

обращен на разработку мероприятий, которые снизят риски, и реализуют сильные стороны и возможности цифровизации Краснодарского узла.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года, утв. распоряжением Правительства РФ от 22 ноября 2008 года № 1734-р.

2 Концепция реализации комплексного научно-технического проекта «Цифровая железная дорога» / ОАО «РЖД». – М. 2017. – 92 с.

3 *Розенберг, Е. Н.* Цифровая экономика и цифровая железная дорога / Е. Н. Розенберг, В. И. Уманский, Ю. В. Дзюба // Транспорт Российской Федерации. 2017. – № 5 (72). – С. 45–49.

4 *Бакалов, М. В.* Ресурсоориентированное развитие транспортной системы южного региона: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.01 / М. В. Бакалов. – Ростов н/Д. : Рост. гос. ун-т путей сообщ., 2020. – 24 с.

5 *Бродецкий, Г. Л.* Системный анализ в логистике: выбор в условиях неопределенности : учеб. / Г. Л. Бродецкий. – М. : Изд. центр «Академия», 2010. – 336 с.

6 *Скорченко, М. Ю.* Состояние и перспективы контейнерных перевозок в Российской Федерации / М. Ю. Скорченко // Инженерный вестник Дона. – 2017, № 4. – Режим доступа: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4573](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4573). – Дата доступа 19.10.2020.

*E. E. MIZGIREVA*

## DIRECTIONS OF DIGITALIZATION OF NODE TRANSPORTATION PROCESSES ON THE EXAMPLE OF KRASNODARSKY TRANSPORT HUB

The article discusses the concept of transformation of JSC "Russian Railways", analyzes the projects "Digital Railway" and "Digital Railway Junction", identifies their goals, objectives and main examples. Using the example of the Krasnodar node, a SWOT and PEST analysis of digital transformation was carried out.

Получено 19.10.2020

---

**ISSN 2664-5025. Проблемы перспективного развития  
железнодорожных станций и узлов. Гомель, 2020**

---

УДК 656.21.001.2:004

*Е. М. ПЕРЕПЛАВЧЕНКО*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель  
evgeniy.pereplavchenko@yandex.by*

## ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ НА ОСНОВЕ ЕДИНОГО ТОПОЛОГИЧЕСКОГО ШАБЛОНА

В статье изучается вариант унифицированной структуры функциональных схем из-за отсутствия унификации и четких нормативных требований к схемам станции,

что является препятствием для их эффективного использования. Излагаются способы дополнения исходных топологических шаблонов до узкоспециализированных технологических схем железнодорожных станций.

Железнодорожные станции выполняют сложную многооперационную работу по обслуживанию поездо-, вагоно- и грузопотоков при перевозках железнодорожным транспортом. Более 80 % мощности инфраструктуры обслуживающего путевого развития и технического оснащения сосредоточено на станциях. Различное взаимное расположение станционных путей, отличное от типовых конструктивных схем, обусловлено топографическими ограничениями и другими требованиями. Эти особенности приводят к формированию технологически работоспособных и одновременно топологически сложных путевых структур с расположением станционных парков в кривых, укладкой стрелочных переводов в горловинах по нестандартным схемам взаимного расположения, размещением отдельных устройств станции на удаленных площадках. Из 368 отдельных пунктов, эксплуатируемых на Белорусской железной дороге, нет ни одного запроектированного по классическим канонам.

Масштабные планы станции занимают территорию, достаточно узкую по ширине (в пределах 50–100 метров) и значительно протяженную вдоль направления основных технологических линий обслуживаемых вагонопотоков (до 3000 метров и более). В мелком масштабе изображаемых объектов железнодорожная станция занимает узкую площадку с искривленной геометрией контурной области. Масштабный план крупной участковой или сортировочной станции охватывает площадь более свободной конфигурации благодаря большому количеству устройств и необходимости проведения интенсивной маневровой работы с занятием многочисленных запроектированных станционных и соединительных путей. Масштабный план станции разрабатывается при сооружении новых отдельных пунктов и реконструкции существующих. После подготовки проектной документации и сооружения запланированных станционных объектов масштабный план прилагается к технико-распорядительному акту станции как необходимый документ, к которому обращаются в достаточно редких случаях. В процессе текущей эксплуатационной работы используется его стилизованный вариант в виде немасштабной схемы, которая определяется как топологический эквивалент масштабного плана. Практикой установлено упрощенное изображение инфраструктуры станции, приближенное к классическим формам прямоугольно-контурного внешнего вида объектов. На немасштабных схемах сохраняются структурные связи элементов, а геометрия кривых исправляется на прямоугольные образы путей и горловин.

