

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ УЧАСТКА ВОСТОЧНОГО ПОЛИГОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ «МСУ» В УСЛОВИЯХ НАРУШЕНИЯ «НОРМАЛЬНОГО» РЕЖИМА ВЕДЕНИЯ ПОЕЗДОВ

В результате анализа работы участка Восточного полигона обнаружено увеличение количества предоставленных окон для текущего содержания путей. Выявлены причины снижения показателей пропускной способности. Дано определение понятию ««нормальный» режим ведения поезда». Проведено моделирование с использованием программы «МСУ». Обоснована рациональность применения системы автоблокировки «АЛСО с ПБУ».



Ж. Янев



А.П. Козловский

Ключевые слова: программа «МСУ» (Программа «Моделирования станций и участков»), «нормальный» режим ведения поезда

EDN: ULANNL

Восточный полигон — комплексное приоритетное направление развития внешних транспортных связей России, от состояния инфраструктуры, состояния используемого подвижного состава [1] и технологии управления перевозочным процессом которого зависит увеличение объемов перевозимых грузов, в том числе и для выполнения поставленных задач, поставленных Правительством РФ [2]. Предложенные подходы по эксплуатации современного локомотивного

комплекса, изложенные в работах [3;4], могут привести к положительным результатам при условии, что уровень их развития соответствует уровню развития инфраструктуры и технологий управления перевозочным процессом [5].

В утвержденной методике [6] ключевым параметром, влияющим на величину пропускной способности участка, является межпоездной интервал, величина которого обеспечивается системой интервального

Янев Живко, старший преподаватель кафедры «Железнодорожные станции и транспортные узлы» Российского университета транспорта (РУТ (МИИТ)), главный специалист по имитационному моделированию научно-технического комплекса цифрового моделирования им. В.И. Уманского (НТК ЦМ им. В.И. Уманского) Акционерного общества «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (АО «НИИАС»). Область научных интересов: организация производства, управление процессами перевозок. Автор 26 научных работ, в том числе одного учебника. Имеет один патент на изобретение.

Козловский Алексей Петрович, начальник научно-технического комплекса цифрового моделирования им. В.И. Уманского (НТК ЦМ им. В.И. Уманского) Акционерного общества «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (АО «НИИАС»). Область научных интересов: организация производства, управление процессами перевозок. Автор 12 научных работ. Имеет два патента на изобретения.

Овчинникова Елена Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Железнодорожные станции и транспортные узлы» Российского университета транспорта (РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: организация производства, управление процессами перевозок. Автор 26 научных работ, в том числе трех учебников.

Шахметов Артем Уралович, начальник центра моделирования работы полигонов научно-технического комплекса разработки организации движения и общих проектных решений (НТК РОДиОПР) Акционерного общества «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (АО «НИИАС»). Область научных интересов: организация производства, управление процессами перевозок.

Приходько Артем Андреевич, главный специалист научно-технического комплекса цифрового моделирования им. В.И. Уманского (НТК ЦМ им. В.И. Уманского) Акционерного общества «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (АО «НИИАС»). Область научных интересов: организация производства, управление процессами перевозок. Автор трех научных работ. Имеет один патент на изобретение.

регулирования движения поездов (ИРДП) и реализуемой скоростью движения.

В настоящее время предложен новый подход, направленный на поддержание и увеличение вышеупомянутых показателей. АО «НИИАС» рекомендованы технико-технологические решения по сдерживанию и увеличению показателей размеров грузового движения и технической скорости в условиях введения внеплановых скоростных ограничений на участках Восточного полигона, связанных с проведением работ по ремонту и содержанию инфраструктуры и отказами технических средств (ОТС).

Выполнен анализ потерь допустимой скорости в условиях введения внеплановых скоростных ограничений, представленный на рис. 1. Величина потерь допустимой скорости движения поездов в границах Восточного полигона неоднородная и находится в диапазоне значений от 0 до 20,7%, что эквивалентно снижению величины расчетной пропускной способности до 20 пар грузовых поездов в сутки.

О необходимости изменения планирования ремонтных работ на участках сети железных дорог ОАО «РЖД» в работе [8] был предложен перспективный поликритериальный алгоритм, направленный на формирование очередности проведения ремонтных работ с учетом их типа и физических параметров, полученных с использованием балльно-рейтинговой оценки состояния перегонов. Результаты работы алгоритма позволили сформировать концептуально новый подход в области планирования ремонтных работ и сделать выводы, что не всегда емкие капиталовложения в инфраструктуру являются основным способом в решении поставленных задач.

