

Методические основы организации ремонтно-путевых работ при длительных закрытиях перегонов с их предоставлением по технологии «в створе»

А. Т. ОСЬМИНИН, Е. А. СОТНИКОВ, М. А. ОСЬМИНИН

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ»), Москва, 129626, Россия

Аннотация. Рассмотрены условия эффективной организации ремонтно-путевых работ при использовании технологии длительного закрытия перегонов от суток и более, а также «окон» большой продолжительности. Установлено понятие створовых направлений, сформирован перечень таких направлений, в том числе взаимосвязанных створовых направлений, на которых планирование работ осуществляется комплексно. Разработаны принципы построения вариантного графика движения поездов на однопутных линиях с определением участков и перегонов, на которых осуществляется выполнение ремонтно-путевых работ по технологии в створе. Применение предлагаемых методических положений позволит упорядочить систему использования прогрессивных способов производства ремонтно-путевых работ.

Ключевые слова: ремонтно-путевые работы; технология длительно закрытых перегонов; технология предоставления закрытий перегонов в створе; методические положения эффективной организации работ

Переход к выполнению ремонтно-путевых работ по технологии «в створе». Содержание и развитие инфраструктуры требует выполнения значительного объема ремонтно-строительных работ. На сети железных дорог ежегодно предоставляется до 600 тыс. «окон», из которых примерно 12 % имеют продолжительность 4 ч и более. В последние годы широкое распространение получила технология выполнения ремонтно-строительных работ с длительным закрытием перегонов — от одних до нескольких суток [1, 2, 3]. В 2016 г. более 60 % всего объема работ по ремонту и реконструкции объектов инфраструктуры выполнялось с использованием такого способа организации работ [4].

Следует учитывать, что в настоящее время 70–80 % годового объема работ по ремонту и реконструкции инфраструктуры сети железных дорог ОАО «РЖД» выполняется на 28 % от общей протяженности сети. Это высокозагруженные направления, размеры движения на которых постоянно возрастают.

В таких условиях особенно актуально решение задачи минимизации влияния предоставления дли-

тельных закрытий, а также «окон» большой продолжительности (далее в основном используется одно понятие — длительные закрытия) на эксплуатационную работу, в первую очередь на выполнение плановых объемов перевозок при безусловной реализации заданий директивного плана-графика ремонтных и строительно-монтажных работ.

Решение данной задачи должно осуществляться по трем следующим позициям:

1) уменьшение требуемого числа «окон» и длительных закрытий на предусмотренные директивным планом-графиком объемы ремонтных и реконструктивных работ за счет увеличения продолжительности «окон» и проведения различных типов работ в одно «окно»;

2) максимальное повышение количества поездов, следующих по участкам, где выполняются ремонт и реконструкция инфраструктуры, в периоды — до начала выполнения работ, во время производства работ (по остающемуся для движения поездов главному пути двухпутного перегона), а также после окончания работ. Это учитывается при разработке вариантных графиков движения поездов (ВГДП);

3) оптимизация построения графика предоставления «окон» и длительных закрытий с учетом минимизации их влияния на эксплуатационную работу.

Решение задачи по 1-й и 2-й позициям подробно рассмотрено в нормативных документах ОАО «РЖД», устанавливающих порядок выполнения ремонтных и строительно-монтажных работ [5, 6], а также в работе [7].

По 3-й позиции разработаны изложенные в настоящей статье методические положения, определяющие принципы и порядок планирования предоставления длительных закрытий по технологии «в створе», что обеспечивает минимизацию влияния ремонтно-строительных работ на эксплуатационную деятельность. При этом используются некоторые новые понятия, отмеченные далее в тексте статьи жирным шрифтом.

На зарубежных железных дорогах вопросам оптимизации затрат на выполнение ремонтно-путевых работ с предоставлением «окон», улучшения состояния путевой инфраструктуры уделяется значительное внимание [8, 9].

Применению технологии «в створе» способствует внедрение полигонных технологий, когда планирование ремонтно-путевых работ осуществляется не по отдельным железным дорогам, а на полигонах большой протяженности.