Однако стандартной, регламентированной процедуры трансформации масштабного плана станции в эквивалентный немасштабный аналог в на-

стоящее время не разработано. Немасштабные схемы достаточно широко используются в практике работы технических отделов станций и отделений железных дорог и являются основным элементом различных табло на пультах дежурных по станции и диспетчерского аппарата, иллюстративным и демонстрационным материалом в отчетных документах, информационных панелях с графическими репродукциями путевого развития. На территории станции наглядно представляются схемы безопасного и разрешенного прохода работников станции и пассажиров и др. Для различных технических и оперативных, хозяйственных целей используется более десяти различных видов немасштабных схем одной станции, которые отличаются друг от друга объемом информационного наполнения, внешним видом условных графических элементов, размерами занимаемой площади листа из-за различной компоновки станционных объектов.

Отсутствие единого образа немасштабной схемы, порождаемого одним единственным масштабным планом станции, приводит к дополнительным проблемам. Например, схемы станции, используемые в практике оперативной работы, отличаются от аналогичных схем станций отделов СЦБ и связи. Принципиальные отличия связываются с изображением центров стрелочных переводов, характером привязки стрелок (к центрам переводов или началам остряков). Тесное взаимодействие отдельных служб железной дороги часто не подкрепляется, а затрудняется несогласованными информационными базами эксплуатируемой инфраструктуры, являющейся общей для всех обслуживающих подразделений. Дополнительные расходы связываются с непроизводительными потерями времени и необходимостью привлечения специалистов проектных организаций при решении задач, возникающих в штатных режимах текущего обслуживания путевой инфраструктуры железнодорожной станции.

Методической основой решения данных проблем является разработка единой немасштабной схемы на основе исходного масштабного плана станции. Шаблонная форма схемы в дальнейшем дополняется профильными данными, формирующими полный образ для специального назначения.

Теоретический аспект связывается с разработкой топологического эквивалента масштабного плана, имеющего единую структуру максимального стилизованного информационного образа, используемого в качестве шаблона для получения узкопрофильных немасштабных схем. Унификация структурных схем железнодорожных станций оказывается невозможна без формирования единого шаблона представления путевого развития и технического оснащения раздельного пункта по параметрическим данным цифрового масштабного плана. Выделяемая инфраструктурная основа является базовой конструкцией для формирования любой схемы данной станции широкого или узкопрофильного назначения.

Инвариантом всех схем некоторой станции является синтез геометрически связной структуры путевого развития с максимально допустимым исключением криволинейных участков станционных и соединительных путей (*топологический* компонент) и графических элементов оформления чертежа с распознаванием его как схемы станции (*семантический* компонент).

Топологический компонент присутствует как базовая структура во всех схемах станции, определяющая мощность путевого развития и взаимное расположение контрольных объектов, которыми служат стрелочные переводы. Для получения топологического компонента необходимо провести ряд процедурных операций по выделению из масштабного плана станции полного графического образа путевого развития. Вся связная структура путей и стрелочных переводов переносится на *композиционный лист*, являющийся цифровой панелью для получения шаблона различных немасштабных схем. Исключение криволинейных участков путей основано на определении допустимых областей трансформации. Все кривые в горловинах парков относятся к нетрансформируемым или слабо трансформируемым. Исследуются только трансформируемые кривые, которые располагаются на внутростанционных путях. Установлено, что кривая деконструируется, т. е. удаляется или выпрямляется, если она может быть приведена к прямой, параллельной *локальному* или *глобальному* вектору немасштабной схемы.

Локальный вектор определяет параллельность путей в парке станции, глобальный задает направление для всех путей станции. Как правило, большинство схем станции может быть получено в области действия только глобального вектора. Исключение составляют схемы крупных сортировочных станций, для которых деконструкция всех внутростанционных кривых приводит к нарушению топологической эквивалентности с масштабным планом.

Выбор ориентации вектора станционных путей определяется проверкой всех путей на предмет вписывания в конструкцию схемы по одному (глобальный) или нескольким (локальные вектора) направлениям. При этом в границах композиционного листа рассчитывается величина междупутья, условно соразмеримого с реальными, масштабированными по плану станции. Схемное междупутье зависит от емкости путевого развития станции. При изображении многопарковой структуры крупной станции каждый изображаемый путь будет отстоять от соседнего смежного на меньшем расстоянии, чем, например, для промежуточной станции.

