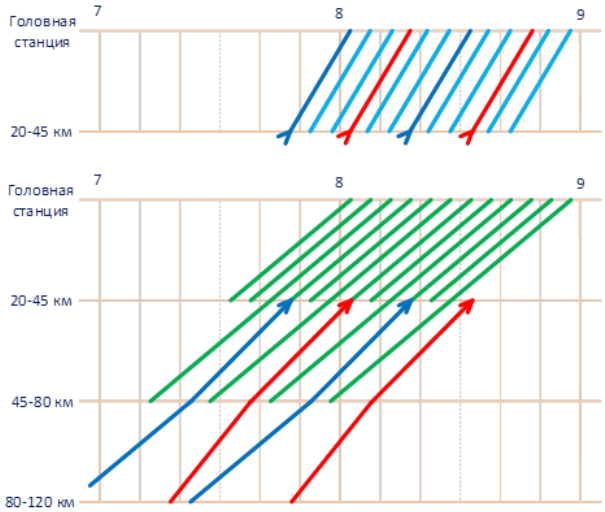


От плотных непараллельных к плотным параллельным ГДП





От зонных непараллельных к зонным плотным ГДП

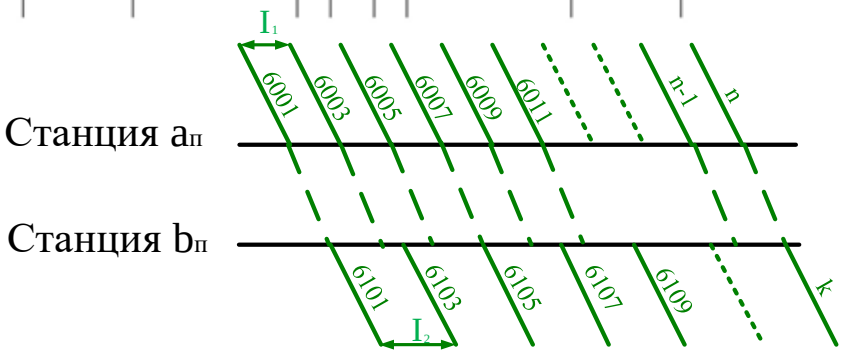


От хаотичного использования главных путей к чёткой специализации по видам движения и зонному плотному ГДП на 4-х путных участках

Принципы диаметрализации перевозок при объединении радиусов в диаметры

Формирование диаметральной маршрутной сети ПГЭП приводит к необходимости интеграции перевозок инфраструктурно и технологически различающихся железнодорожных участков

Участки диаметрального маршрута



5 вариантов стыковки «ниток» графика

$$|A_{пп}| \equiv |B_{пп}|$$
$$|A_{пп}| > |B_{пп}|;\ |A_{пп}| \nmid |B_{пп}|$$
$$|A_{пп}| < |B_{пп}|;\ |A_{пп}| \nmid |B_{пп}|$$
$$|A_{пп}| > |B_{пп}|;\ |A_{пп}| \mid |B_{пп}|$$
$$|A_{пп}| < |B_{пп}|;\ |A_{пп}| \mid |B_{пп}|$$

Число поездов в тактах ГДП стыкуемых радиальных направлений неизменно, следовательно необходимо часть поездов не пропускать на диаметральный маршрут, а оставшиеся пропустить через участок перехода, в том числе и с замедлением времени хода на величину от 0 до $(I_2 - I_1)$

Затем осуществить перебор вариантов соединения поездов тактов обоих участков с оценкой суммарных затрат поездо-часов $\sum t_{min} = \sum(t_k^b - t_n^a)$,

Способы замедления электропоездов при сшивке диаметров

После выбора оптимального варианта соединения ниток ГДП двух смежных радиальных направлений необходимо рационально распределить время замедления поезда при проследовании его по центральному участку $(a_{ц} - b_{ц})$. Возможны 4 технологических варианта организации замедленного пропуска электропоезда через центральный участок:

1.Увеличение времени стоянки на наиболее пассажиронапряжённых остановочных пунктах

минимизация суммы пассажирочасов в движении $\sum \boldsymbol{A_{пасс} t \rightarrow min}$