Створовые направления. Длительные закрытия предоставляются комплексно на целых направлениях, определяемых как «**створовые направления**», в пределах которых организовано сквозное продвижение поездов. Длина створовых направлений определяется движением потока поездов между станциями отправления и назначения в соответствии с планом формирования поездов.

Сформирован перечень створовых направлений на сети железных дорог ОАО «РЖД», на которых, вследствие высокой загрузки пропускной способности, длительные закрытия должны предоставляться в основном по технологии «в створе».

Створовые направления располагаются между крупными станциями зарождения и погашения поездопотока либо узловыми станциями, где сходится несколько направлений.

В современных условиях створовыми являются, например, следующие направления:

Инская — Тайшет — Хабаровск-П — Владивосток (проходит по 5-ти железным дорогам);

Курган — Колчедан — Екатеринбург-Сортировочный — Лянгасово — Санкт-Петербург-Сортировочный — Московский (проходит по 5-ти железным дорогам);

Лоста — Обозерская — Маленьга — Беломорск (проходит по 2-м железным дорогам).

В ряде случаев при предоставлении длительных закрытий часть поездопотока направляется по обходным маршрутам с использованием параллельных створовых направлений, а длительные закрытия могут предоставляться только на одном из таких взаимосвязанных створовых направлений. Поэтому вводится понятие «**взаимосвязанные створовые направления**» (или их части), на которых длительные закрытия перегонов должны предоставляться взаимосвязано.

Например, на рис. 1 представлен регион сети, на котором поезда могут следовать из Екатеринбурга в Вологду по двум маршрутам: 1) Екатеринбург — Чепца — Свеча — Вологда; 2) Екатеринбург — Черусти — Орехово-Зуево — Александров — Вологда. Эти маршруты входят в разные створовые направления. Длительные закрытия могут одновременно предоставляться только на одном из них.

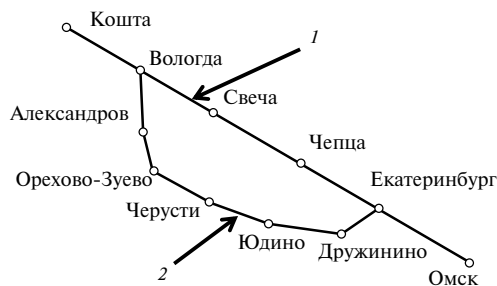


Рис. 1. Взаимосвязанные части створовых направлений (1, 2)
Fig. 1. Related parts of transit directions (1, 2)

Следует отметить возможность одновременного предоставления «окон» на двух параллельных створовых направлениях при перекрестном предоставлении на них «окон» [10], что поясняет рис. 2.

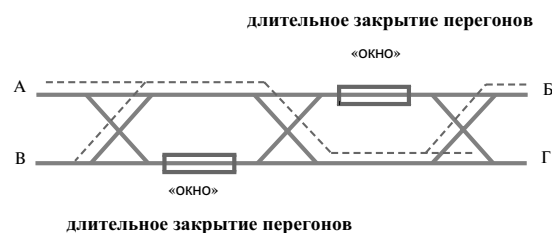


Рис. 2. Вариант предоставления «окон» на двух параллельных створовых направлениях при перекрестном длительном закрытии перегонов на части направлений: АВ, ВГ — створовые направления
Fig. 2. Option for "windows" in two parallel transit directions at long-term cross closures on the segment of the line: АВ, ВГ — transit directions

При предоставлении длительных закрытий на одном из взаимосвязанных «створовых направлений» происходит перераспределение поездопотоков N_1 и N_2 [11] по направлениям по схеме, представленной на рис. 3. Если работы по технологии закрытых перегонов выполняются на створовом направлении 1, то часть поездопотока ΔN_1 на период производства работ может передаваться на 2-е взаимосвязанное направление. При этом на 2-м створовом направлении не могут предоставляться «окна» большой продолжительности. Проверяется возможность пропуска увеличенного количества поездов по взаимосвязанному створовому направлению. Дирекции управления движением, в чьем ведении находится 2-е створовое

