

Развитие системы нормирования и учета показателей выполнения расписаний движения пассажирских и пригородных поездов для железных дорог и сети в целом

М. И. МЕХЕДОВ, Е. А. СОТНИКОВ, Е. А. МЕХЕДОВА

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

Аннотация. В настоящее время нормирование и учет показателей выполнения расписаний пассажирских и пригородных поездов для железных дорог и сети в целом осуществляется по принципу «от достигнутого уровня». Разработана методика расчета показателей на основе объективных условий организации эксплуатационной работы на каждой железной дороге. Обобщенный показатель, характеризующий объективные условия, авторы определяют на основе анализа комплекса факторов, к которым относятся: загрузка инфраструктуры железной дороги поездным движением; технико-технологическое состояние инфраструктуры и подвижного состава; риски, связанные с возможной задержкой поездов в период предоставления «окон» для ремонта и реконструкции устройств инфраструктуры; число остановок пассажирских поездов; климатические условия; технологическая дисциплина выполнения графика движения (принимается одинаковой для всех железных дорог); риски нарушения расписаний на линиях со сгущенным поездотоком. Предложены зависимости для определения численных значений факторов. С учетом весовых коэффициентов каждого фактора определяются оценочные индексы объективных условий эксплуатационной работы каждой железной дороги для пассажирского и пригородного движения. Сетевое задание по уровню выполнения расписаний распределяется по железным дорогам пропорционально значениям их оценочных индексов.

Переход к предложенной системе нормирования и учета показателей выполнения расписаний будет способствовать повышению качества выполнения графика движения поездов, обеспечению положительного имиджа ОАО «РЖД» в области пассажирских перевозок. Использование методики определения целевых показателей расписаний пассажирских и пригородных поездов обеспечивает учет реальных условий выполнения перевозочного процесса на каждой железной дороге на стадии планирования и позволяет объективно оценивать качество организации эксплуатационной работы по итогам выполнения плановых показателей.

Ключевые слова: расписание пассажирских и пригородных поездов; уровень выполнения; объективные условия эксплуатации; влияющие факторы; весовые коэффициенты; оценочные индексы железных дорог

Постановка задачи. В настоящее время нормирование и учет показателей выполнения расписаний пассажирских и пригородных поездов для железных дорог осуществляется по принципу «от достигнутого

уровня». Это не позволяет нормировать задания железным дорогам с учетом объективно существующих условий их эксплуатационной работы, а также давать правильную оценку фактически достигнутым результатам. Разработана методика расчета показателей для железных дорог, в которой исходной базой являются устанавливаемые в ОАО «РЖД» задания по сетевым значениям показателей. Такие задания принимаются на основе условия обеспечения высокого уровня удовлетворенности пассажиров работой пассажирского комплекса. В статье рассмотрена методика распределения сетевых показателей по железным дорогам с учетом существующих объективных условий организации эксплуатационной работы на каждой железной дороге.

Достигнутый уровень выполнения показателей в пассажирском и пригородном движении. В целом на сети ОАО «РЖД» в 2017–2019 гг. обеспечивался стабильно высокий уровень выполнения расписаний пассажирских и пригородных поездов [1, 2]. По отправлению с начальных станций этот уровень составил 99,2–99,4 %, по отправлению со всех станций посадки (высадки) пассажиров — 98,1–98,7 %.

При этом следует учитывать, что достижение 100%-го выполнения расписаний невозможно вследствие наличия отказов технических средств (ОТС), воздействия природных условий и человеческого фактора. На российских железных дорогах пассажирские перевозки выполняются по линиям совместно с грузовыми. Поэтому задержки грузовых поездов по различным причинам могут сказываться на задержках пассажирских поездов.

Согласно имеющимся публикациям о работе некоторых зарубежных операторов пассажирских перевозок в отдельные периоды времени, уровень выполнения расписаний составил в Великобритании 81,5–96,7 % [3]; во Франции поездам Intercités — 88,5 %, поездам TER — 90,2–91,0 % [4]; на городских железных дорогах Гамбурга (ФРГ) — 93,8–94,5 % [5]. В зимних условиях число опоздавших поездов может достигать 30–50 % [6]. Наиболее высокий уровень выполнения

расписаний достигнут на высокоскоростных железных дорогах Японии, где среднее опоздание поездов не превышает 30 с. Однако на таких линиях осуществляется движение только пассажирских поездов и ежедневно выделяются «окна» для содержания и ремонта инфраструктуры продолжительностью до 6 ч.

