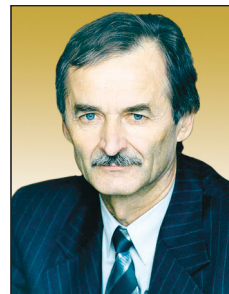
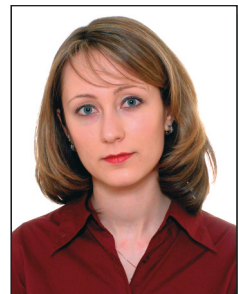


ПОСТРОЕНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА

В статье раскрывается проблема корректного построения методов расчета железнодорожных станций. Вводится новый принцип корректности — совпадение функциональной роли расчетного элемента в действительности и в модели. Применительно к станции функциональную ролью является структурное обеспечение технологической операции. Под этим углом рассмотрены существующие методы расчета парков и горловин. Предложены пути их совершенствования.



П.А. Козлов



В.П. Козлова

Ключевые слова: метод расчета, функциональная роль, парк, горловина, технологическая операция

Железнодорожная станция является целостной системой с активным самоподдержанием и поэтому при ее расчете необходимо опираться на системный подход. Элементом системы в этом случае не является случайно выбранная часть структуры. Расчетный элемент должен играть самостоятельную функциональную роль.

Структура станции в целом осуществляет структурное обеспечение технологического процесса, а элемент, соответственно, — структурное обеспечение технологической операции.

Поэтому расчетным элементом станции в моделях может быть только структурная часть, обеспечива-

ющая технологическую операцию (или законченное передвижение) (рис. 1).

В любом методе расчетному элементу осознанно, а чаще неосознанно, присваивается некоторая функциональная роль. В корректном методе фактическая и модельная функциональные роли должны соответствовать друг другу (рис. 2).

Если функциональные роли не совпадают, то метод расчета выдаст ошибочные результаты (рис. 3).

Основные существующие методы — это аналитический и графо-аналитический. Рассмотрим первый с позиций соответствия сформулированному выше принципу при расчете пропускной способности парков и горловин. Для второго требуется отдельная публикация.

Козлов Петр Алексеевич, доктор технических наук, профессор, лауреат Государственной премии РФ, президент научно-производственного холдинга «СТРАТЕГ» (Современные транспортные технологии государства). Область научных интересов: транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте, управление процессами перевозок, системный анализ, управление и обработка информации. Автор более 400 научных работ, в том числе двух монографий.

Козлова Валерия Петровна, доктор экономических наук, ведущий научный специалист научно-исследовательской фирмы «Аналитические и управляющие системы на транспорте». Область научных интересов: риски при развитии транспортной инфраструктуры, оптимизация транспортных систем. Автор 37 научных работ, в том числе двух монографий.

Пархоменко Андрей Алексеевич, аспирант кафедры «Системы управления транспортной инфраструктурой» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: транспортные системы страны, объекты транспортной инфраструктуры, методы повышения эффективности транспортных процессов. Автор пяти научных работ.