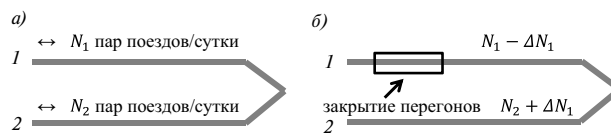


Рис. 3. Схема перераспределения поездопотоков при выполнении работ на инфраструктуре по технологии закрытых перегонов: а — до начала работ; б — при выполнении работ с закрытием перегонов; 1, 2 — взаимосвязанные створовые направления

Fig. 3. Scheme of redistribution of train flow during the work on the infrastructure by the technology of closed sections: а — before work start; б — when performing works with section closure 1, 2 — related transit directions

направление, могут разрешить увеличение продолжительности «окна» только в том случае, если за счет совершенствования технологии поездной работы обеспечивается пропуск увеличенного поездопотока ($N_2 + \Delta N_1$).

Технология «в створе» на двухпутных направлениях. Разработана методика построения графика длительных закрытий и «окон» большой продолжительности, в которой также используются новые понятия.

Длина створового направления — расстояние между конечными станциями створового направления — $S_{\text{ств}}$ (рис. 4).

Створовой период одноразового закрытия перегонов — $T_{\text{закр}}^{\text{одн}}$. Это время планирования одноразового закрытия нескольких перегонов на створовом направлении. Величину $T_{\text{закр}}^{\text{одн}}$ поясняет рис. 4.

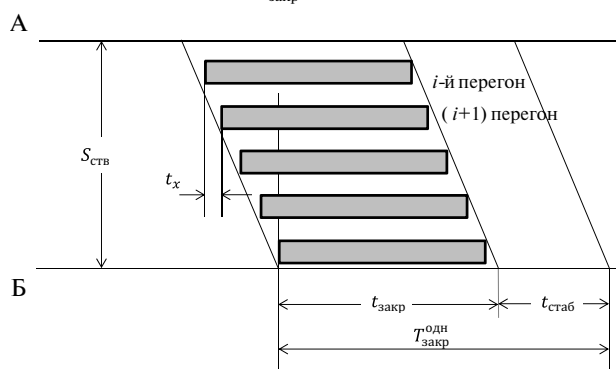


Рис. 4. Определение створового периода одноразового закрытия перегонов

Fig. 4. Determination of transit period for one-off section closure

Смещение закрытия в створе — t_x , которое определяется при построении вариантных графиков движения поездов (рис. 4):

$$t_x = T_{i+1} - T_i, \text{ ч}, \quad (1)$$

где T_i — текущее время начала закрытия i -го перегона, ч; T_{i+1} — текущее время начала закрытия следующего $(i+1)$ перегона.

Согласно рис. 4 получаем:

$$T_{\text{закр}}^{\text{одн}} = t_{\text{закр}} + t_{\text{стаб}}, \quad (2)$$

где $t_{\text{закр}}$ — продолжительность одноразового закрытия; $t_{\text{стаб}}$ — период стабилизации движения поездов после одноразового закрытия.

Продолжительность одноразового закрытия перегона на створовом направлении — $t_{\text{закр}}$: время от начала одноразового закрытия перегона до конца закрытия, в течение которого главный путь, на котором осуществляются работы, закрыт для движения поездов, не участвующих в выполнении путевых работ.

Значение $t_{\text{закр}}$ при достаточном наличии путевых машин и людских ресурсов устанавливается с учетом следующих двух ограничений. Введем обозначения:

$N_{\text{пр}}$ — требуемое количество поездов, пропускаемых по участку, поездов/сут; $N_{\text{закр}}$ — количество поездов в сутки, которое может быть пропущено по участку в период закрытия перегона; $N_{\text{кр}}$ — количество поездов, которое может быть направлено кружностью; $N_{\text{ст}}^{\text{max}}$ — максимальное количество поездов, которое может быть отставлено от движения на прилегающих участках без ущерба для пропускной способности, поездов/уч.

