

## УПРАВЛЕНИЕ И ЛОГИСТИКА НА ТРАНСПОРТЕ

УДК 656.2.003 + 06

DOI 10.46973/0201-727X\_2023\_2\_189

*И. С. Абдуллаев***КЛАСТЕРИЗАЦИЯ СЕТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ КАК ИНСТРУМЕНТ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

**Аннотация.** Рассмотрен вопрос оптимизации параметров проектирования объектов инфраструктуры. Проанализированы возможные признаки, по которым можно сгруппировать отдельные участки и направления железных дорог в кластеры, определены наиболее приоритетные из них применительно к вопросу проектирования. Исходя из задач, которые должны решать кластеры внутри полигонов, а также ряда принципов, сформулированных для выделения кластеров из полигонов железных дорог, предложен новый подход, который позволит синхронизировать процесс проектирования с перевозочным процессом. Кластеризация позволит повысить эффективность вложения финансов в развитие железнодорожной инфраструктуры и создать предпосылки для автоматизации процесса формирования набора технических и технологических параметров объектов.

**Ключевые слова:** железнодорожный кластер, алгоритм выбора параметров развития сети железных дорог, повышение эффективности развития инфраструктуры, полигонное проектирование.

**Для цитирования:** Абдуллаев, И. С. Кластеризация сети железных дорог как инструмент оптимизации параметров проектирования объектов инфраструктуры / И. С. Абдуллаев // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2023. – № 2. – С. 189–196. – DOI 10.46973/0201-727X\_2023\_2\_189.

**Введение**

Железнодорожный транспорт в России – это один из крупнейших железнодорожных комплексов в мире с общей протяженностью эксплуатационной длины путей свыше 122 тыс. км. По состоянию на 2019 год железные дороги имеются в 80 из 85 регионов России от Калининграда до Сахалина, а это целых 9 часовых поясов. Для повышения управляемости транспортным комплексом вся железнодорожная сеть разделена на отдельные железные дороги, границы которых проходят, как правило, по границам субъектов Российской Федерации. Это позволяет повысить эффективность взаимодействия руководителей железных дорог с главами субъектов РФ и решать ряд общехозяйственных задач на местном уровне.

В то же время каждая железная дорога – это отдельный филиал ОАО «РЖД» со своими эксплуатационными и экономическими показателями, а также политикой руководителей железных дорог по их выполнению на местах. Не всегда политика на местах, особенно на стыках железных дорог, направлена на выполнение единого «сквозного» технологического процесса и повышение эффективности работы всего железнодорожного транспорта. Поэтому для повышения производительности локомотивного комплекса, оптимизации технологических потерь от предоставления «окон» для ремонта инфраструктуры, улучшения эксплуатационных показателей сети железных дорог и реализации федеральных задач по модернизации инфраструктуры для вывоза экспортных грузов из центра России в порты и погранпереходы были выделены полигоны железных дорог [2, 3].

Параметры проектирования новых и реконструируемых объектов инфраструктуры при этом должны быть достаточными для обеспечения потребностей перспективной технологии работы участков, направлений и полигонов железных дорог, но не быть избыточными. Это сложно контролируемая задача, так как она далеко не всегда решается в границах одной железной дороги, а в границах целого полигона набор параметров проектирования должен меняться в зависимости от специфики поставленных перед ним задач. Как следствие, объекты одного направления могут иметь разные проектные скорости движения, подходы к развитию станций и системы централизации и блокировки, обеспечивающие межпоездной интервал. Безусловно, эти факты единичные, так как при проектировании объектов

одного инвестиционного проекта в одни и те же годы реализации логика «сквозного» технологического процесса прослеживается всеми участками инвестиционной деятельности. Однако, учитывая большое количество проектных институтов, сменяемость непосредственных исполнителей подразделений, работающих с предпроектной документацией, различные годы реализации объектов и огромное их разнообразие, риски появления не синхронизированных между собой параметров проектирования объектов на схожих по каким-либо условиям участках инфраструктуры довольно велики [1, 4].