2. Равномерное увеличение времени хода по всем перегонам центрального участка

минимизация расходов на проследование участка $\sum Э \rightarrow \min$

3. **Увеличение времени стоянки на станциях, ограничивающих участок перехода**

Минимизация суммы поездочасов на радиальных участках $\sum Nt \rightarrow \min$

4. Комбинирование перечисленных 3 вариантов

Технология работы зонных станций при сверхинтенсивном движении ПГЭП

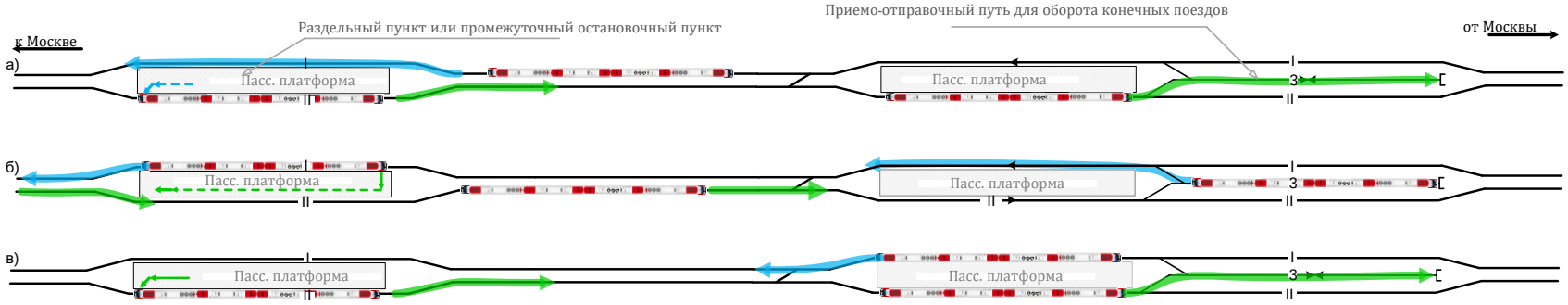
Типовые схемы зонных станций и классическая технология их работы не удовлетворяют требованиям к интенсивному движению ПГЭП и имеют недостатки:

- Завышенное время на приём электропоездов под красный сигнал светофора;
- Завышенное время на уборку состава электропоезда с главных путей на пути оборота;
- Наличие враждебных пересечений.

Выполнена классификация существующих схем зонных станций и определена их пропускная способность.

Разработаны новые технологии ускоренного оборота электропоездов за зонных станциях

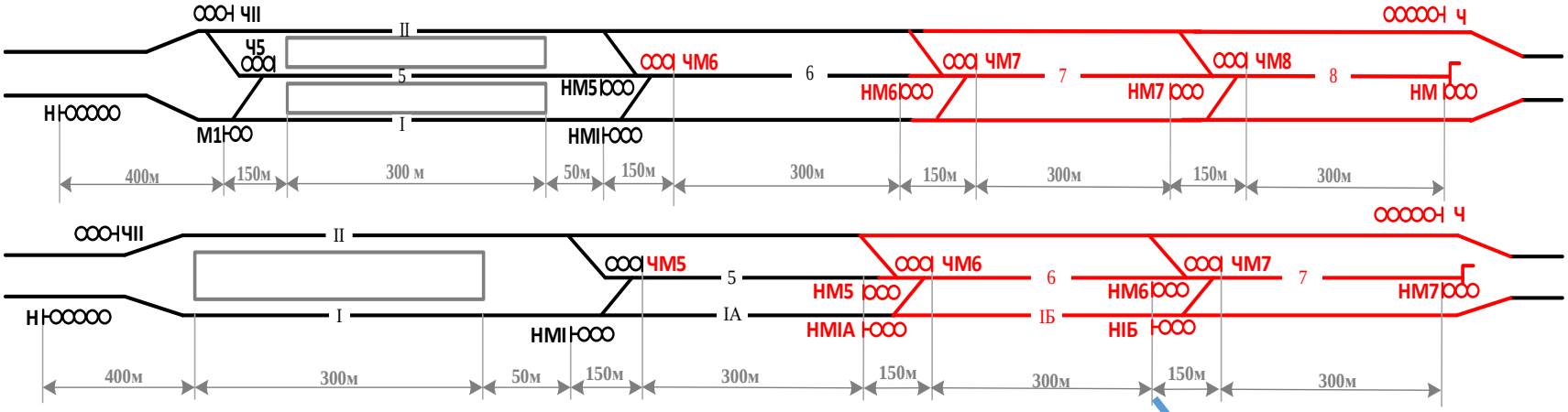
- незакреплённая езда с чередованием локомотивных бригад на зонных станциях;
- незакреплённая езда с чередованием локомотивных бригад на предшествующих зонным станциях остановочных пунктах;
- использование дополнительной маневровой локомотивной бригады на зонной станции.