Ограничение величины продолжительности одноразового закрытия перегона $t_{\text{закр}}$ по условию $N_{\text{ст}}^{\text{max}} - t_{\text{закр}}^{\text{ст}}$:

$$t_{\text{закр}}^{\text{ст}} \leq \frac{N_{\text{ст}}^{\text{max}}}{N_{\text{пр}} - N_{\text{закр}} - N_{\text{кр}}}, \text{ сут.} \quad (3)$$

Ограничение величины $t_{\text{закр}}$ по условию оптимальной организации путевых работ — $t_{\text{закр}}^{\text{пут}}$ определяется с учетом следующих положений:

- обеспечение полного выполнения комплекса путевых работ за период одноразового закрытия с возможностью движения поездов после открытия перегона с установленной скоростью;

- достижение высокой выработки путевых машинных комплексов, что минимизирует общее время выполнения работ и их влияние на эксплуатационную работу;

- достижение высокой производительности труда при выполнении ремонтно-путевых работ.

Следует обеспечивать выполнение обоих указанных ограничений:

$$t_{\text{закр}} \leq t_{\text{закр}}^{\text{ст}}, \quad t_{\text{закр}} = t_{\text{закр}}^{\text{пут}}. \quad (4)$$

Период стабилизации движения поездов после одноразового закрытия — $t_{\text{стаб}}$: время от завершения одноразового закрытия перегона до начала следующего закрытия, в течение которого восстанавливается нормальное движение поездов по участку выполнения работ:

$$t_{\text{стаб}} \geq \frac{n_{\text{отс}}}{N_{\text{доп}}^{\text{пр}}}, \text{ сут.}, \quad (5)$$

где $n_{\text{отс}}$ — наибольшее число отставленных от движения поездов на одном участке (из всех участков, где производятся закрытия перегонов) за период $t_{\text{закр}}$; $N_{\text{доп}}^{\text{пр}}$ — дополнительное к основным размерам движения количество поездов в сутки, которое может быть пропущено по участку после завершения работ.

Общий период планирования предоставления закрытий перегонов в створе — $T_{\text{закр}}^{\text{общ}}$.

$$T_{\text{закр}}^{\text{общ}} = K_{\text{закр}} t_{\text{закр}} + K_{\text{закр}} t_{\text{стаб}} = K_{\text{закр}} (t_{\text{закр}} + t_{\text{стаб}}), \quad (6)$$

где $K_{\text{закр}}$ — количество одноразовых закрытий для выполнения плана работ.

Значение $T_{\text{закр}}^{\text{общ}}$ поясняет рис. 5. Количество закрытий $K_{\text{закр}}$ определяется исходя из значения суточной выработки путевых машинных комплексов в одно закрытие на одном перегоне — $q_{\text{закр}}^{\text{сут}}$, км/сут:

$$K_{\text{закр}} = \frac{L_{\text{раб}}}{n_{\text{закр}} t_{\text{закр}} q_{\text{закр}}^{\text{сут}}}, \text{ раз}, \quad (7)$$

где $L_{\text{раб}}$ — годовой план ремонтно-путевых работ на створовом направлении, км; $n_{\text{закр}}$ — количество перегонов, закрываемых на створовом направлении за одноразовый створовой период, шт.

Объем работ, выполняемый путевыми машинными комплексами за створовой период при одноразовом закрытии $I_{\text{закр}}^{\text{одн}}$ определяется по формуле:

$$I_{\text{закр}}^{\text{одн}} = n_{\text{закр}} q_{\text{закр}}^{\text{сут}} t_{\text{закр}}. \quad (8)$$

Общий объем работ, выполняемый за весь период предоставления закрытий

$$L_{\text{закр}}^{\text{общ}} K_{\text{закр}} I_{\text{закр}}^{\text{одн}}. \quad (9)$$

Аналогичные понятия используются для работ, выполняемых в «окна».

Створовой период одноразового предоставления «окон» $T_{\text{ок}}^{\text{одн}}$. При типовом случае в расчет принимается возможность предоставления «окон» через одни сутки. Тогда $T_{\text{ок}}^{\text{одн}} = 2$ сут. В конкретных расчетах с учетом местных условий возможно другое значение $T_{\text{ок}}^{\text{одн}}$.

