



Центр научно-технической информации и библиотек  
– филиал ОАО «РЖД»

## Дифференцированное Обеспечение Руководства

---

60/2024

### Эксплуатационные эффекты цифровизации железных дорог Германии

В настоящее время развитие железных дорог тесно связано с полномасштабной цифровизацией, которая, как ожидается, кардинально повысит эффективность и гибкость транспортной отрасли.

Программа цифровизации DB реализуется в два этапа:

- на первом этапе предусмотрено развертывание в масштабах сети цифровых систем централизации европейской системы управления движением поездов ETCS уровня 2, уплотнение блок-участков и внедрение автоведения (ATO) с уровнем автоматизации GoA2<sup>1</sup>;
- На втором этапе в соответствии с целевой моделью ЖАТ предполагается внедрение поездоцентричной системы обеспечения безопасности (ARS) и системы автоматизированного диспетчерского управления перевозочным процессом (CTMS).

Бортовое оборудование систем ETCS и ATO с уровнем автоматизации GoA2 при этом дополняется средствами контроля состояния поезда TCR и контроля его целостности TIMS.

Компания DB Netz – оператор инфраструктуры железных дорог Германии (DB) и компания Digitale Schiene Deutschland<sup>2</sup> (DSD), заключили договор с консалтинговой компанией VIA-Con на проведение исследования эффектов влияния цифровизации на перевозочный процесс.

---

<sup>1</sup> GoA2 – уровень автоматизации, при котором машинист находится в кабине поезда, но берёт на себя управление в случае нештатной ситуации

<sup>2</sup> Digitale Schiene Deutschland – компания цифровизации железных дорог Германии.

## Методика исследования и сценарии оснащения полигона средствами ЖАТ

Исследование было сосредоточено на полигоне, который включал в себя северные подходы к станции Штутгарт-Главный и опорный участок городской железной дороги Штутгарта. Примерно половина этого полигона охватывается пилотным проектом цифровизации железнодорожного узла.

На данном полигоне осуществляется смешанное движение грузовых и пассажирских поездов разных категорий и имеются ответвления, что позволяет продемонстрировать эффективность прогнозного диспетчерского управления и высокоточного регулирования движения поездов.

Исследование было направлено на получение доказательства эксплуатационной целесообразности внедрения цифровых систем ЖАТ в Штутгартском узле и оборудования поездов соответствующими бортовыми устройствами.

Были сформированы шесть дополняющих друг друга сценариев оснащения железнодорожной инфраструктуры:

- *сценарий 0* – ETCS уровня 2, изолированные станционные блок-участки длиной 500 м с сохранением существующих ограничений, не оптимизированные. Напольные светофоры отсутствуют.
- *сценарий 1* – внедрение автоведения с уровнем автоматизации GoA2 при сохранении ручного диспетчерского управления. Это позволяет отложить на более поздний срок время начала торможения, но не избежать ненужных остановок поездов вследствие сбоя графика движения;
- *сценарий 2* – внедрение автоматизированного диспетчерского управления (близкого к CTMS). Автоматизированная прогнозная оптимизация задаваемых параметров движения всех поездов позволяет в значительной мере исключить неграфиковые остановки поездов;
- *сценарий 3* – дополнительно снимаются ограничения по распределению блок-участков с привязкой к участкам секционирования контактной сети и переездам. Предусмотрено, что система CTMS при задании секций маршрутов учитывает такие параметры, как длины поездов, местоположение токоприемников на участке и движение впереди идущего поезда;
- *сценарий 4* – поезда движутся под управлением АТО и CTMS. Значение скорости движения задается в зависимости от расстояния до впереди идущего поезда с учетом возможного применения экстренного торможения;
- *сценарий 5* – дальнейшее уплотнение блок-участков, при котором интенсивность движения поездов приближается к достигаемой при

использовании подвижных блок-участков, которые могут быть реализованы в системе APS.

На основе полученных сценариев проводили оценку возможности введения в график дополнительных ниток поездов без ухудшения качества перевозочного процесса.

В Германии пропускную способность оценивают в совокупности с качеством перевозочного процесса, которая в значительной мере зависит от соотношения числа пассажирских и грузовых поездов на полигоне. В системе управления стрелочной секцией маршрута допускается строго определенное количество задержек поездов. Аналитическими методами вычисляется время задержек при определенной программе эксплуатации и возникающих в процессе эксплуатации опозданиях поездов.