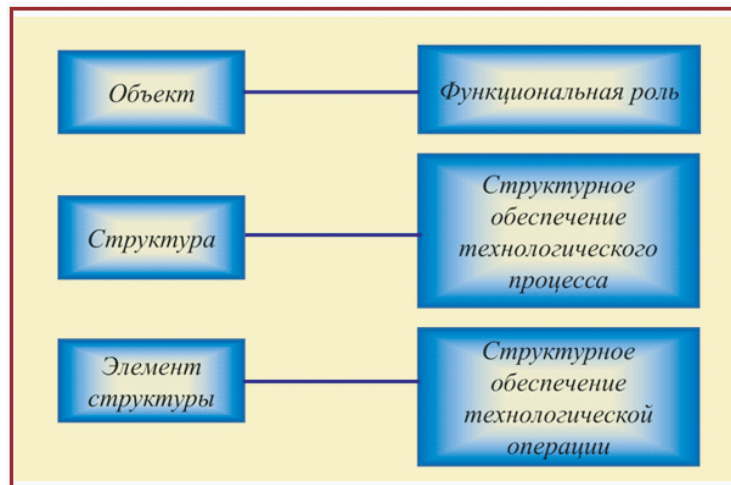


Рис. 1. Функциональные роли структуры системы и ее элемента

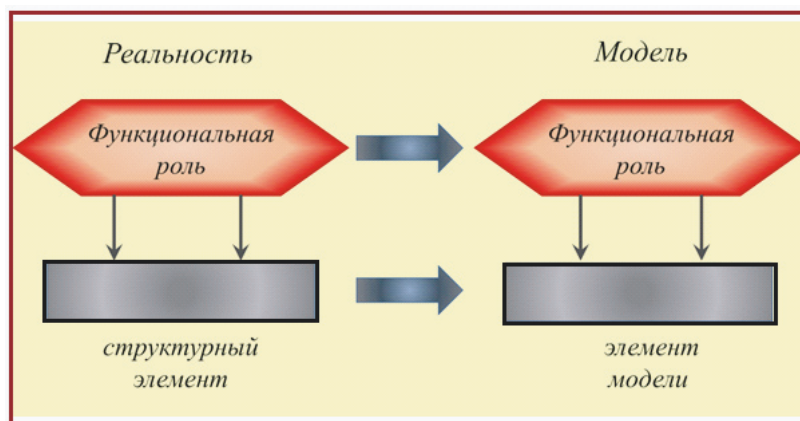


Рис. 2. Основной принцип корректного метода расчета

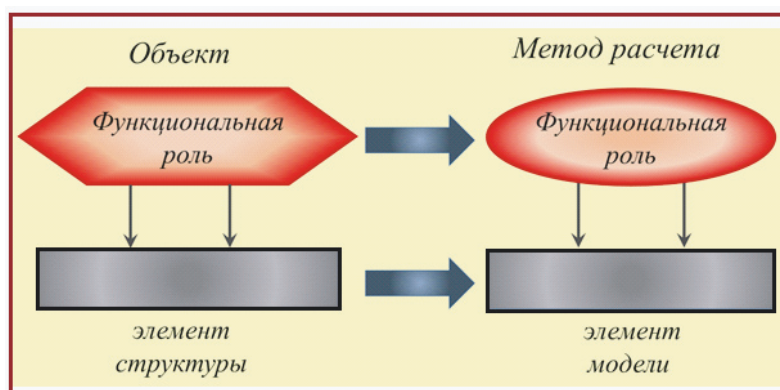


Рис. 3. Несовпадение функциональных ролей структурных элементов в реальности и в модели

Пропускная способность парков

В утвержденных инструкциях по проектированию железнодорожных станций [1;2] предлагается такой метод расчета числа путей в парках:

Пропускная способность станционных устройств определяется числом поездов

$$n = \frac{1440m - \sum T_{\text{пост}}}{t_{\text{зан}}},$$

где m — число работающих однородных элементов устройства (например, число путей в парке);

$t_{\text{зан}}$ — время занятия пути одним поездом;

$\sum T_{\text{пост}}$ — время выполнения постоянных операций, мин.

Собственно, эта формула существует в учебниках уже с 30-х годов прошлого столетия [3]. И затем она переходит из книги в книгу с некоторыми поправками [4–6].

Функциональная роль пути неявно подразумевается в приведенной формуле. Ему отводится роль некоторого канала обслуживания, работающего изолированно. Роль ошибочная. Рассмотрим, почему.

Получается, что путь может самостоятельно обеспечивать выполнение операции «обработка состава» (на путях приема и отправления выполняются собственно только эти операции). Но эта роль присваивается ему неправомерно. Ибо составы обрабатывают специальные бригады ПТО. Число бригад обычно меньше числа путей в парке. Значит, нельзя все пути рассматривать как каналы обслуживания. Каналами могут считаться только пути, на которых работают бригады. Остальные пути — резервные с ожида-

щими составами. Вот как это выглядит в имитационной модели реальной станции (рис. 4).

Здесь на девяти путях одновременно работают только три бригады ПТО. Значит, возникает еще время ожидания бригады. Полезная загрузка путей обработкой составов составляет зачастую менее половины всего времени (рис. 5).

Роль резервных путей обычно рассматривается как только пассивная — места для простоя ожидающих обработки составов. Но эти пути играют и активную роль — преобразователя потока из случайного в управляемый [7]. Это очень важная функция, ибо управляемый поток позволяет повысить уровень возможного полезного использования канала обслуживания.

Далее. Состав убирается с пути локомотивом. Значит, может возникнуть время ожидания его. Это тоже не отображается в формуле. И предполагаемая картина занятости пути (рис. 6,а) существенно отличается от фактической (рис. 6,б).

Функциональные роли пути, как расчетного элемента, в модели и в реальности не совпадают. Метод расчета некорректный.

Пропускная способность горловин

В утвержденных инструкциях [1;2] пропускная способность горловины приравнивается к этому же параметру наиболее загруженной стрелки. Суммируется ее занятость всеми поездными операциями. К полученному числу поездов добавляется такое их число, чтобы загрузка стала 100%. Это и будет пропускная способность горловины.