В работе [9] автором предлагается групповое автоведение поездов как фактор повышения пропускной способности участков железных дорог. Исследования показали, что процент исполнения допустимой скорости движения тем ниже, чем больше запрещающих показаний локомотивного/напольного светофора, на которые осуществляется движение. Так, на участках «Тюмень – Екатеринбург», «Каменск-Уральский – Екатеринбург» при движении на «зеленый» процент исполнения допустимой скорости составляет 72–74%, на «желтый» – 56–59%, на «красный» – 39–48% (рис. 2).

В рамках проведенного исследования также была рассмотрена реальная эксплуатационная обстановка,

по которой был выявлен отрицательный синергетический эффект от внеплановых ограничений скорости движения вследствие нарушенного «нормального» режима ведения поездов*.

На рис. 3 представлен фрагмент графика исполненного движения системы ГИД «УРАЛ-ВНИИЖТ», где обнаруженная «невыдержка» нормального режима ведения поезда привела к увеличению перегонного времени хода поездов с цифровыми индексами 2 и 6 с 20 минут до 32 минут соответственно.

По фрагменту на рис. 3 выявлен рост величины перегонного времени хода попутных поездов в пакете, что повлияло на снижение показателя технической скорости.

Сопоставив результаты моделирования вариантного графика движения поездов с результатами фактического графика исполненного движения по участку Восточного полигона (рис. 4) выявлено снижение величины размеров грузового движения.

По результатам моделирования, представленных на рис. 4, выявлено, что поведенческая модель машинистов, балльно-рейтинговая оценка состояния перегонов и фактор снижения технической скорости с учетом показания сигналов привели к увеличению межпоездных интервалов, что в свою очередь привело к снижению количества пропущенных по участку грузовых поездов с 54 пар поездов до 45 пар поездов в сутки.

Для апробации предложенных подходов по минимизации потерь пропускной способности была разработана цифровая модель участка Восточного полигона с использованием программы «МСУ» [10].

К апробации также были предложены две системы ИРДП:

- числовая кодовая автоблокировка (ЧКАБ);
- технология ИРДП «АЛСО с ПБУ».

В цифровой модели участка Восточного полигона задано ограничение скорости движения попутных поездов в пакете по первому пути перегона в 20 км/ч протяженностью 200 метров (проследование мест производства работ по ремонту и содержанию инфраструктуры).

По результатам моделирования пропуска пакета из шести поездов при «ЧКАБ» общее время занятия перегона составило 89,6 мин. На рис. 5 наглядно представлен фрагмент пропуска поездов по участку цифровой модели, а также продемонстрирован учет работы системы СЦБ и тяговой характеристики каждого поезда отдельно.

* «Нормальный» режим ведения поезда – это режим, при котором соблюдается поведенческая модель машиниста с учетом выполнения требований из изготовленных режимных карточек ведения поезда по участку на основе заданных физико-математических параметров (масса поезда, длина поезда, состояние поезда, мощность локомотива, погодные условия и пр.).



Рис. 1. Анализ потерь допустимой скорости движения грузовых поездов и их влияния на величину потерь пропускной способности

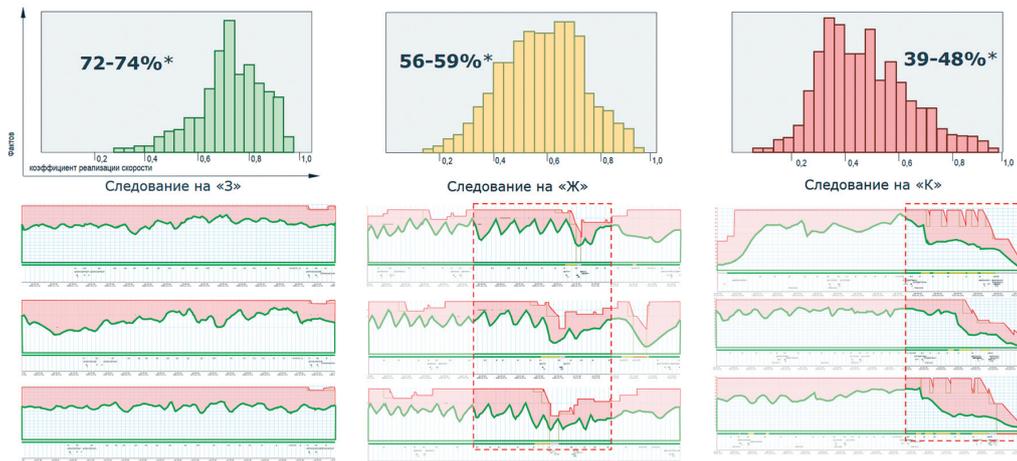


Рис. 2. Зависимость исполнения допустимой скорости движения поездов от показания сигнала, на который осуществляется движение

