

ОПТИМАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ПУТЕВОГО РАЗВИТИЯ СТАНЦИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ИНТЕРВАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

В настоящее время все больше уделяется внимание цифровизации организации и управления движением поездов. В статье рассматривается метод внедрения интервального регулирования движения поездов на участках с учетом количества и емкости путевого развития промежуточных и технических станций железнодорожного участка.

Ключевые слова: цифровизация, имитационное моделирование, система интервального регулирования, путевое развитие

EDN: MTLMNA



М.В. Фуфачева



Е.М. Лыткина

В настоящее время цифровизация железнодорожного транспорта набирает большие обороты, и эта тенденция должна благоприятно сказываться на развитии, а главное, на безопасности перевозочного процесса. Данный процесс направлен на выполнение одной из задач, которую должен решать любой транспорт — удовлетворение потребности в перевозках.

Развитию интеллектуальных систем, в том числе с использованием искусственного интеллекта на современном уровне способствуют ранее созданные автоматизированные системы управления перевозочным процессом.

В сложившейся обстановке и нарушением логистических связей между Россией и западной Европой по перевозке грузов, происходит переориентация грузопотоков на восточное и азиатское направления. Следовательно, планируется увеличение поездопотоков на восток. В связи с этим необходимо рассма-

тривать дополнительное увеличение пропускной и провозной способности участков, которые к этому времени вполне справлялись с заданным потоком.

Одной из прогрессивной мерой по увеличению пропускной способности участка, на сегодняшний день, является технология интервального регулирования движения поездов с безопасным минимальным интервалом между попутно следующими поездами.

Для реализации вышеописанного мероприятия создана цифровая многоуровневая система комплексного автоматизированного управления и обеспечения безопасного движения поездов.

Интервальное регулирование движения должно обеспечиваться непрерывным определением величины интервала между поездами, следующим в попутном направлении.

Существующие системы регулирования интервалов способны выполнять координирование поезда, но возникает проблема с обеспечением высокой точно-

Фуфачева Марина Валерьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация железных дорог» Красноярского института железнодорожного транспорта – филиала Иркутского государственного университета путей сообщения (КРИЖТ ИрГУПС). Область научных интересов: организация и управление процессами перевозок. Автор 55 научных работ, в том числе одной монографии и 25 учебных изданий.

Лыткина Екатерина Михайловна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация железных дорог» Красноярского института железнодорожного транспорта – филиала Иркутского государственного университета путей сообщения (КРИЖТ ИрГУПС). Область научных интересов: зональная система повышения надежности тягового подвижного состава. Автор 72 научных работ, в том числе одной монографии. Имеет шесть патентов РФ.

сти передачи информации о занятости пути на поезд, следующий за предыдущим поездом.

На Красноярской железной дороге пилотным полигоном, где внедряется система интервального регулирования, является так называемый «южный ход», где поездопоток, по сравнению с главным ходом, не значительный, но в перспективе планируется увеличение объемов перевозок именно по этому направлению, что потребует увеличения пропускной способности.

Подробно о системе регулирования движения поездов интервалами изложено в [1;2].

Одним из уровней этой системы является линейный (станционный) уровень, который отвечает за автоматическое построение маршрутов поездов по станции и регулировку интервалов между поездами, и верхний уровень, который обеспечивает построение графика движения поездов и контролирует его выполнение, решает конфликтные ситуации и в автоматическом режиме передает команды на автоматический режим ведения поезда в кабину машиниста. Это возможно только при установке в локомотиве приемников навигационной системы ГЛОНАСС во всех поездах, движение которых будет осуществляться по системе интервального регулирования.

Большое количество факторов необходимо учитывать при внедрении интервального движения поездов с использованием множества интеллектуальных систем, которые позволяют внедрить и освоить эту технологию. Эти системы включают в себя несколько самостоятельных подсистем, например, интеллектуальный поезд, станции и т.д., функционирующие в едином комплексе.