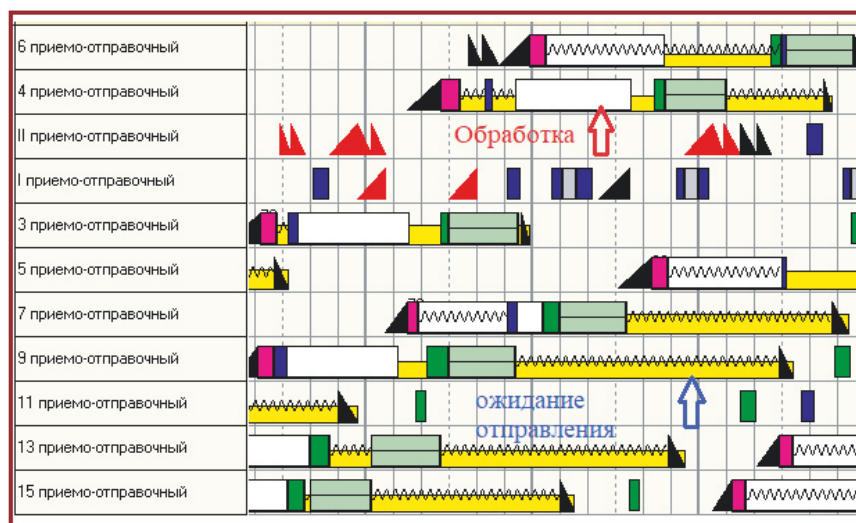


Рис. 4. Работа бригад ПТО по обработке составов

название	графически	технолог	задержка	вагонами
7 п. парка Парк Т		7:14	9:57	2:53
5 п. парка Парк Т		6:56	9:44	2:06
9 п. парка Парк Т		9:00	8:03	1:12
M13 п. парка Парк Т		17:38	0:00	0:00
3 п. парка Парк Т		9:41	5:17	2:34
15 п. парка Парк Т		7:17	8:49	0:28
4 п. парка Парк Т		8:06	4:53	3:24
13 п. парка Парк Т		7:49	7:35	0:25
I п. парка Парк Т		10:19	3:34	0:39

Рис. 5. Полезная и полная занятость путей в парке одной из станций

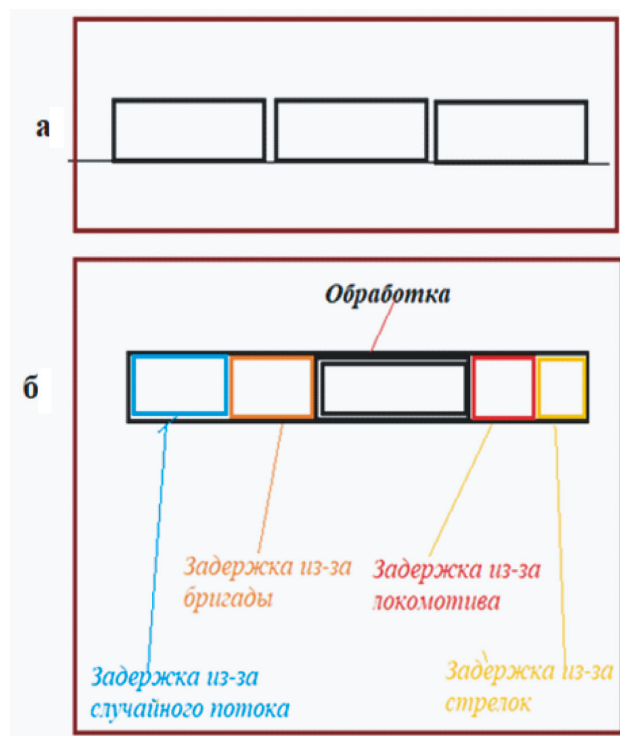


Рис. 6. Схема занятости пути в модели (а) и в реальности (б)

Логически вроде бы правдоподобно. Пока это никто не проверял. А проверка на моделях показала [8], что 100%-й загрузки стрелок достичь невозможно из-за возникновения структурных и технологических потерь (рис. 7). Технологические — это когда горловина простаивает из-за отсутствия готовой технологической операции. Структурные возникают, когда рассма-

триваемый элемент не может быть занят в данный момент, так как создают задержку другие участвующие в операции стрелки.

Но еще более важно следующее положение — стрелка не может быть расчетным элементом, ибо она не имеет самостоятельной функциональной роли. Законченное передвижение всегда обеспе-

где r_j – структурно-функциональный канал в горловине, обеспечивающий выполнение j -й операции;

$$\vec{r}_i \equiv \vec{x}_{ij},$$

Конкретная стрелка занимается только вместе с занятостью канала. И загрузку ее можно определить только опосредованно.