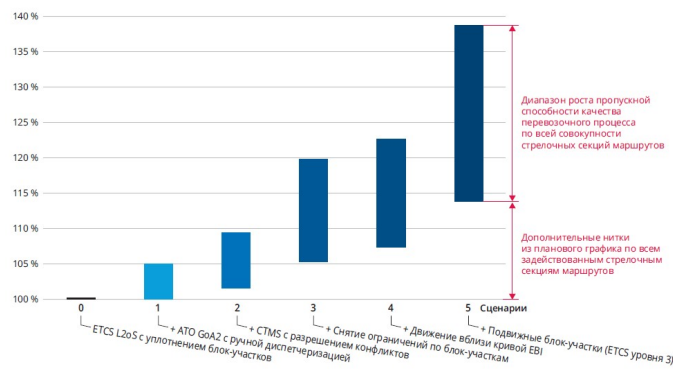
Для сценариев с 1-го по 5-й определяется число дополнительных ниток поездов, которое может быть использовано при условии, что количество задержек остается такой же, как в сценарии 0, т. е. качество обслуживания не ухудшается.

#### *Полученные результаты (рис 1)*

Дополнительное наращивание пропускной способности оценивалось по 50 отдельным системам на исследуемом полигоне при наибольшей нагрузке и, соответственно, наименьшем показателе качества перевозочного процесса для сценария 0. Показатель поддерживался неизменным для всех сценариев.

Таким образом, определялись возможные дополнительные нитки поездов. В рамках программы эксплуатации для конкретного сценария уплотнялся плановый график движения с учетом парности поездов. При этом в максимально возможной мере использовалась пропускная способность каждой стрелочной секции.

Дополнительные нитки графика формируют нижнюю границу нормативной пропускной способности, поскольку их число определяется стрелочной секцией с худшими параметрами производительности (рис. 1).



*Рис. 1. Эффекты отдельных сценариев с точки зрения пропускной способности и качества перевозочного процесса*

Автоведение с уровнем автоматизации GoA2 без CTMS позволяет повысить качество перевозочного процесса, но не пропускную способность полигона (сценарий 1). При внедрении CTMS начинает проявляться эффект роста пропускной способности сначала на 3 % (сценарий 2) с постепенным увеличением до 14 % (при сценарии 5). Одновременно с более высоким темпом растет качество перевозочного процесса – на величину от 13,5 до 38 % в зависимости от уровня оснащенности средствами управления движением поездов.

Представленные в исследовании положительные эффекты, зависят в равной мере от дальнейшего совершенствования систем управления движением поездов, состояния подвижного состава, уровня оснащенности интеллектуальными автоматизированными системами. Необходимы также дополнительные разработки в сфере контроля целостности грузовых поездов, которые должны быть реализованы в цифровой автосцепке DAC.

В исследовании не анализировались некоторые новшества с определенным потенциалом повышения пропускной способности. К ним относятся оптимизированные нитки графика движения при сохранении длительности поездки. Они позволяют создать дополнительные резервы для CTMS, которые при том же качестве перевозочного процесса могут повысить пропускную способность полигона.

Положительное влияние на пропускную способность могут также оказать инфраструктурные мероприятия в сочетании с оптимизацией перевозочного процесса, достигаемой за счет цифровизации, а именно:

- сокращение времени реакции систем ЖАТ;
- оптимизированное разделение на блок-участки, в том числе в станционных зонах;
- применение в диспетчерском управлении искусственного интеллекта.

Таким образом, исследование показало, что при реализации сценария с максимальным развертыванием средств автоматизации уровня GoA2, пропускная способность линий и станций может быть увеличена примерно на 15 % в дополнение к росту этого показателя на 20 % за счет внедрения цифровых систем микропроцессорной централизации (МПЦ) и европейской системы управления движением поездов ETCS уровня 2.

*Источники: По материалам компании DigitaleSchiene Deutschland (DigitaleSchiene Deutschland.de) (англ. яз.)  
Журнал «Железные дороги мира» №5–2024г. – стр.45-49.*