Станции являются основным элементом в организации и управлении перевозочным процессом. Поэтому внедрение системы интервального регулирования движения поездов в первую очередь скажется на технологии работы станций, качественных и количественных показателях их работы.

Без сомнения, одним из основных звеньев цифровизации железнодорожного транспорта является моделирование работы участков и станций по пропуску грузовых и пассажирских поездов с определением необходимой пропускной способности. Моделирование все больше становится неотделимой частью проектирования инфраструктуры транспорта [3].

Для создания и эффективной работы имитационной модели необходимо иметь полную и точную информацию о состоянии и мощности инфраструктуры и, в первую очередь, путевого развития станций, объема и структуры поездопотока.

Одним из основных элементов инфраструктуры является путевое развитие отдельных пунктов —

количество и вместимость приемоотправочных путей. Причем это характерно не только для технических станций, но и для промежуточных.

При движении поездов по участку в определенный момент возникает необходимость обгонять менее скорые поезда более скорыми, выполнять остановки составов для ожидания открытия перегона после выполнения работ в «окна», а также производить скрещения поездов на однопутных участках. Это, как правило, происходит на промежуточных станциях, разъездах или обгонных пунктах, поэтому следует иметь по факту минимальное число приемоотправочных путей достаточной вместимости.

В настоящее время большое внимание уделяется реконструкции станций, в частности, увеличению вместимости путевого развития. Но все же на большинстве отдельных пунктов с момента их постройки не выполнялась реконструкция по развитию путей. Причем на некоторых промежуточных станциях вместимость путей осталась на уровне не более 60 условных вагонов.

В технологическом процессе работы участковых и сортировочных станций главными операциями являются переработка составов и обработка транзитных поездов. Если учитывать рост длины грузовых поездов, то удлинение касается практически всех станционных путей, включая сортировочные.

Как правило, отдельные пункты с большим путевым развитием расположены в крупных промышленных центрах и узлах, которые имеют разные гидрогеографические условия, а также разное количество обработки вагонопотоков.

Схема реконструкции отдельного пункта зависит от станционной площадки, размер которой существенно зависит от условий застроенных (урбанизированных) территорий. На имеющихся отдельных пунктах не представляется возможным выполнить необходимую реконструкцию, что препятствует увеличению длины горловин и всей станции в сторону прилегающих участков, в особенности если станция ограничивается наибольшим затяжным подъемом.

Огромное значение на схему реконструкции оказывают существующие радиусы горизонтальных кривых и элементы профиля станционной площадки. Особенно это актуально на участках с пересеченной местностью.

Так как мероприятия по увеличению и удлинению путей в основном влекут за собой укладку дополнительных стрелочных переводов, а также прямых вставок, увеличивается длина реконструируемой горловины, вследствие чего реконструкция станций усложняется.

При проектировании схем реконструкции станций нужно индивидуально подходить к наилучшему использованию уже имеющихся устройств и гарантированно минимизировать проблемы при выполнении технологического процесса работы станции в период реконструкции. Необходимо предусматривать устройство и перенос не только земляного полотна и верхнего строения пути, но и большого количества наземных и подземных коммуникаций.

В большинстве случаев производство строительных работ по реконструкции станций связано с изменением существующего путевого развития и других устройств, с перекладкой путей и горловин. Эти работы еще более усложняются, когда требуется устанавливать дополнительные устройства СЦБ, контактную линию электропередачи и т.д. Учитывая специфику выполнения работ на станции, необходимо специальным для данной станции способом проработать процесс строительства, незначительно нарушающий обычную технологию работы отдельного пункта и безопасность движения поездов.

Непростая технологическая система всех отдельных пунктов, многочисленные параметры оценки их схем вызывают противоречия в стандартных приемах выбора оптимальных и эффективных схемных решений реконструкции.

Основными оценками эксплуатационной работы станций считаются задержки вагонов в ожидании каких-либо операций, маршрутная скорость, интервалы прибытия и отправления, мощность поездопотока, его структура, количество вагонов в составе и масса поездов. Разработка схемы отдельных пунктов для реконструкции нацелена, главным образом, на повышение использования имеющихся устройств и улучшение технологического процесса работы не только станции, но и прилегающих участков. Также основной целью применения реконструкционных мероприятий на станции является повышение пропускной способности всего участка.