Следует отметить, что в России, несмотря на достигнутый в целом стабильно высокий уровень выполнения расписаний движения пассажирских и пригородных поездов, имеют место претензии пассажиров на их опоздания. Это является следствием большого внимания пассажиров к уровню выполнения графика движения и указывает на необходимость дальнейшего поддержания достигнутого уровня и, соответственно, имиджа ОАО «РЖД» в области пассажирских перевозок. Данное условие должно учитываться при нормировании рассматриваемых показателей.

Влияющие факторы. Установлены основные факторы, характеризующие условия организации эксплуатационной работы по выполнению графика движения, определены аналитические зависимости для их оценки. Рассмотрим такие факторы.

Фактор a_i – загрузка инфраструктуры железной дороги поездным движением. С увеличением предъявляемого грузо- и пассажиропотока условия выполнения расписаний ухудшаются, поскольку возрастают последствия единичных отказов и любых задержек поездов. Чем выше загрузка линий железной дороги, тем труднее организовать нагоны опозданий пассажирских и пригородных поездов.

Численные значения a_i определяются для каждой i -й железной дороги как заполнение средневзвешенной приведенной (по пропускной способности) эксплуатационной длины железной дороги $\mathcal{L}_{прив i}$ (без учета малодеятельных линий) условным значением плановых приведенных (по съему грузовых поездов пассажирскими) условных поездок-километров, выполненных на i -й железной дороге в плановый период:

$$a_i = \frac{\sum nS_{прив i}}{\mathcal{L}_{прив i}}, \text{ прив. поездок-км,} \quad (1)$$

где $\sum nS_{прив i}$ – условные плановые приведенные (по съему грузовых поездов пассажирскими) поездок-километры на i -й железной дороге, прив. поездок-км; $\mathcal{L}_{прив i}$ – средневзвешенная приведенная (по пропускной способности) эксплуатационная длина железной дороги (с исключением из расчетов малодеятельных линий), прив. км.

В свою очередь

$$\sum nS_{прив i} = \left(\sum nS_{груз i} + \varepsilon_{усл i} \sum nS_{пасс i} \right) / 365, \quad (2)$$

прив. поездок-км/сут,

где $\sum nS_{груз i}$, $\sum nS_{пасс i}$ – поездок-километры в грузовом и пассажирском движении в плановый период; $\varepsilon_{усл i}$ – условный коэффициент съема грузовых поездов пассажирскими в целом для i -й железной дороги.

Значение коэффициента $\varepsilon_{усл i}$ в целом для i -й железной дороги определяется как средневзвешенное для участков с различным числом главных путей и целей настоящей работы по упрощенной формуле:

$$\varepsilon_{усл i} = \frac{(\mathcal{L}_{одн i} - \mathcal{L}_{мал i})\varepsilon_{одн} + \mathcal{L}_{дв i}\varepsilon_{дв} + \mathcal{L}_{мн i}\varepsilon_{мн}}{\mathcal{L}_{одн i} - \mathcal{L}_{мал i} + \mathcal{L}_{дв i} + \mathcal{L}_{мн i}}, \quad (3)$$

где $\mathcal{L}_{одн i}$, $\mathcal{L}_{мал i}$, $\mathcal{L}_{дв i}$, $\mathcal{L}_{мн i}$ – эксплуатационная длина однопутных, малодеятельных, двухпутных и многопутных линий на i -й железной дороге соответственно, км; $\varepsilon_{одн}$ – условное значение коэффициента съема для однопутных участков; $\varepsilon_{дв}$ – условное значение коэффициента съема для двухпутных участков; $\varepsilon_{мн}$ – условное значение коэффициента съема для многопутных участков.

Рекомендуемые значения для современных условий: $\varepsilon_{одн} \approx 1,1$; $\varepsilon_{дв} \approx 1,4$; $\varepsilon_{мн} \approx 1,4$.