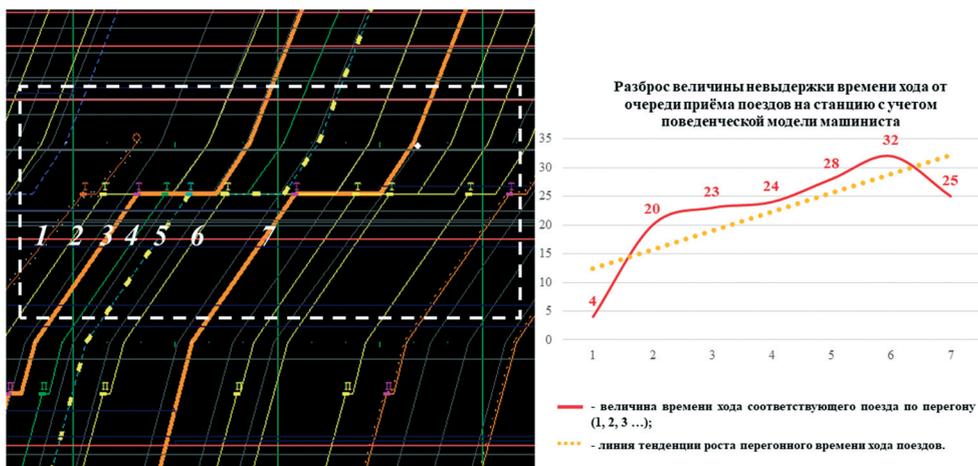


Рис. 3. Фрагмент результатов работы системы ГИД «УРАЛ-ВНИИЖТ» и графики разброса величины «невыдержки» перегонного времени хода попутных поездов в пакете в условиях нарушении «нормального» режима ведения поездов

В условиях эксплуатации автоблокировки на исследуемом перегоне с «подвижным» блок-участком «АЛСО с ПБУ» общее время занятия перегона составило 76,4 минуты (рис. 6). Эффект рационального пропуска поездов с сдерживанием величины исследуемых показателей достигнут за счет сокращения интервалов между поездами вследствие высокой дискретности блок-участков (рельсовые цепи длиной 350 метров).

На рис. 7 представлен сводный сравнительный анализ результатов имитационного моделирования, в котором нормативное перегонное время следования пакета из шести поездов составляет 48 минут. При

выполнении исследования было выявлено, что с учетом работы систем СЦБ, поведенческой модели ведения поезда по участку, балльно-рейтинговой оценки состояния перегона и группового ведения поездов по участку, фактическое время следования при «ЧКАБ» составляет 90 мин, а при «АЛСО с ПБУ» – 76 мин. Величина потери технической скорости на перегоне с применением «ЧКАБ» составила –30,4 км/ч, а при «АЛСО с ПБУ» –24,1 км/ч.

В результате применения системы ИРДП с «подвижным» блок-участком «АЛСО с ПБУ» было сокращено время занятия перегона пакетом поездов на 13,2 минут и снижение потерь технической скорости на 6,3 км/ч.

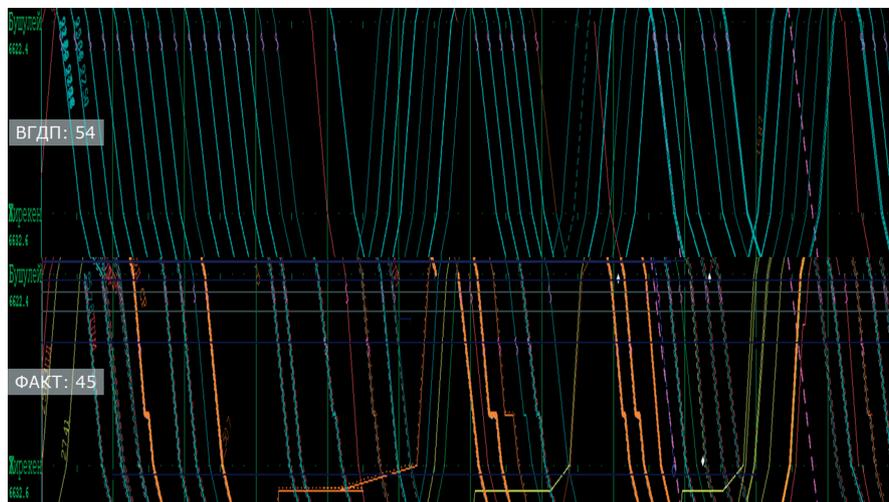


Рис. 4. Фрагменты результатов моделирования вариантного и фактического графика движения поездов по участку Восточного полигона