### *Основная часть*

Решением проблемы может стать условное выделение из полигонов кластеров. Кластер – это объединение нескольких однородных элементов, которое может рассматриваться как самостоятельная единица, обладающая определенными свойствами. Значит, для формирования кластеров необходимо понимать признаки однородности.

Анализ возможных признаков, по которым можно сгруппировать отдельные участки и направления в кластеры, показал, что их может быть большое количество:

- единая технология (пропуск транзитного грузопотока, преимущественные пассажирские, высокоскоростные или контейнерные перевозки, массовая погрузка, экспорт, внутригородские перевозки и т.д.);
- участки зарождения и погашения массового пассажиропотока;
- точки зарождения или погашения грузов;
- общие показатели (эксплуатационные, технические, инфраструктурные и т.д.);
- единые климатические условия;
- идентичные топографические условия;
- общие ценовые параметры, формирующие стоимость объектов;
- социально-экономические особенности (перспективная ветка на Магадан, проекты продления диаметров МЖД до границ Московской области);
- различные формы собственности (отдельные железнодорожные ветки ООО «ЭльгаУголь», ООО «СПХ»);
- особенности размещения (остров Сахалин, Калининградская железная дорога);
- применение особых инновационных или экспериментальных методов организации движения поездов или управления на транспорте (интервальное регулирование движения поездов с применением «виртуальной» сцепки, высокоскоростное движение по выделенной инфраструктуре);
- стратегические особенности (проекты развития Арктической зоны, строительство моста на остров Сахалин);
- политические особенности (строительство железнодорожной ветки Журавка – Миллерово в обход территории Украины, строительство мостового перехода в Крым);
- очень крупные железнодорожные узлы (Московский, Санкт-Петербургский);
- единый полигон развития инфраструктуры для мультимодальных перевозок;
- взаимодействие с сопредельными государствами (железнодорожные пограничные переходы, морские порты);
- железнодорожные подходы к крупным промышленным предприятиям;
- особенности плана формирования поездов;
- особенности графика движения поездов;
- общие проблемы различного характера (природоохранная зона, плотность городской застройки, экологические особенности, отчуждение территорий под строительство железнодорожной инфраструктуры и т.п.).

Наиболее приоритетные признаки должны определяться, исходя из поставленной перед кластером задачи. Так, например, применительно к задаче оптимизации параметров проектирования объектов железнодорожной инфраструктуры из 20 приведенных признаков определяющими будут являться технологический, топографический, климатический и географический.

Исходя из вышеуказанного, можно дать определение кластера применительно к железнодорожному транспорту. Кластер – это часть полигона железной дороги, состоящая из множества объектов инфраструктуры, объединенных общими технологическими, климатическими, топографическими, географическими и другими признаками, предназначенная для решения уникальных задач по достижению общей цели работы полигона. При этом целью работы полигона является достижение экономических и технологических показателей, поставленных Правительством Российской Федерации.

Каким же образом выделение кластеров из полигонов железных дорог по тем или иным признакам могут оказать положительное влияние на работу железнодорожного транспорта? Параметры проектирования должны полностью соответствовать перспективным технологическим потребностям кластера и быть идентичными (синхронизированными) на всем его протяжении для реализации «бесшовной» работы всего направления, узла или участка. А перспективная технология работы кластера должна отвечать требованиям государственных и корпоративных задач. Таким образом, определение оптимальных параметров объектов проектирования железнодорожной инфраструктуры и контроль их согласованности между собой через выделение кластеров из полигонов может повысить эффективность решения поставленных перед железнодорожным транспортом задач без перерасхода на необоснованное развитие.