Выбор оптимальной технологии ускоренного оборота электропоездов следует выполнять по критерию максимизации прямого экономического эффекта

Разработка типовых специализированных схем пунктов оборота ПГЭП при максимизации использования пропускной способности

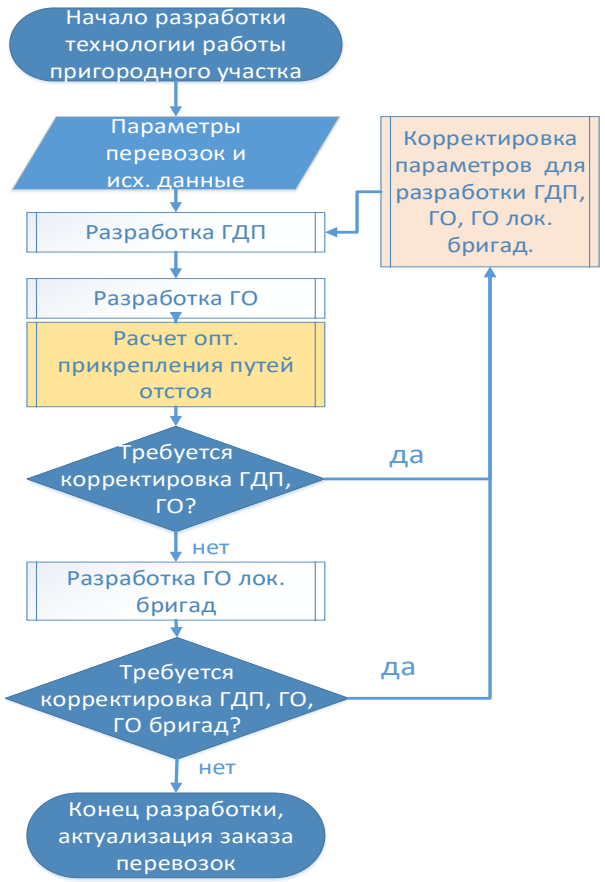
Интенсификация движения ПГЭП с перспективой внедрения 2,5-3 минутных межпоездных интервалов требует формирования специализированных высокопроизводительных зонных станций. В новых схемах путевого развития зонных станций предлагается нововведение – зонный оборотный путь (тупик) удлиняется и секционируется до 2-3 последовательно расположенных путей с выходами на главные пути.



Выполняемые операции	Существующие Типовые схемы			Секционированный зонный тупик
	1 тип (последовательное расположение устройств)	2 тип (параллельное расположение устройств)	3 тип (комбинированное расположение устройств)	
Приём конечного и перестановка с гл. пути, мин	7	3	3-7	3 (занятие)+ 6 маневровые передвижения
Подача под посадку, мин	5	3	3-6	4
Мощность станции с 1 путём (поездов/час)	3	3	6	6
Мощность станции с 2 путями (поездов/час)	6	6	9	6

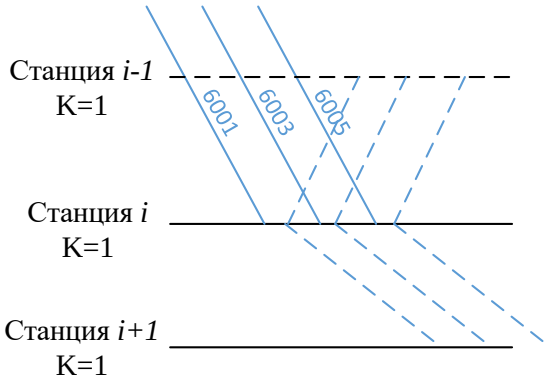
Расстановка составов во внепиковый и ночной отстой

<u>Предлагаемый алгоритм разработки ГДП и др. технологической документации</u>



Суточная неравномерность в дневной и в ночной периоды определяет потребность в снятии с линии части электропоездов и расстановке этих составов на пригородном участке по путям отстоя.