Принятый в утвержденных инструкциях метод расчета пропускной способности горловин не соответствует сформулированному выше принципу, корректным его считать нельзя.

Кстати, проверка рассмотренных методов на имитационных моделях убедительно показывает их несостоятельность [8].

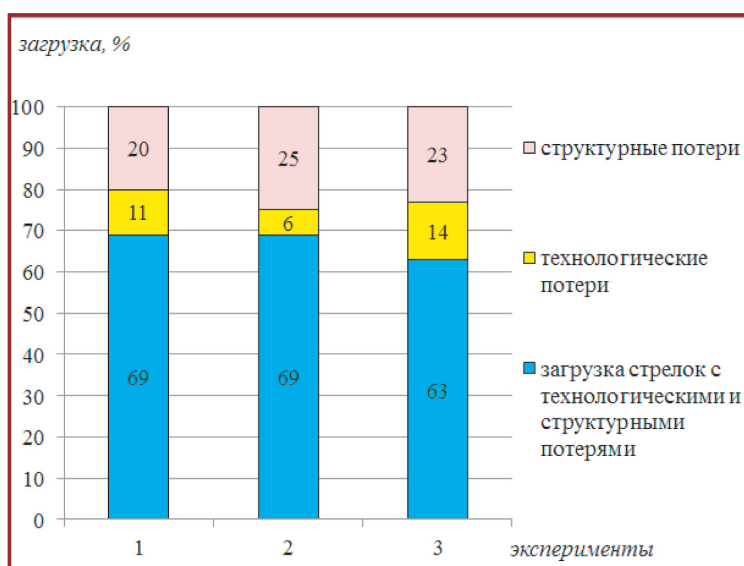


Рис. 7. Полезная нагрузка стрелок и структурно-технологические потери

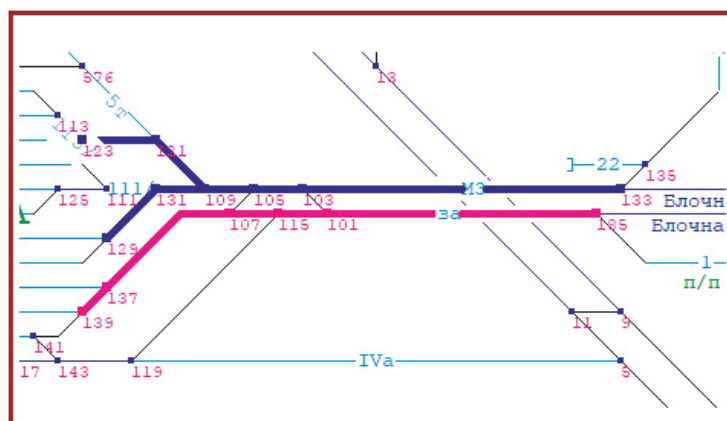


Рис. 8. Горловина – 18 стрелок и 2 канала

Литература

1. Инструкция по расчету наличной пропускной способности железных дорог. — М.: РЖД, 2010.
2. Проектирование железнодорожных станций и узлов: справ. и метод. руководство / Под ред. А. М. Козлова, К. Г. Гусевой ; 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Транспорт, 1981. — 594 с.
3. Карейша, С.Д. Железнодорожные станции. — М.: Транспечать НКПС, 1930. — 304 с.
4. Акулиничев, В.М. Математические методы в эксплуатации железных дорог [Текст] : [учебное пособие для вузов железнодорожного транспорта] / В.М. Акулиничев, В.А. Кудрявцев, А.Н. Корешков. — Москва: Транспорт, 1981. — 223 с.
5. Васильев, И.И. Определение необходимой мощности отдельных элементов станции / И.И. Васильев // Труды ЛИИЖТ. — Вып. 140. — М.: Трансжелдориздат, 1949. — С. 67—93.
6. Грунтов, П.С. Расчет числа путей парков приема и отправления / П.С. Грунтов // Труды БелИИЖТ, вып. 26. — Минск, 1963. — С. 70—91.
7. Козлов, П.А. О методах расчета систем железнодорожного транспорта / П.А. Козлов // Железнодорожный транспорт. — 2014. — № 12. — С. 28—32. ISSN 0044-4448.
8. Козлов, П.А. Исследование проектов развития железнодорожных станций и полигонов с помощью имитационного моделирования / П.А. Козлов, О.В. Осокин, В.С. Колокольников // Железнодорожный транспорт. — 2018. — № 6. — С. 12—16.