Важно отметить, что задачи должны ставиться не только перед полигоном, но и перед каждым кластером, так как в противном случае развитие инфраструктуры может либо не отвечать всем требованиям, предъявляемым к железнодорожному транспорту, либо носить избыточный характер. Так, в Юго-Западный полигон входит как грузовое транзитное направление от Волгограда до портов Таманского полуострова, так и перспективное скоростное пассажирское направление Центр – Юг. Очевидно, что задачи, поставленные перед данными кластерами внутри одного полигона, совершенно разные, соответственно, перспективная технология и набор параметров для проектирования объектов инфраструктуры данных направлений должны быть направлены на решение уникальных задач. Приведем пример таких задач, которые должны решать кластеры внутри полигона.

1 Обеспечение перевозки пассажиров. Эффектами решения данной задачи будут являться: рост ВВП, объединение субъектов РФ, различных экономических зон, поднятие престижа страны, удовлетворение потребностей населения.

2 Обеспечение плана погрузки или выгрузки. Эффекты: формирование экономической базы, предоставление рабочих мест, пополнение бюджета региона и страны, поддержка бизнеса и градообразующих предприятий, развитие субъекта РФ.

3 Обеспечение транзитных перевозок. Эффекты: выполнение народно-хозяйственных задач, выполнение внешних экономических и политических обязательств по экспорту и импорту, предоставление услуг инфраструктуры для транзита через РФ другим странам, конкурентная борьба с другими видами транспорта, удовлетворение спроса на перевозки грузоотправителей, грузополучателей и операторов подвижного состава.

4 Обеспечение стратегических задач. Эффекты: выполнение плана военных перевозок, специальных перевозок, освоение новых территорий, повышение эффективности взаимодействия с другими государствами, создание стратегических преимуществ на перспективу, укрепление государственных границ и территориальной целостности.

5 Обеспечение внутригородских перевозок. Эффекты: обеспечение жизнедеятельности города, удовлетворение потребностей пассажира (населения) и бизнеса (грузоотправителей), повышение качества (сервис, экология, логистика) предоставления услуг и развитие мультимодальных перевозок.

При определении кластеров следует придерживаться следующих рекомендаций и принципов:

1) основной приоритет – характер выполняемой или планируемой работы и принцип единой технологии. Границы кластеров определяются, исходя из технологии, и должны проходить по техническим (участковым, сортировочным, грузовым или пассажирским) станциям, при этом они могут не совпадать с границами железных дорог;

2) для выбора общих признаков и задач кластеров наиболее эффективно использовать метод экспертных оценок с привлечением специалистов разного профиля;

3) при использовании нескольких кластеров для пропуска единого вагонопотока должны применяться единые подходы и методы проектирования. Для этого целесообразно привлекать один проектный институт, наиболее подходящий по компетенциям для работы с конкретным кластером;

4) для каждого выбранного кластера должны быть определены свои технические и технологические параметры, задачи и перспективы развития, которые будут способствовать достижению общей цели полигона сети железных дорог.

Используя данные принципы и четыре признака (технологический, топографический, климатический и географический), всю сеть железных дорог можно представить в виде 37 кластеров с привязкой к четырем полигонам с определением основных технических и технологических параметров

(норма массы, норма длины, скорости движения поездов, межпоездные интервалы) для проектирования объектов железнодорожной инфраструктуры (таблица).