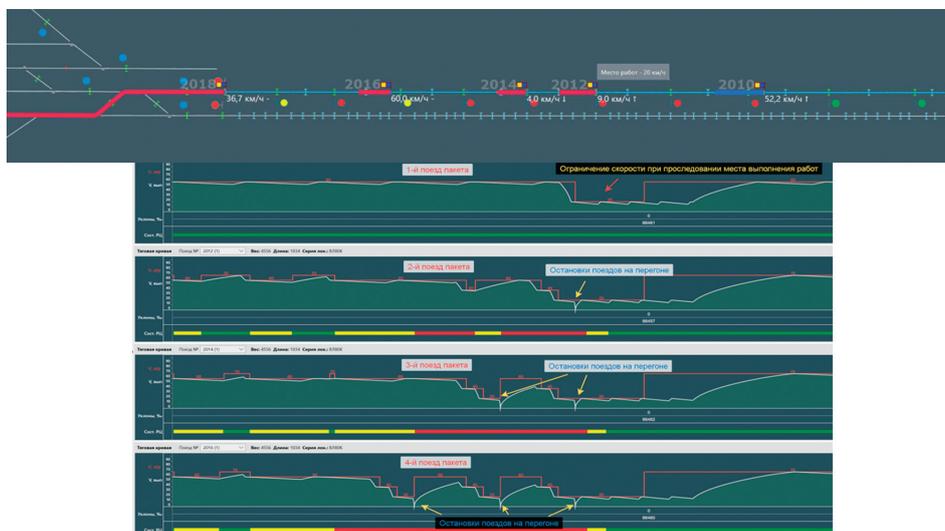


Рис. 5. Фрагмент выходных форм имитационного моделирования пропуска поездов при «ЧКАБ»

Таким образом, рациональность применения системы ИРДП «АЛСО с ПБУ» в целях повышения пропускной способности ориентировочно составляет порядка 17%, при кодах «АЛСН», и до 25% при кодах «АЛС-ЕН» (многозначная локомотивная сигнализация).

Заключение

В условиях реализации инвестиционных программ ОАО «РЖД» по развитию железнодорожной инфраструктуры Восточного полигона, при капитальных ремонтах путей на других направлениях сети технология применения системы ИРДП «АЛСО с ПБУ» позволит:

- сократить потери пропускной способности в период длительных закрытий на временно-однопутных перегонах;
- нивелировать влияние ограничений допустимой скорости движения поездов из-за влияния ОТС;
- рассмотреть вопросы увеличения непрерывной продолжительности закрытия перегонов.

Проведенное исследование подчеркивает актуальность вопроса технологии быстрого развертывания системы ИРДП «АЛСО с ПБУ» на ограничивающих перегонах в кратчайшие сроки.

Однако, проведенное исследование требует дополнительной проработки вопроса влияния внеплановых скоростных ограничений на величину потерь пропускной способности участков и динамику продвижения поездов.

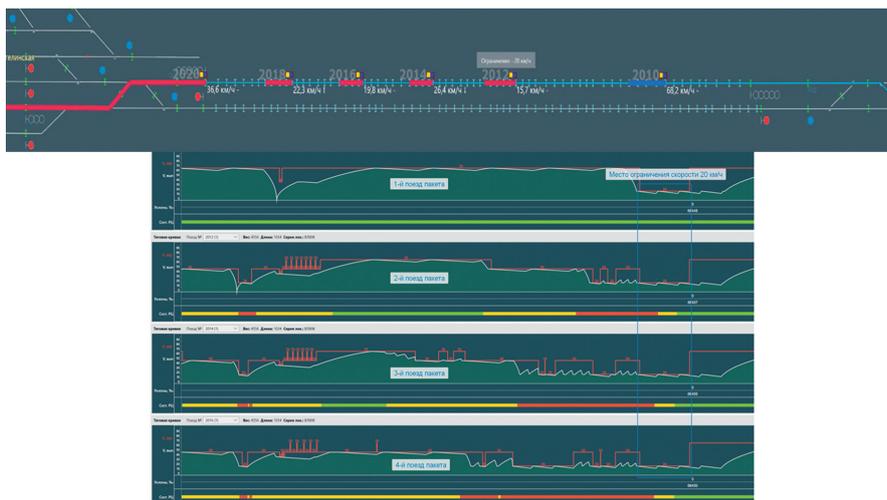


Рис. 6. Фрагмент выходных форм имитационного моделирования пропуска поездов при «АЛСО с ПБУ»