Для участковых и сортировочных станций программа реконструкционных мероприятий может состоять не только в увеличении емкости путей, но и реализации следующих схемных решений:

- повышение количества путей;
- увеличение маневренности горловин, путем улучшения ее конструкции;
- реконструкция горки;
- укладка еще одного пути надвига;
- строительство путепроводных развязок на прилегающих к станции участках.

Каждый отдельный пункт — это непростая структура, включающая множество элементов.

Технологической основой оптимальной и эффективной работы станции является расположение этих элементов в виде определенной схемы. Разнообразные комбинации элементов устанавливают основополагающие схемные решения. Для удобства разработки схемных решений нескольких вариантов реконструкции предлагается применять классификатор реконструктивных действий отдельных пунктов, как промежуточных, так и технических, в виде граф-схем «И — ИЛИ ДЕРЕВО» (рис. 1, 2).

Указанные схемы не допускают рассмотрения неприемлемых и неэффективных схем отдельных пунктов, что позволит систематизировать технологические решения по реконструкции станции по их сложности.

После разработки нескольких приемлемых вариантов реконструкции отдельных пунктов необходимо провести имитационное моделирование технологии работы станции при всех выбранных вариантах схемных решений.

Технологический процесс работы любой станции разделяется на простейшие сегменты, которые представляют в некоторой степени заверченный элемент процесса. Процесс исполнения операций, отличающихся по форме и виду работы и совокупности технических устройств, сводится к следующему: рассмотреть условия введения в первую очередь на обслуживание, найти место операции в оперативной очереди в зависимости от уровня срочности и момента ее поступления, обеспечить включение в оперативную очередь, гарантировать выполнение операции.

Все элементы и сегменты необходимо увязать между собой в виде логического порядка для выполнения графика движения поездов по приему, отправлению и пропуску по участку. В этом логическом порядке прописываются условия, при которых после одной операции следует другая. Условия указываются путем проверки востребованности главных и приемоотправочных путей.

При реализации системы интервального движения поездов время отправления составов определяется появлением заявки на отправление при свободном участке пути на перегоне, длина которого будет соответствовать длине поезда и с учетом информации о местоположении идущего впереди поезда в виде координат.

Неритмичность работы железнодорожных участков, а, следовательно и станций по работе с поездопотоками подчиняется биномиальному и показательному законам распределения [4].