### Применение кластеров для формирования параметров проектирования объектов

№	Наименование кластера	Технология работы	Топография	Климат	Расположение	Норма массы, тонн			Норма длины, м			Скорости движения груз./пасс., км/ч			Межпоезд. интервал, мин		
						6000	6300 - 7100	>7100	850	1050	1500	90/120	90/140	>140	10	8	56
1	Сахалин	местная работа	побережье	прохладный	островное												
				влажный													
2	Хабаровск - Находка	экспорт	равнина	влажный	приграничное												
			горы		природо-охранная зона												
			побережье														
3	Комсомольск-Сортировочный - Ванино	экспорт	горы	холодный	внутри страны												
			побережье	влажный													
4	Тайшет - Хабаровск	пасс/конт	равнина	прохладный	внутри страны												
		транзит	горы	сухой	природо-охранная зона												
5	Тында - Комсомольск-Сортировочный	транзит	равнина	холодный	внутри страны												
		погрузка	горы														
			мерзлота														
6	Тайшет - Тында	транзит	равнина	холодный	внутри страны												
			горы														
7	Мариинск - Тайшет	пасс/конт	равнина	прохладный	внутри страны												
		транзит															
8	Междуреченск - Тайшет	транзит	равнина	прохладный	внутри страны												
		погрузка	горы														
9	Мариинск / Междуреченск - Входная	погрузка	равнина	прохладный	внутри страны												
		местная работа		сухой													
		транзит															
10	Новосибирск - Кемерово - Томск	пасс/конт	равнина	прохладный	внутри страны												
		транзит		сухой													

Продолжение табл.

11	Входная - Тюмень - Екатеринбург	пасс/конт	равнина	прохладный	внутри страны															
		транзит		сухой																
12	Входная - Курган – Екатеринбург / Челябинск	транзит	равнина	умеренный	не РЖД/не РФ															
				сухой																
13	Екатеринбург – Пермь / Соликамск, Тюмень - Сургут	погрузка	равнина	холодный	внутри страны															
		местная работа	горы																	
			мерзлота																	
14	Сургут - Новый Уренгой - СШХ - Обская - Коноша	транзит	мерзлота	холодный	внутри страны															
					не РЖД/не РФ															
15	Пермь - Волховстрой	транзит	равнина	прохладный	внутри страны															
16	Екатеринбург - Казань - Орехово-Зуево	пасс/конт	равнина	умеренный	внутри страны															
		транзит																		
17	Вологда - Обозерская – Беломорск / Архангельск	транзит	болото	холодный	внутри страны															
			мерзлота																	
18	ЦТУ (внутри БМО)	внутригородское	равнина	умеренный	внутри страны															
		пасс/конт			природо-охранная зона															
		местная работа																		
19	БМО – Ярославль / Нижний Новгород	пасс/конт	равнина	умеренный	внутри страны															
		транзит																		
20	БМО - Смоленск - Красное	пасс/конт	равнина	умеренный	приграничное															
		экспорт																		
21	БМО – Курск / Брянск	пасс/конт	равнина	умеренный	внутри страны															
		местная работа																		
22	БМО - Санкт-Петербург ЖУ	ВСМ	равнина	умеренный	внутри страны															
		пасс/конт																		
23	Дмитров (БМО) - Сонково - Мга	транзит	равнина	умеренный	внутри страны															
24	БМО - Ржев - Новосокольники - Дно	транзит	равнина	умеренный	внутри страны															
					приграничное															
25	Волховстрой – Лужская / Высоцк / Ивангород / Светогорск	экспорт	равнина	умеренный	приграничное															
					природо-охранная зона															
26	Ярославль - Сонково - Бологое - Дно - Санкт-Петербург	транзит	равнина	умеренный	внутри страны															

Окончание табл.