Общий период предоставления «окон» в створе $T_{\text{ок}}^{\text{общ}}$

$$T_{\text{ок}}^{\text{общ}} = K_{\text{ок}} T_{\text{ок}}^{\text{одн}}, \quad (10)$$

где $K_{\text{ок}}$ — количество одноразовых предоставлений «окон» в створе, значение $K_{\text{ок}}$ определяется по формуле, аналогичной формуле (7).

Объем работ, выполняемый при одноразовом предоставлении «окон» в створе:

$$I_{\text{ок}}^{\text{одн}} = n_{\text{ок}} q_{\text{ок}}, \quad (11)$$

где $n_{\text{ок}}$ — количество перегонов, на которых предоставляются «окна» в створе; $q_{\text{ок}}$ — производительность путевых машинных комплексов за одно «окно» на одном перегоне.

Общий объем работ, выполняемый за общий период предоставления «окон»:

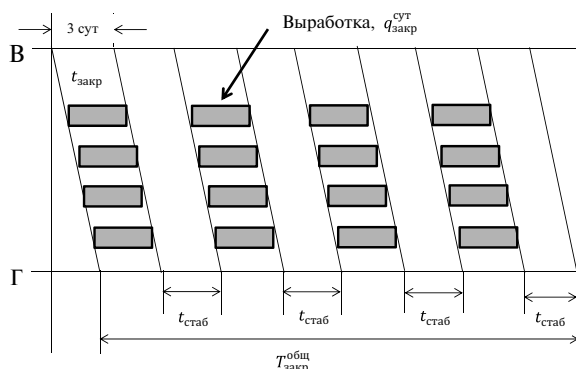


Рис. 5. Определение значения $T_{\text{закр}}^{\text{общ}}$
Fig. 5. Determination of definition $T_{\text{закр}}^{\text{общ}}$

$$L_{\text{ок}}^{\text{общ}} = K_{\text{ок}} I_{\text{ок}}^{\text{одн}}. \quad (12)$$

Построение графика длительных закрытий и «окон» большой продолжительности осуществляется пошагово.

Шаг 1. Рассматриваются годовые задания на производство работ для каждого взаимосвязанного створового направления.

Направление с максимальным объемом работ определяется как **лимитирующее створовое направление**, которое должно иметь преимущество на выполнение работ по технологии закрытых перегонов с предоставлением закрытий в створе.

Пусть из двух направлений № 1 и № 2 лимитирующим является направление № 1.

Шаг 2. Определяется максимальная плановая общая продолжительность выполнения работ на инфраструктуре в течение года ($T_{\text{раб}}$) в зависимости от климатических условий створовых направлений.

Обычно это период апрель—октябрь (214 сут).

Шаг 3. Определяется общая сумма потребных периодов времени выполнения годовых плановых заданий для взаимосвязанных створовых направлений при выполнении всех работ по технологии закрытых перегонов в створе — ($T_{\text{закр}1}^{\text{общ}} + T_{\text{закр}2}^{\text{общ}}$).

Шаг 4. Определяются условия возможного использования технологии длительно закрытых перегонов на взаимосвязанных створовых направлениях.

В случае

$$(T_{\text{закр}1}^{\text{общ}} + T_{\text{закр}2}^{\text{общ}}) \leq T_{\text{раб}} \quad (13)$$

все планируемые работы на каждом из взаимосвязанных направлений могут быть выполнены по технологии длительно закрытых перегонов.

В случае

$$(T_{\text{закр}1}^{\text{общ}} + T_{\text{закр}2}^{\text{общ}}) > T_{\text{раб}} \quad (14)$$

все планируемые работы на взаимосвязанных створовых направлениях не могут выполняться полностью по технологии длительно закрытых перегонов. В этом случае определяется, какая часть работ будет выполняться по технологии длительно закрытых перегонов и какая часть с предоставлением «окон» продолжительностью менее 8 ч — $T_{\text{закр}1}^{\text{общ}}$ (в период, когда на другом створовом направлении работы выполняются по технологии длительно закрытых перегонов).