Для этого используются зонные пути, перронные пути или приёмоотправочные пути. Электропоезда не оставляются на станциях (*i*), где они заканчивают свои пассажирские маршруты, а направляются на другие станции (*i*-1 или *i*+1), где есть оборудованные и/или охраняемые пути отстоя, что приводит к появлению перепробегов электропоездов, а это в условиях интенсивного движения ПГЭП даёт значительные суммы эксплуатационных затрат



Необходима разработка метода решения задачи оптимизации мест размещения и ёмкости мест отстоя электропоездов

В процедуру разработки технологической документации предлагается ввести дополнительный этап по расчёту оптимального прикрепления составов к путям отстоя

Формализация задачи выбора мест размещения и ёмкости мест отстоя электропоездов

Задача может быть решена методами исследования операций и формализована в виде задачи линейного программирования об оптимальных назначениях.

Исходные данные:

Матрица оценок стоимости прикрепления составов электропоездов *i*, следующих в *l*-ом направлении, к путям отстоя *j* станции *k* выраженные суммой приведенных затрат

$P_{ij}^{kl} = P_{i\,\text{экспл}}^{b-j} + P_{k\,\text{кап}}^{j}$, руб

$P_{i\,\text{экспл}}^{b-j}$ - приведенные эксплуатационные затраты на прикрепление *i*-ого состава к *j*-му пути, руб/состав;

$P_{k\,\text{кап}}^{j}$ - приведенные капитальные затраты на обустройство *j*-ого пути отстоя.

Матрица прикрепления составов электропоездов к путям отстоя

Станция k	Номер пути отстоя j	Номер состава I_l									
		Четное направление ($l = 1$)					Нечетное направление ($l = 2$)				
		1	2	3	…	I_1	1	2	3	…	I_2
1	1										
	…										
	G_1										
2	1										
	…										
	G_2										
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
K	1										
	…										
	G_K										

Обозначение факта прикрепления состава электропоезда через булевские переменные

$$x_{ij}^{kl} = \begin{cases} 1, \text{если } i - \text{й состав } l - \text{ого направления прикрепляется} \\ \text{к } j - \text{ому пути на } k - \text{й станции;} \\ 0, \text{в противном случае.} \end{cases}$$

при: $i = 1, \dots I_l; k = 1, \dots K; j = 1, \dots G_k; l = 1,2$

Ограничение прикрепления состава электропоезда к одному пути

$$\begin{cases} \sum_{l=1}^{2} \sum_{i=1}^{I_l} x_{ij}^{kl} = 1, \forall k, j \\ \sum_{k=1}^{K} \sum_{j=1}^{G_k} x_{ij}^{kl} = 1, \forall i, l \end{cases}$$

Целевая функция минимума суммарных затрат на прикрепление составов электропоездов

$$F = \sum_{k=1}^{K} \sum_{l=1}^{2} \sum_{j=1}^{G_k} \sum_{i=1}^{I_l} (P_{ij}^{kl} * x_{ij}^{kl}) \to min$$

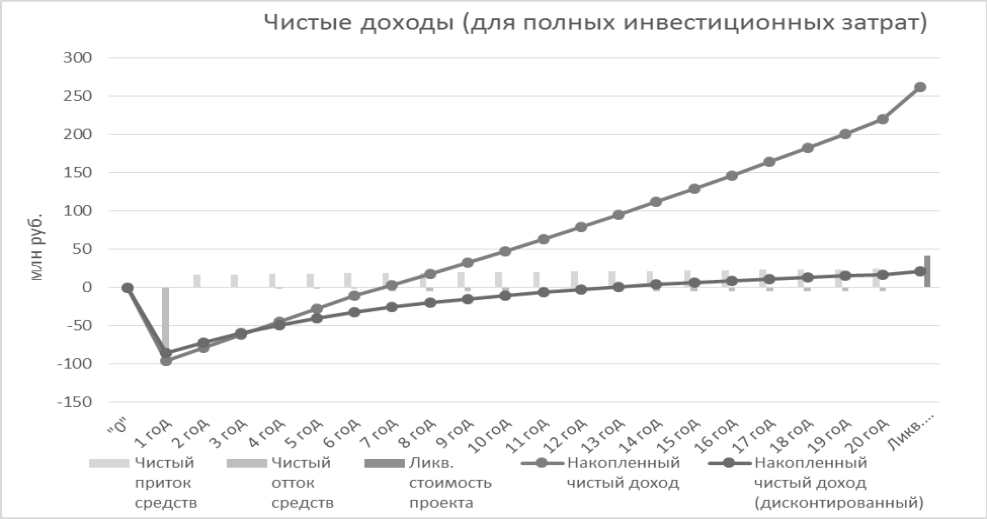
Оценивается прикрепление заданного числа составов электропоездов к существующим и перспективным (ещё не построенным) путям отстоя