27	Санкт-Петербург ЖУ (между СВО и ЮЗО, Лигово - Ораниенбаум)	внутригород ское	равнина	умеренный	внутри страны															
		пасс/конт	побережье			природо- охранная зона														
		местная работа																		
28	Санкт-Петербург ЖУ – Псков / Новгород / Выборг	пасс/конт	равнина	умеренный	внутри страны															
		местная работа				приграничное														
29	Волховстрой - Петрозаводск - Беломорск	транзит	равнина	прохладный	внутри страны															
		пасс/конт	болото																	
30	Беломорск - Мурманск	погрузка	болото	холодный	внутри страны															
		экспорт	мерзлота																	
		местная работа																		
31	Калининградская ж.д.	экспорт	равнина	умеренный	островное															
		пасс/конт				приграничное														
32	Челябинск - Уфа - Самара - Саратов - Волгоград	транзит	равнина	умеренный	внутри страны															
		экспорт																		
33	Челябинск - Оренбург - Сенная - Саратов	транзит	равнина	умеренный	приграничное															
		экспорт	горы																	
34	Волгоград – Тамань / Астрахань	экспорт	равнина	жаркий	внутри страны															
35	Ростов-на-Дону - Самур	транзит	горы	жаркий	приграничное															
		пасс/конт	побережье			природо- охранная зона														
		экспорт																		
36	Москва - Ожерелье - Елец - Воронеж - Ростов- на-Дону - Адлер	пасс/конт	равнина	умеренный	внутри страны															
		транзит	побережье	жаркий		природо- охранная зона														
37	БМО - Рыбное - Кочетовка - Ртищево - Саратов	транзит	равнина	умеренный	внутри страны															
	Восточный полигон																			
	Центральный полигон																			
	Северо-Западный полигон																			
	Юго-Западный полигон																			

### Выводы

Таким образом, представление сети железных дорог в виде кластеров дает ряд дополнительных возможностей для повышения эффективности в вопросах проектирования:

- 1) исключить избыточное развитие инфраструктуры;
- 2) обосновать применение тех или иных технических и технологических мероприятий;
- 3) повысить качество контроля процесса проектирования путем закрепления одного проектного института за одним кластером;
- 4) продолжить развитие инструмента «Инфобазы» [5] в части выделения кластеров и привязки стоимостных параметров для оценки проектов методом «полигонного проектирования» [1, 4–8];
- 5) автоматизировать процесс формирования задания на проектирование новых или реконструируемых объектов, сразу закладывая в него технологические и технические параметры, характерные для конкретного кластера.

### Список литературы

- 1 Абдуллаев, И. С. Подходы технологического интегратора при выборе параметров реализации объектов на предпроектной стадии / И. С. Абдуллаев // Транспорт Урала. – 2023. – № 1. – С. 3–7. – ISSN 1815-9400.
- 2 Власенский, А. А. Новая структура управления тяговыми ресурсами / А. А. Власенский // Железнодорожный транспорт. – 2014. – № 3. – С. 30–35. – ISSN 0044-4448.
- 3 Технологический процесс работы центра управления перевозками восточного полигона (ЦУП ВП) / В. Л. Зобнин, А. Т. Осминин, Е. А. Сотников, М. А. Осминин // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ). – 2017. – № 76(3). – С. 146–152. – ISSN 2223-9731.
- 4 Абдуллаев, И. С. Оценка экономических показателей на основании средних удельных стоимостей / И. С. Абдуллаев, Э. А. Чумарин // Экономика железных дорог. – 2023. – № 3. – С. 19–24. – ISSN 1727-6500.
- 5 Абдуллаев, И. С. Инструментарий перехода от локального развития инфраструктуры объектов железнодорожного транспорта к полигонному подходу в проектировании / И. С. Абдуллаев, Н. И. Лукин // Наука и техника транспорта. – 2022. – № 3. – С. 50–54. – ISSN 2074-9325.
- 6 Абдуллаев, И. С. Оценка эффективности развития инфраструктуры на долгосрочную перспективу / И. С. Абдуллаев, В. Г. Саргсян // Экономика железных дорог. – 2022. – № 9. – С. 63–69. – ISSN 1727-6500.
- 7 Абдуллаев, И. С. Алгоритм расчета оптимального развития инфраструктуры участка / И. С. Абдуллаев, В. Г. Саргсян // Наука и техника транспорта. – 2022. – № 4. – С. 55–60. – ISSN 2074-9325.