Шаг 5. Распределение времени $T_{\text{раб}}$ для каждого створового направления на составляющие $T_{\text{закр}1}^{\text{общ}}$ и $T_{\text{закр}2}^{\text{общ}}$ выполняется с учетом следующих условий:

1) основным способом выполнения работ по капитальному ремонту и модернизации инфраструктуры является технология длительно закрытых перегонов, предоставляемых в створе. При невозможности вы-

полнения полного объема работ по технологии закрытых перегонов дополнительно предоставляются «окна» также в створе;

2) распределение общего времени выполнения работ по технологии закрытых перегонов осуществляется пропорционально плановому объему работ на каждом взаимосвязанном створовом направлении:

— для первого направления

$$T_{\text{закр } 1,1}^{\text{общ}} = T_{\text{раб}} \frac{T_{\text{закр } 1}^{\text{общ}}}{T_{\text{закр } 1}^{\text{общ}} + T_{\text{закр } 2}^{\text{общ}}}; \quad (15)$$

— для второго направления

$$T_{\text{закр } 2,1}^{\text{общ}} = T_{\text{раб}} - T_{\text{закр } 1,1}^{\text{общ}}. \quad (16)$$

Это обеспечивает создание на них примерно равных условий для производительного использования путевых машинных комплексов и организации эксплуатационной работы.

3) при невозможности выполнения условия 2) преимущество в использовании технологии длительно закрытых перегонов получает лимитирующее направление.

На отдельных створовых (двухпутных не взаимосвязанных) направлениях закрытия перегонов и «окна» предоставляются по схеме, представленной на рис. 5.

Технология «в створе» на однопутных направлениях. При использовании «окон» большой продолжительности на однопутных направлениях выполняется построение графика движения поездов с определением участков и перегонов, предоставление «окон» на которых минимизирует потери в эксплуатационной работе [12]. Принципы построения такого графика с предоставлением «окон» в створе представлены в условном примере на рис. 6. Здесь АБ — однопутное направление длиной $S_{\text{АБ}} = 480$ км, участковая скорость (нормативная) $v_{\text{уч}} = 30$ км/ч. Геометрическим построением

графика движения определяются 1-й и 2-й перегоны предоставления «окон» в створе. Фактически расстояние между перегонами предоставления «окон» в створе $S_{\text{ок}}$ зависит от участковой скорости, размеров движения грузовых и пассажирских поездов, продолжительности «окна». В условном примере, представленном на рис. 6, $S_{\text{ок}} \approx 240$ км. В реальных условиях для определения величины $S_{\text{ок}}$ необходимо построение вариантного графика движения поездов (учитываются как грузовые, так и пассажирские поезда). На практике $S_{\text{ок}} \approx 200 \div 250$ км. При проведении ремонтно-строительных работ по технологии «в створе» они выполняются как в светлое, так и в темное время суток.

Вывод. Применение разработанных методических положений предоставления длительных закрытий и «окон» большой продолжительности для выполнения ремонтно-путевых работ по технологии «в створе» позволит упорядочить систему использования прогрессивных технологических способов производства таких работ и повысить эффективность организации перевозочного процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ретер А. А. Эксперимент становится нормой // Железнодорожный транспорт. 2016. № 5. С. 39–43.
2. Скачков А. А. Снизить старение путевой инфраструктуры — приоритетная задача // Железнодорожный транспорт. 2016. № 5. С. 44–45.
3. Маклыгин Н. В. Ремонт в условиях растущего грузопотока // Железнодорожный транспорт. 2016. № 5. С. 46–47.
4. Горшков В. В. В режиме длительно закрытых перегонов. Использовать «окна» максимально эффективно // Железнодорожный транспорт. 2016. № 5. С. 36–38.
5. Инструкция о порядке предоставления и использования «окон» для ремонтных и строительно-монтажных работ на железных дорогах ОАО «РЖД»: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 14 марта 2016 г. № 424р.