В формулах (1) и (3) значение $\mathcal{L}_{прив i}$ определяется следующим образом:

$$\mathcal{L}_{прив i} = (\mathcal{L}_{одн i} - \mathcal{L}_{мал i}) + \frac{N_{пр дв i}}{N_{пр одн i}} \mathcal{L}_{дв i} + \frac{N_{пр мн i}}{N_{пр одн i}} \mathcal{L}_{мн i}, \quad (4)$$

где $N_{пр дв i}$, $N_{пр одн i}$, $N_{пр мн i}$ – пропускная способность двухпутных, однопутных и многопутных линий соответственно; $\frac{N_{пр дв i}}{N_{пр одн i}} \approx 2,5 \div 3$ – для расчетов принимаем 2,75; $\frac{N_{пр мн i}}{N_{пр одн i}} \approx 3,5 \div 4,5$ – для расчетов принимаем 4.

Значения поездок-километров в грузовом и пассажирском движении принимаются по отчетным данным ОАО «РЖД».

С увеличением численного значения a_i условия выполнения расписаний ухудшаются.

2. Фактор b_i – технико-технологическое состояние инфраструктуры и подвижного состава. Состояние технических средств различается по железным дорогам. Инфраструктура и подвижной состав имеют различный срок службы и фактический износ, что может сказываться на количестве ОТС 1–2 категории, вызывающих задержки поездов.

Численные значения b_i оцениваются по удельному количеству ОТС 1–2 категории ($K_{отс 1-2 i}$), приходящихся на 1 млн поездок-км на i -й железной дороге:

$$b_i = \frac{(K_{отс 1-2 i})}{\sum nS_{груз i} + \sum nS_{пасс i}}, \text{ ОТС/поездок-км.} \quad (5)$$

С увеличением численного значения b_i условия выполнения расписаний ухудшаются.

3. Фактор c_i — риски, связанные с возможной задержкой поездов в период предоставления «окон» для ремонта и реконструкции устройств инфраструктуры. В период предоставления «окон» возникают дополнительные риски нарушения расписаний пассажирских и пригородных поездов в связи:

- с возможным нарушением плановой продолжительности «окон»;
- с дополнительными трудностями восстановления нормального движения (включая нагоны опозданий) по разработанному вариантному графику движения поездов (ВГДП) [7] при отклонении от расписаний по различным причинам.

Фактор c_i оценивается как удельная (на 1 км эксплуатационной длины железной дороги) продолжительность предоставляемых «окон» на железной дороге для ремонта и реконструкции инфраструктуры:

$$c_i = \frac{T_{\text{окон } i}}{\mathcal{L}_{\text{экспл } i} - \mathcal{L}_{\text{мал } i}}, \text{ ч/км}, \quad (6)$$

где $T_{\text{окон } i}$ — суммарная продолжительность «окон» более 4-х ч за расчетный период, ч; $\mathcal{L}_{\text{экспл } i}$ — эксплуатационная длина железной дороги, экспл. км. Значение суммарной продолжительности «окон» принимается на основе директивного плана графика производства ремонтных и строительных работ, утверждаемого ежегодно распоряжением ОАО «РЖД».

Очевидно, что чем больше продолжительность «окон», предоставляемых в расчетный год, тем хуже условия для выполнения расписаний, поскольку любое нарушение поездного и маневрового движения в такие периоды вызывает тем большие последствия, чем больше продолжительность предоставляемых «окон».

4. Фактор e_i — число остановок пассажирских поездов. Чем больше количество остановок у данного пассажирского поезда, тем большее влияние должно оказывать его единичное опоздание на выполнение расписаний пассажирских поездов по станциям посадки (высадки) пассажиров. Однако анализ фактических данных по влиянию количества остановок пассажирских поездов в пути следования на количество опозданий показал незначительное влияние фактора на конечные результаты. Поэтому фактор в дальнейших расчетах не учитывается.

5. Фактор f_i — климатические условия. Чем тяжелее на железной дороге климатические условия (низкие температуры, снегопады и др.), тем хуже условия для точного выполнения расписаний. Анализ фактических данных показывает незначительное влияние

климатических условий на выполнение расписаний в пассажирском движении. Поэтому данный фактор в расчетах не учитывается.