Кроме деконструкции кривых, располагаемых на соединительных линиях станций, возникает проблема их создания при оценке вариантов разработки схемы станции в пространстве глобального вектора. Растягивающий эффект создаваемых кривых позволяет выравнивать все пути расходящихся парков, формируя геометрически правильную симметричную шаблонную

конструкцию схемы станции. Полученный топологический компонент шаблона дополняется текстовыми маркерами, идентифицирующими пути и стрелочные переводы соответствующими номерами.

Семантический компонент переводит обезличенный графический образ в корректную форму путевой инфраструктуры, квалифицируемой как шаблон немасштабной схемы станции. По сути, шаблон, являясь инвариантом всех схем данной станции, определяет внешний вид любой порождаемой им узкопрофильной схемы. Изучается возможность конструирования двух групп функциональных цифровых схем:

1) определяющих разграничение территории станции по эксплуатирующим подразделениям (ФС-1);

2) формирующих технологическую структуру с отражением парков в рыбаках (ФС-2).

ФС-1 и ФС-2 исполняются в выбранной цветиметрической гамме некоторого ряда спектра с использованием основных цветов: красного, зеленого, голубого, желтого и серого. Для ФС-1 эти цвета соотносятся с наименованиями подразделений, ответственных за состояние выделенных станционных объектов: ДС, ПЧ, ТЧ, ЭЧ, ВОД. В ФС-2 эти цвета указывают на категории обслуживаемых потоков (соответственно, пассажирские, транзит без переработки, транзит с переработкой, местные и одиночные локомотивы).

Функциональные схемы являются более насыщенными по плотности объектов в сравнении со структурными схемами станций. На единицу площади композиционного листа функциональная схема, в частности, технологическая схема станции, включает в 2,1–2,5 раза больше элементов. Поэтому возникают сложности для визуального восприятия подобных схем с плотным и мелким графическим контентом.

При высокой плотности объектов и малой площади композиционного листа (формат А5) ряд графических конструкций оказывается неразличимым и исключается из технологической схемы. Удаляемый набор называется *топологическим деструктом*, который выносится на *трансляционную панель*. Трансляционная панель представляет собой отграниченную область дополнительного композиционного листа, на котором в увеличенном масштабе представляется зона станции с исключенными объектами технологической схемы. Трансляционная панель может располагаться в свободной области базового листа или за его пределами.

Топологический деструкт может быть оформлен как полноценная схема горочной горловины или парка, дополненная соответствующими компонентами. При переносе объектов технологической схемы на форматы композиционных листов А3 и более топологический деструкт исключается, так как в полном объеме и увеличенном масштабе размещается на возросшей площади листа.

Элементами исполнения технологической схемы станции являются *ретушные компоненты*, представляемые в виде сложного набора графических инструментов, соответствующих некоторым объектам путевого развития (*объектное дополнение*) и условных обозначений, связанных с объектами технического оснащения станций (*абрисное дополнение*). Абрисное дополнение ретушного компонента выражается в формировании особых графических объектов, не имеющих аналогов среди физических прототипов станций (границы зон ответственности, маневровые районы, парки «рыбка»).

Технологическая схема станции включает несколько различных позиций абрисных дополнений (АД) представленных в таблице 1.

**Таблица 1 – Абрисные дополнения технологических схем станций**

Группа абрисного дополнения	Абрисное дополнение	Краткая характеристика
АД-1	АД-11	Отображение парков в виде штрихованных образов
	АД-12	Отображение технологических линий обслуживания вагонопотоков
АД-2	АД-21	Характеристики объектов технического оснащения
	АД-22	Объекты технического оснащения в горловинах парков

Таким образом, АД-11 включает графические конструкции, очерчивающие границы станционных парков, закрывающих все пути штрихованной структурой трапецеидальной формы, повторяющей контуры парка. Схемный вариант АД-12 определяет технологические линии обслуживания вагонопотоков различных категорий. Эти линии накладываются на станционные пути и горловины схемы станции. Такой вид абрисных дополнений тяготеет к путевой инфраструктуре и наружной границей проходит по крайним путям парка и горловины. АД-2 не связаны с геометрией пути, а указывают на характеристики объектов (АД-21), а также на объекты технического оснащения, располагаемые в горловинах парков (АД-22).

Существенным признаком технологических схем являются абрисные дополнения АД-11 и АД-12. АД-11 позволяет формировать парки-рыбки в виде замкнутых штрихованных графических образов, полностью закрывающих площадь станционного парка. Суммарная площадь абрисных дополнений АД-11 не должна превышать некоторой фиксированной площади композиционного листа данного формата. Такое условие накладывает ограничения на размеры парковых структур, позиционированных в конкретных формах композиционных листов. Особенностью абрисного дополнения АД-12 является возможность его наложения на структуру АД-11, в результате чего формируется *простая* или *сложная аппликативные структуры* (рисунок 1).