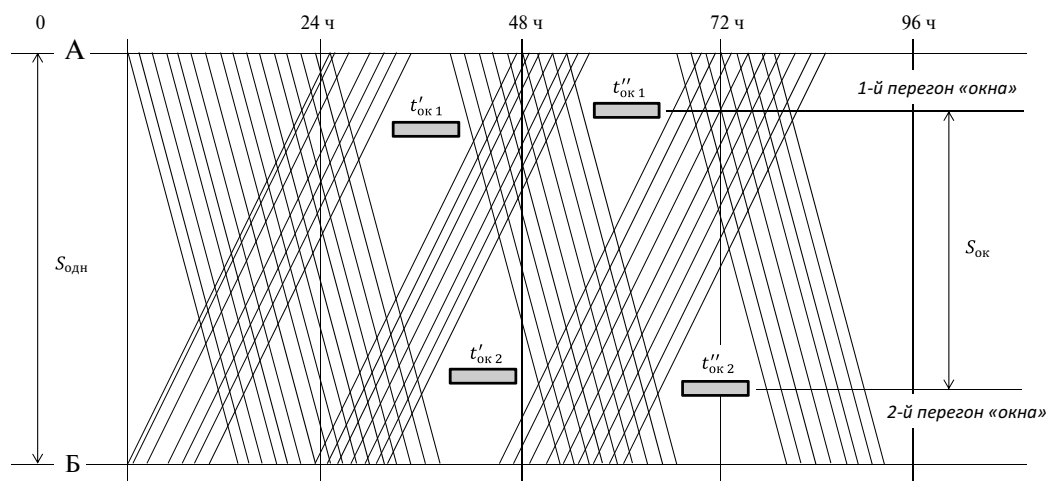


Рис. 6. Принципы построения однопутного графика с предоставлением «окон» в створе с минимизацией их влияния на эксплуатационную работу (условный пример)

Fig. 6. Principles of construction of single-track schedule with the provision of "windows" in transit while minimizing their impact on operational performance (conventional example)

6. Порядок определения эффективности формирования и ведения соединенных поездов во всех видах движения на основе критериев экономической целесообразности, состояния и загрузки инфраструктуры, безопасности движения: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 28 декабря 2015 г. № 3109р.

7. Сайбатов Р. Ф. Необходим комплексный подход к ремонту и текущему содержанию инфраструктуры // Железнодорожный транспорт. 2013. № 6. С. 38–41.

8. Understanding and improving the track system // Railway Gazette International. 2015. № 8. P. 29–33.

9. Hermann Th., Vogel Th. Possession policies drive down maintenance costs // Railway Gazette International. 2014. № 5. P. 64–67.

10. Шенфельд К. П., Сотников Е. А. Развитие методов управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте в современных условиях. М.: Научный мир, 2015. 202 с.

11. Набойченко И. О. Как базовый технологический процесс // Железнодорожный транспорт. 2016. № 5. С. 48–49.

12. Каретников А. Д., Воробьев Н. А. График движения поездов. М.: Транспорт, 1979. 301 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

ОСМИНИН Александр Трофимович,
д-р техн. наук, профессор, заведующий отделением ПРС,
АО «ВНИИЖТ»

СОТНИКОВ Евгений Александрович,
д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник,
АО «ВНИИЖТ»

ОСМИНИН Михаил Александрович,
ведущий инженер, отделение ПРС, АО «ВНИИЖТ»

Статья поступила в редакцию 21.11.2016 г., принята к публикации 19.01.2017 г.

Methodical basis for organization of repair-track works on sections at long-term closures with providing them by "in transit" technology

A. T. OS'MININ, E. A. SOTNIKOV, M. A. OS'MININ

Joint Stock Company "Railway Research Institute" (JSC "VNIIZhT"), Moscow, 129626, Russia

Abstract. Conditions for the effective organization of repair-track works using technology of lengthy closing track sections for a day and more, as well as the "windows" of long duration. Technology of long-term closure of sections is becoming more common. In 2016, more than 60 % of the total amount of repair and reconstruction of infrastructure is performed using such a method of organization of work. This minimizes the total execution time for repair and track work and accordingly optimized their impact on the operational activities of sections and directions. The concept of transit directions is established, repair track works on them must be performed only by in-transit technology. A list of such areas, including interconnected transit areas was made, in which work planning is carried out comprehensively. When solving the problem of building schedules of long closures and "windows" of long duration such new concepts as "transit period of one-off closure of section", "shift of section closure in transit", "common planning period of section closures in transit" were determined with number of others, using of which is gradually determined by the duration of works by the technology in transit, including interconnected transit directions. Conditions are established for allocating limiting transit directions which are advantageous for performing works by "in transit" technology. The principles of constructing variant train schedule on single-track lines was developed with the definition of sections and segments for which the execution of repair works is performed by in transit technology. Application of the proposed methodic provisions will streamline the system of using advanced methods of performing repair and track works.