Апробация разработанных положений

Методом укрупнённых сметных расчётов определена стоимость сооружения пункта отстоя электропоездов из 3 путей. Она составила 80,1 млн. руб.
Экономический эффект от данного строительства для заказчика перевозки можно определён по формуле:

$$\text{Эффект} = (m * l * \text{Ц}) * 365 = 15{,}6 \text{ млн. руб.}$$

Исходные данные: *T* –средняя стоимость вагоно-часа работы электропоезда Ласточка, руб/час *(T=282 руб/час); L* – средняя стоимость вагоно-километра пробега электропоезда Ласточка, руб/км *(L=49 руб/км);* U – средняя маршрутная скорость движения электропоезда по пригородному участку, км/ч *(U= 55 км/ч)*; *k* – число вагонов в составе поезда *(k=10)*; *B* – стоимость бригадо-часа работы локомотивной бригады электропоезда Ласточка, руб/час *(B=1550 руб./ час).*



Рассчитана экономическая эффективность сооружения трёх специализированных путей отстоя электропоездов на модельном примере в условиях Московского транспортного узла.
NPV= 20,65 млн. руб
IRR = 16,5%
При ставке дисконтирования 12,8%, горизонте расчёта 20 лет, норме амортизации в 2,5%/год и сроке полезного использования 40 лет.

Апробация разработанных положений

Для Рижского направления МТУ апробирована методика расчёта мест размещения и ёмкости путей отстоя ПГЭП. экономия затрат составляет **177 млн рублей** в год без уч. дисконтирования

Результаты расчётов при введении новых путей

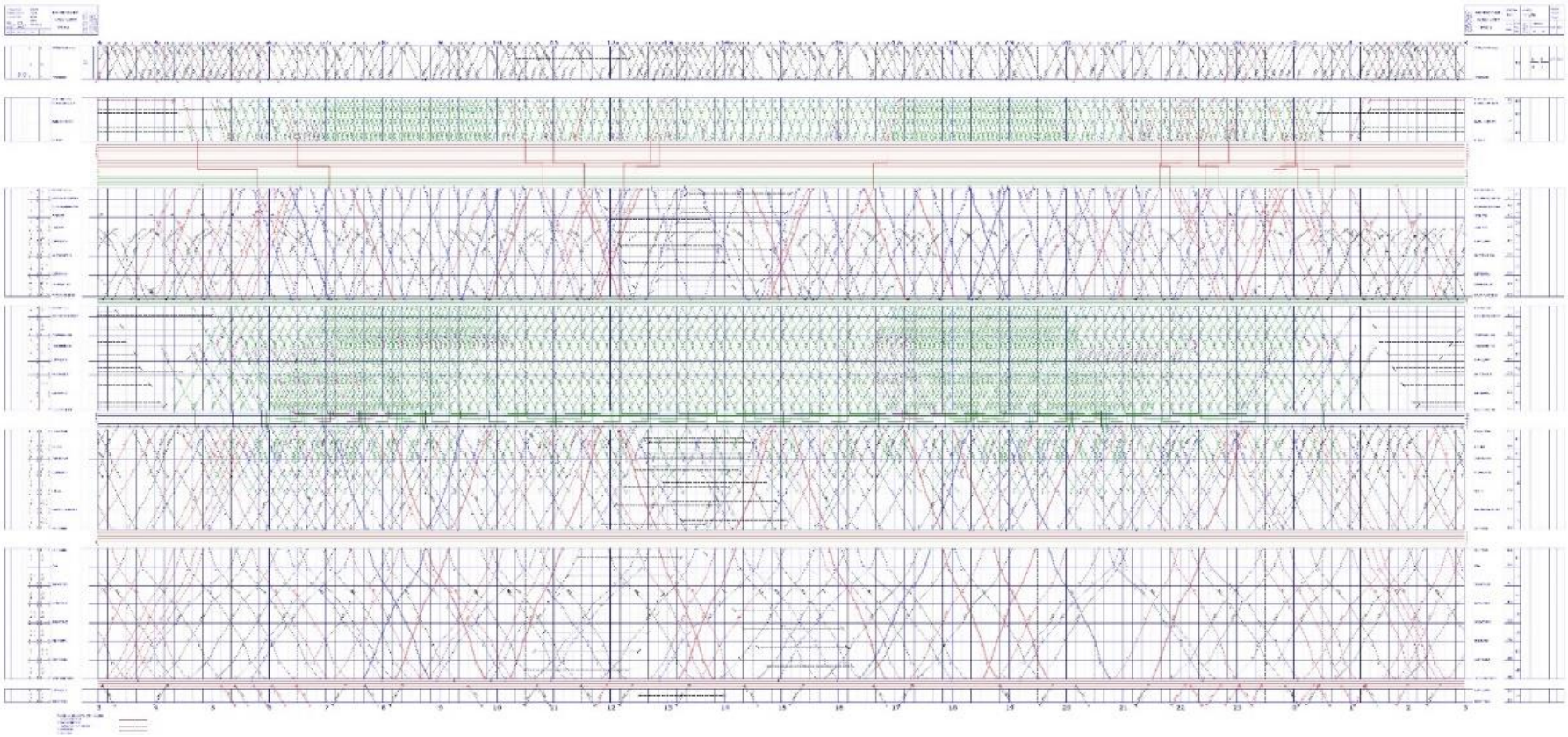
Наименование раздельного пункта	Прикрепление подвижного состава к выбранному пути										Ограничения	Фактическое значение	Потребное количество дополнительных главных путей	Приведенная стоимость постановки подвижного состава на отстой										Всего в строке
	Москва-Рижская	Подмосковная	Тушино	Нахабино	Дедовск	Новоиерусалимская	Холщёвики	Румянцево	Волоколамск	Шаховская				Москва-Рижская	Подмосковная	Тушино	Нахабино	Дедовск	Новоиерусалимская	Холщёвики	Румянцево	Волоколамск	Шаховская	
Москва-Рижская	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	1	172 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	208 829
Подмосковная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Тушино	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Нахабино	0	0	0	11	2	0	0	3	0	0	17	16	0	0	0	0	473 000	91 732	0	0	216 843	0	0	781 575
Дедовск	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0		0	0	0	56 955	0	0	0	0	93 784
Новоиерусалимская	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	129 000	0	0	0	0	129 000
Холщёвики	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Румянцево	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	43 000	0	0	79 829
Волоколамск	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129 000	0	129 000
Шаховская	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60 631	86 000	146 631
Всего	4	0	0	11	2	4	0	4	4	2	31	31	110487	172 000	0	0	473 000	91 732	185 955	0	259 843	189 631	86 000	**1 568 648**