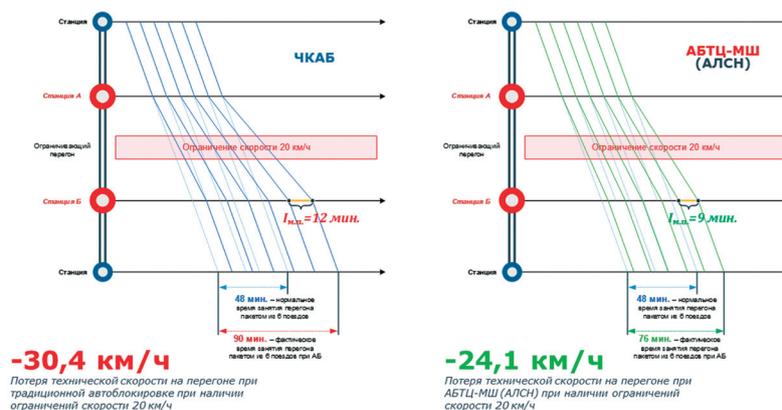


Рис. 7. Результаты моделирования работы участка Восточного полигона при «ЧКАБ» и «АЛСО с ПБУ»

Литература

1. Криворотов, А. А. Инфраструктура Восточного полигона: реальность и перспективы / А. А. Криворотов, Н. Н. Григорьева. - Текст : непосредственный // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. - 2022. - Т. 1. - С. 330-334. - EDN: GPYMNВ.
2. Изменение работы тягового подвижного состава на участках железных дорог Восточного полигона / А. А. Власенский, Г. И. Суханов, А. В. Супруновский, И. Г. Белозерова. - Текст : непосредственный // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. - 2021. - № 2(70). - С. 154-161. - DOI 10.26731/1813-9108.2021.2(70).154-161. - EDN: VUGHPH.
3. Валинский, О. С. Локомотивный комплекс Восточного полигона: ориентир на современные технологии / О. С. Валинский. - Текст : непосредственный // Железнодорожный транспорт. - 2022. - № 4. - С. 36-39. - EDN: QJMPUJ.
4. РЖД планируют закупить 549 локомотивов в 2024 году // РЖД [сайт]. - URL: <https://company.rzd.ru/ru/9397/page/104069?id=291303> (дата обращения: 14.02.2024). - Текст : электронный.
5. Документ «Стратегия развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 года» от 17 июня 2018 г. № 877-р [сайт]. - URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/1/1010> (дата обращения: 11.04.2024). - Текст : электронный.
6. Приказ Министерства транспорта РФ от 18 июля 2018 г. № 266 «Об утверждении Методики определения пропускной и провозной способностей инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования» [сайт]. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/542629643> (дата обращения: 11.04.2024). - Текст : электронный.
7. Янев, Ж. Математический алгоритм создания цифровой топологической модели станции в программе ИСУЖТ / Ж. Янев, Е. А. Овчинникова, Н. О. Бересток. - Текст : непосредственный // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов. - 2020. - № 1(2). - С. 194-200. - EDN: MPCCSP.
8. Гургенидзе, И. Р. Алгоритм выбора последовательности проведения работ на инфраструктуре при выполнении эксплуатационной работы / И. Р. Гургенидзе. - Текст : непосредственный // Железнодорожный транспорт. - 2023. - № 9. - С. 19-23. - EDN: XUUCES.
9. Бушуев, С. В. Пути повышения провозной способности участков железных дорог / С. В. Бушуев. - Текст : непосредственный // Автоматика на транспорте. - 2022. - Т. 8, № 4. - С. 343-353. - DOI 10.20295/2412-9186-2022-8-04-343-353. - EDN: FICKYU.
10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021618611 Российская Федерация. Программа моделирования станций и участков (комплекс МСУ) : № 2021617585 : заявлено 20.05.2021. Дата публикации : 29.05.2021 / М. Н. Бутым, И. В. Глебов, И. Р. Гургенидзе [и др.]; заявитель : акционерное общество «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте». - EDN: DGMMMP. - Текст : непосредственный.