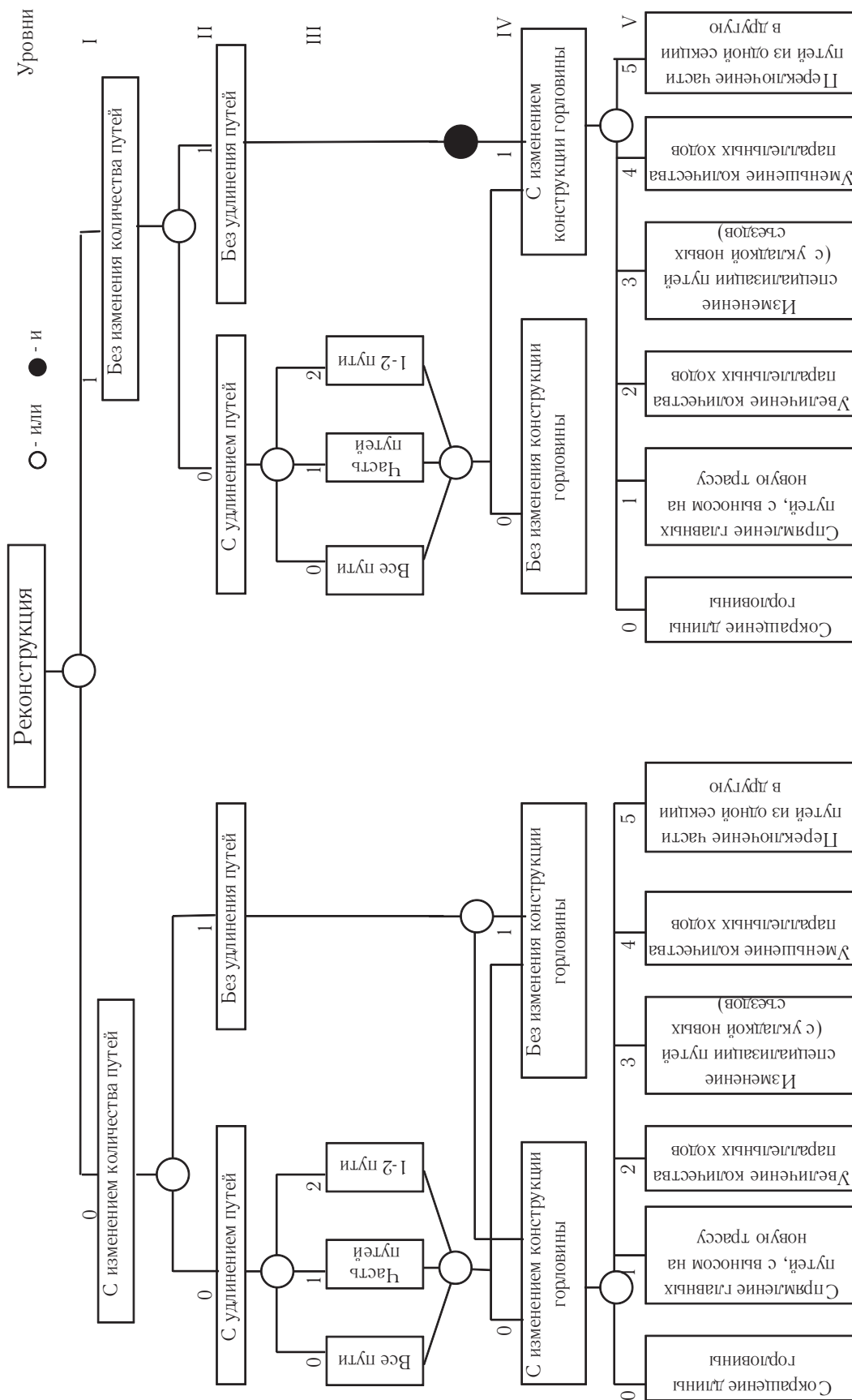


Рис. 1. Дерево реконструкционных мероприятий промежуточных станций

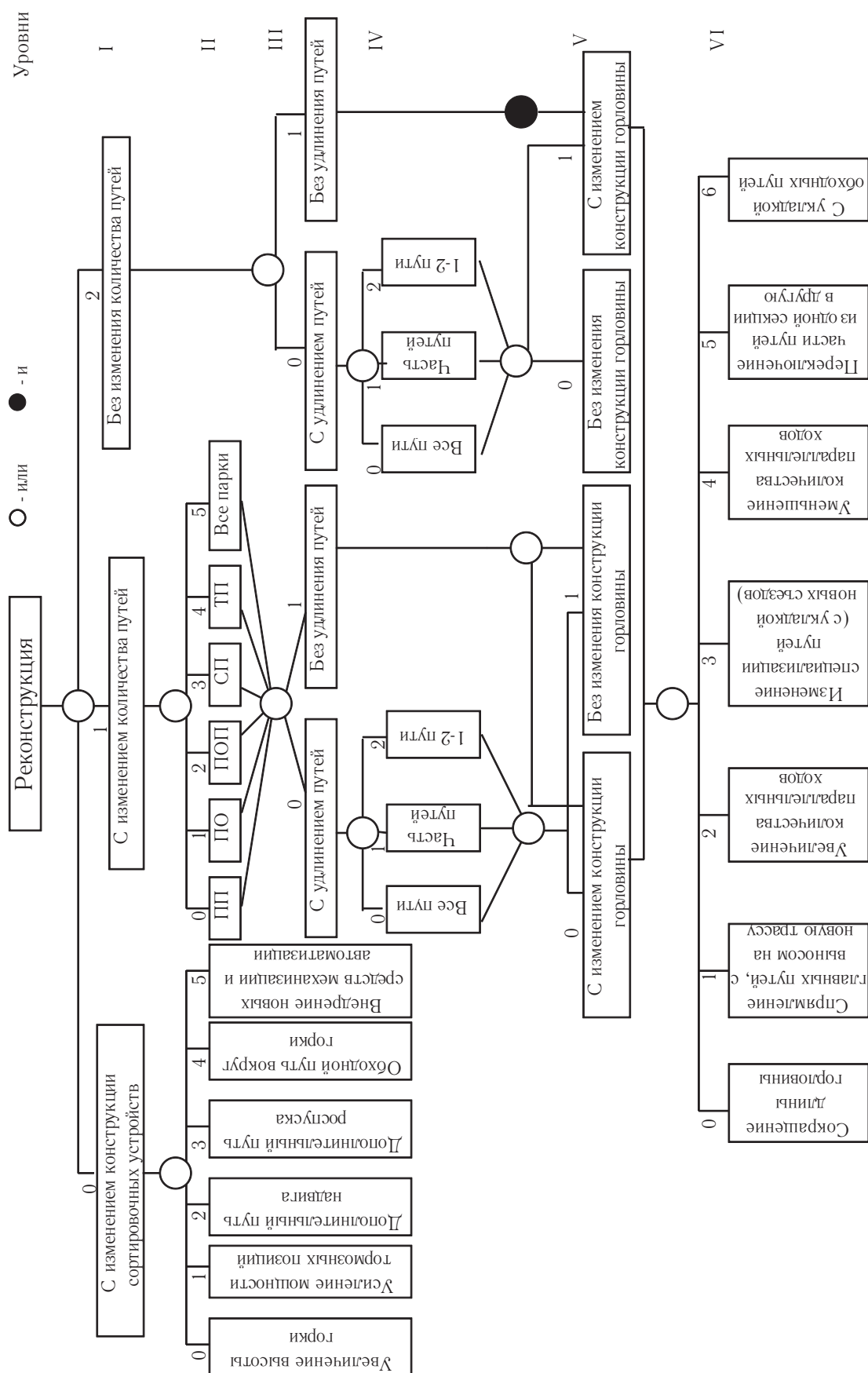


Рис. 2. Дерево реконструкционных мероприятий технических станций

Выводы

Для полноценного внедрения системы интервального движения поездов необходимо в первую очередь оснастить все локомотивы системами передачи данных по радиоканалу и контроля «хвоста» поезда.

Следует обращать внимание на реконструкцию станций по увеличению количества и емкости путей именно на тех участках и линиях, где в первую очередь внедряется интервальное движение.

Необходимо выбирать оптимальные и эффективные схемы реконструкций с помощью имитационного моделирования, с обязательным участием в модели работы прилегающих участков и вариантных графиков движения поездов.



Литература

1. Новикова, О.О. Использование технологии ГЛОНАСС для интервального регулирования движения поездов / О.О. Новикова. — Текст: непосредственный // Сборник материалов конференции «Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке». — Хабаровск: ДВГУПС. — 2018. — Т.2. — С. 96-100.
2. Инновационные технологии интервального регулирования — основа системы управления движением на МЦК / И.Н. Розенберг, В.Г. Матюхин, А.Б. Шабунин, Б.И. Уманский. — Текст: непосредственный. // Автоматика, связь, информатика. — 2019. — №6. — С. 5-10.
3. Розенберг, Е.Н. Глобальные тренды развития интеллектуальных транспортных систем / Е.Н. Розенберг, А.С. Коровин. — Текст: непосредственный // Автоматика, связь, информатика. — 2018. — №12. — С. 14-19.
4. Фуфачева, М.В. Законы распределения некоторых параметров при организации движения поездов / М.В. Фуфачева. — Текст: непосредственный // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. — 2021. — №3 (51). — С. 27-39.