Результаты расчётов на существующее положение

Наименование раздельного пункта	Прикрепление подвижного состава к выбранному пути										Ограничения	Фактическое значение	Потребное количество дополнительных главных путей	Приведенная стоимость постановки подвижного состава на отстой										Всего в строке
	Москва-Рижская	Подмосковная	Тушино	Нахабино	Дедовск	Новоиерусалимская	Холщёвики	Румянцево	Волоколамск	Шаховская				Москва-Рижская	Подмосковная	Тушино	Нахабино	Дедовск	Новоиерусалимская	Холщёвики	Румянцево	Волоколамск	Шаховская	
Москва-Рижская	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	3	0	129 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129 000
Подмосковная	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	17	2	0	0	0	0	0	0	0	0	178 978	0	0	178 978
Тушино	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Нахабино	1	0	0	9	1	0	0	2	4	0	32	17	0	64 219	0	0	387 000	45 958	0	0	146 442	408 624	0	1 052 243
Дедовск	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Новоиерусалимская	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	18	3	0	0	0	0	0	0	129 000	0	0	0	0	129 000
Холщёвики	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Румянцево	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Волоколамск	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	18	3	0	0	0	0	102 156	0	0	0	0	0	122 394	224 550
Шаховская	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	18	3	0	0	0	0	120 353	117 395	102 992	0	0	0	0	340 740
Всего	4	0	0	11	2	4	0	4	4	2	31	31	0	193 219	0	0	609 509	163 353	231 992	0	325 420	408 624	122 394	**2 054 510**

В данном примере эффект формируется за счёт сооружения трёх дополнительных путей отстоя на станциях М-Рижская, Дедовск и Румянцево

Апробация разработанных положений на примере Курско-Рижского диаметрального направления МТУ



Графо-аналитическое моделирование работы Курско-Рижского диаметрального маршрута ПГЭП в результате чего апробированы предложенные подходы к организации движения поездов:

-Выстраивание сводного 60-минутного такта в пиковые периоды и 120-минутного такта в непиковые;

-Перенос технологического перерыва на ночное время;

-Выдерживание специализации главных путей и сохранение грузовой работы;

-Диаметрализация движения пригородно-городских поездов

спасибо за внимание!