Keywords: repair-track works; technology of long-term section closure; technology of section closure in transit; methodic provisions of effective work organization

DOI: <http://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2017-76-1-25-30>

REFERENCES

1. Reger A.A. *Eksperiment stanovitsya normoy* [The experiment becomes the norm]. Zheleznodorozhnyy transport [Railway transport], 2016, no. 5, pp. 39–43.
2. Skachkov A. A. *Snizit' starenie putevoy infrastruktury – prioritnaya zadacha* [Reduce the aging of track infrastructure – a priority task]. Zheleznodorozhnyy transport [Railway transport], 2016, no. 5, pp. 44–45.
3. Maklygin N.V. *Remont v usloviyakh rastushchego gruzopotoka* [Repairs in conditions of growing traffic]. Zheleznodorozhnyy transport [Railway transport], 2016, no. 5, pp. 46–47.

4. Gorshkov V.V. *V rezhime dlitel'no zakrytykh peregonov. Ispol'zovat' «okna» maksimal'no effektivno* [In the mode of long-term closing. Use the "window" as efficiently as possible]. Zheleznodorozhnyy transport [Railway transport], 2016, no. 5, pp. 36–37.

5. *Instructions on the procedure for the provision and use of "windows" for repair and construction works at the JSC "Russian Railways"*. Approved by the order of JSC "Russian Railways" of March 14, 2016, no. 424r (in Russ.).

6. *Procedures for determining the efficiency of shaping and driving connected trains in all modes of motion on the basis of economic feasibility criteria, conditions and loading of infrastructure, traffic safety*. Approved by the order of JSC "Russian Railways" of December 28, 2015, no. 3109r (in Russ.).

7. Saybatalov R.F. *Neobkhodim kompleksnyy podkhod k remontu i tekushchemu soderzhaniyu infrastruktury* [A comprehensive approach to the repair and maintenance of infrastructure]. Zheleznodorozhnyy transport [Railway transport], 2013, no. 6, pp. 38–41.

8. *Understanding and improving the track system*. Railway Gazette International, 2015, no. 8, pp. 29–33.

9. Hermann Th., Vogel Th. *Possession policies drive down maintenance costs*. Railway Gazette International, 2014, no. 5, pp. 64–67.

10. Shenfeld K.P., Sotnikov E.A. *Razvitie metodov upravleniya perevozhnym protsessom na zheleznodorozhnom transporte v sovremennykh usloviyakh* [Development of management methods of the transportation process in railway transport in modern conditions]. Moscow, Nauchnyy Mir [Scientific world] Publ., 2015, 202 p.

11. Naboychenko I.O. *Kak bazovyy tekhnologicheskyy protsess* [Like a basic engineering process]. Zheleznodorozhnyy transport [Railway transport], 2016, no. 5, pp. 48–49.

12. Karetnikov A. D., Vorob'ev N. A. *Grafik dvizheniya poezdov* [Train time schedule]. Moscow, Transport Publ., 1979, 301 p.

ABOUT THE AUTHORS

Aleksander T. OS'MININ,
Dr. Sci. (Eng.), Professor, Head of the Department PRS,
JSC "VNIIZhT"

Evgeniy A. SOTNIKOV,
Dr. Sci. (Eng.), Professor, Chief Researcher, JSC "VNIIZhT"

Mikhail A. OS'MININ,
Leading Engineer, Department PRS, JSC "VNIIZhT"

Received 21.11.2016

Accepted 19.01.2017

■ E-mail: osminin.mikhail@vniizht.ru (M. A. Os'minin)