### References

- 1 Abdullaev, I. S. Approaches of a technological integrator when choosing parameters for the implementation of objects at the pre-project stage / I. S. Abdullaev // Transport of the Urals. – 2023. – No. 1. – P. 3–7. – ISSN 1815-9400.
- 2 Vlasensky, A. A. New structure of traction resources management / A. A. Vlasensky // Rail transport. – 2014. – No. 3. – P. 30–35. – ISSN 0044-4448.
- 3 Technological process of operation of the transportation control center of the Eastern polygon (MCC VP) / V. L. Zobnin, A. T. Osminin, E. A. Sotnikov, M. A. Osminin // Bulletin of the Research Institute of Railway Transport (Bulletin of VNIIZHT). – 2017. – No. 76(3). – P. 146–152. – ISSN 2223-9731.
- 4 Abdullaev, I. S. Assessment of economic indicators based on average unit values / I. S. Abdullaev, E. A. Chumarin // Economics of Railways. – 2023. – No. 3. – P. 19–24. – ISSN 1727-6500.
- 5 Abdullaev, I. S. Instrumentality of transition from local development of infrastructure of railway transport facilities to a polygon approach in design / I. S. Abdullaev, N. I. Lukin // Science and Technology of transport. – 2022. – No. 3. – P. 50–54. – ISSN 2074-9325.
- 6 Abdullaev, I. S. Evaluation of the effectiveness of infrastructure development for the long term / I. S. Abdullaev, V. G. Sargsyan // Economics of Railways. – 2022. – No. 9. – P. 63–69. – ISSN 1727-6500.
- 7 Abdullaev, I. S. Algorithm for calculating the optimal development of the infrastructure of the site / I. S. Abdullaev, V. G. Sargsyan // Science and Technology of transport. – 2022. – No. 4. – P. 55–60. – ISSN 2074-9325.

8 Романова, А. Т. Региональная экономическая эффективность внедрения мероприятий по увеличению пропускной способности пассажирских станций / А. Т. Романова, И. С. Абдуллаев // Транспортное дело России. – 2016. – № 2. – С. 208–211. – ISSN 2072-8689.

8 Romanova, A. T. Regional economic efficiency of the implementation of measures to increase the capacity of passenger stations / A. T. Romanova, I. S. Abdullaev // Transport business of Russia. – 2016. – No. 2. – P. 208–211. – ISSN 2072-8689.

*I. S. Abdullaev*

#### RAILWAY NETWORK CLUSTERING AS A TOOL FOR OPTIMIZING DESIGN PARAMETERS OF THE INFRASTRUCTURE OBJECTS

**Abstract.** The issue of optimizing the design parameters of infrastructure facilities is considered. Possible signs are analyzed, according to which it is possible to group individual sections and directions of railways into clusters, the most priority of them in relation to the design issue are identified. Based on the tasks that clusters within polygons should solve, as well as a number of principles formulated for the selection of clusters from railway polygons, a new approach is proposed that will allow synchronizing the design process with the transportation process. Clustering will improve the efficiency of financial investments in the development of railway infrastructure and create prerequisites for automating the process of forming a set of technical and technological parameters of facilities.

**Keywords:** railway cluster, algorithm for selecting parameters for the development of the railway network, improving the efficiency of infrastructure development, polygon design.

**For citation:** Abdullaev, I. S. Railway network clustering as a tool for optimizing design parameters of the infrastructure objects / I. S. Abdullaev // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2023. – No. 2. – P. 189–196. – DOI 10.46973/0201-727X\_2023\_2\_189.

#### Сведения об авторе

**Абдуллаев Ильдар Салимович**  
заместитель начальника управления  
комплексной экспертизы проектов ОАО «РЖД»,  
кандидат технических наук,  
e-mail: abilsa84@gmail.com

#### Information about the author

**Abdullaev Ildar Salimovich**  
Deputy Head of the Department of Integrated Project  
Expertise of JSC "Russian Railways",  
Candidate of Engineering Sciences,  
e-mail: abilsa84@gmail.com