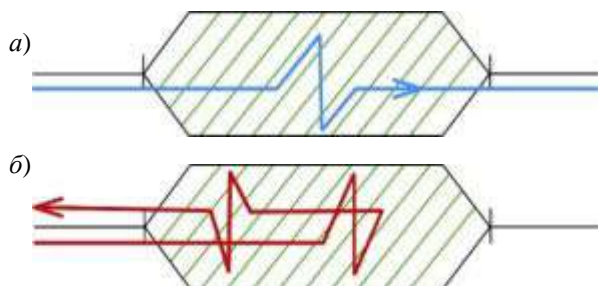


Рисунок 1 – Примеры аппликативных конструкций абрисных дополнений:  
а – простая; б – сложная

Данные аппликативные конструкции возникают как результат взаимодействия статичной структуры АД-11 (изображения парка станции) и динамической структуры АД-12 (технологической линии обслуживания вагонопотока одной или нескольких категорий). Абрисное дополнение АД-12 взаимодействует с компонентами АД-21, также приводя к образованию аппликативных конструкций (рисунок 2).

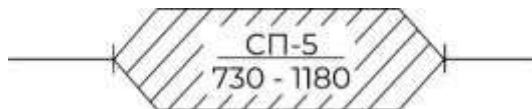


Рисунок 2 – Аппликативная конструкция АД-12 + АД-21 технологической схемы

Приведенная аппликативная конструкция технологической схемы соединяет две статичные структуры изображения парка (АД-12) и его характеристик (АД-21). Данная связь относится к *жестким* по сравнению с предыдущим вариантом (АД-12 + АД-11), относящимся к категории *мягких* связей.

Жесткие связи абрисных дополнений более устойчивы и изменяются только после выполнения переустройства путевого развития. Мягкие связи изменяются при изменении технологии работы парков.

Таким образом, унификация структурных и функциональных схем железнодорожных станций обеспечивается благодаря формированию единого шаблона раздельного пункта по параметрическим данным цифрового масштабного плана, который состоит из топологического и семантического компонентов, отвечающих за связность структуры путевого развития и графическое оформление чертежа соответственно. Формирование полного информационного образа функциональной схемы реализуется за счет определенных объектных и абрисных дополнений, которые могут быть использованы в виде аппликативных конструкций.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 *Правдин, Н. В.* Основы автоматизации проектирования железнодорожных станций : Монография / Н. В. Правдин, А. К. Головнич, С. П. Вакуленко; под общ. ред. Н. В. Правдина. – М. : Маршрут, 2004. – 400 с.

2 *Головнич, А. К.* Объекты железнодорожных станций на цифровых масштабных планах: Монография / А. К. Головнич. – Гомель : БелГУТ, 2011. – 339 с.

3 *Переplавченко, Е. М.* Разработка схем железнодорожных станций в системе единой топологической структуры масштабно-немаштабного изображения путевого развития и технического оснащения / Е. М. Переplавченко // Транспорт и логистика: стратегические приоритеты, технологические платформы и решения в глобализованной цифровой экономике : тезисы докладов III Междунар. науч.-практ. конф. / Ростовский гос. ун-т путей сообщения. – Ростов н/Д, 2019. – С. 313–315.

*Е. М. PEREPLAVCHENKO*

### COMPOSING OF STRUCTURAL AND FUNCTIONAL SCHEMES OF RAILWAY STATIONS ON THE BASIS OF UNIQUE TOPOLOGICAL PATTERN

The article draws attention to the lack of unification and clear regulatory requirements for station layouts, which prevents their effective use. Here is a variant of structure unified functional schemes. The ways of supplementing the initial topological templates to highly specialized technological schemes of railway stations are described.

Получено 06.11.2020

---

ISSN 2664-5025. Проблемы перспективного развития  
железнодорожных станций и узлов. Гомель, 2020

---

УДК 656.223.28

*Е. Н. ПОТЫЛКИН*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель  
gkrt@inbox.ru*

### ОБОРОТ ВАГОНА В УСЛОВИЯХ МНОЖЕСТВЕННОСТИ ОПЕРАТОРОВ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Выполнен анализ оборота вагонов, его структуры для оценки перспектив работы железнодорожного транспорта Республики Беларусь в современных условиях. Актуализирован вопрос целесообразности предоставления собственного подвижного состава в пользование для грузовладельцев. Результаты исследования могут быть использованы при совершенствовании взаимодействия железнодорожных станций и мест необщего пользования.