6. Фактор g_i — технологическая дисциплина. Значение фактора g_i следует принимать одинаковым для всех железных дорог. Если на каких-то железных дорогах уровень технологической дисциплины снижен, и за счет этого ниже уровень выполнения расписаний, то данное обстоятельство не следует принимать в качестве объективного условия при планировании показателей.

$$g_i = \text{const} \quad (7)$$

7. Фактор h_i — риски нарушения расписаний на линиях со сгущенным поездопотоком. Фактор a_i оценивает среднюю загрузку инфраструктуры железной дороги поездным движением. Однако сгущение поездопотоков на отдельных линиях железной дороги создает дополнительные риски нарушения расписаний. Это связано с увеличивающимися трудностями по восстановлению движения пассажирских и пригородных поездов в соответствии с расписанием после возникновения случаев нарушения нормативных графиков условий движения поездов всех категорий. Причем с увеличением сгущения поездопотока любое такое нарушение увеличивает количество опаздывающих пассажирских и пригородных поездов. Таким образом, фактор h_i дополняет фактор a_i .

В соответствии с установленной специализацией и классификацией линий [8] наибольшую загрузку имеют линии 1 и 2 класса. Поэтому значение фактора h_i равно

$$h_i = \frac{\mathcal{L}_{1i} + \mathcal{L}_{2i}}{\mathcal{L}_{\text{экспл } i} - \mathcal{L}_{\text{мал } i}}, \quad (8)$$

где $\mathcal{L}_{1i} + \mathcal{L}_{2i}$ — протяженность линий 1 и 2 класса i -й железной дороги, км.

Весовые коэффициенты факторов. Для каждого фактора определяется его весовой коэффициент P_J , где J — наименование фактора. Значения P_J установлены аналитическим путем с учетом имеющихся статистических данных и логики технологических особенностей выполнения расписаний в условиях возможных задержек поездов в соответствии с действием различных факторов.

Согласно статистическим данным, доля опозданий пассажирских поездов вследствие воздействия ОТС 1–2 категории составляет $\approx 1\%$ от общего числа отправленных поездов, в то время как фактор b_i влияет на следование $\approx 7\%$ пассажирских поездов. Отсюда следует, что для значительной части задерживаемых по причине ОТС 1–2 категории пассажирских поездов выполняется нагон опозданий. Это реально, поскольку средняя величина опоздания по причине ОТС 1–2 категории составляет 23 мин. Выполнение

нагона такого опоздания вполне возможно при длинных маршрутах следования пассажирских поездов и закладываемого в график движения некоторого резерва времени. Следует отметить, что наличие такого резерва времени в графике движения поездов является общепринятым в мировой практике [9] методом прокладки пассажирских расписаний.

Таким образом, значительные задержки пассажирских поездов вызываются фактором b_i , возможны задержки и по факторам a_i , c_i и h_i . Большая часть таких задержек компенсируется за счет нагонов опозданий пассажирских поездов. Возможности таких нагонов в первую очередь зависят от значений факторов a_i , c_i и h_i . Чем больше их численные значения, тем труднее обеспечивать нагоны. Следует также отметить небольшую статистическую долю влияния нарушений при представлении «окон» на общие опоздания поездов.

Длина маршрутов в пригородном движении существенно короче пассажирских. Поэтому в пригородном движении доля причины ОТС 1–2 категории в опозданиях пригородных поездов существенно выше, чем для пассажирских, следовательно и нагоны опозданий выполняются значительно реже, чем в пассажирском движении. Для пригородных поездов существенно возрастает значение фактора b_i , т. е. значение весового коэффициента $P_b^{\text{приг}}$ с соответствующим снижением весовых коэффициентов других факторов.

Влияет на отклонения от расписаний и уровень технологической дисциплины (фактор g_i). Однако, поскольку значение этого фактора принимается одинаковым для всех железных дорог, его весовой коэффициент не определяется.

В расчетах принимаются следующие значения весовых коэффициентов соответственно для пассажирского и пригородного движения:

$$P_a^{\text{пасс}} = 0,20, P_b^{\text{пасс}} = 0,40, P_c^{\text{пасс}} = 0,10, P_h^{\text{пасс}} = 0,30;$$

$$P_a^{\text{приг}} = 0,10, P_b^{\text{приг}} = 0,70, P_c^{\text{приг}} = 0,05, P_h^{\text{приг}} = 0,15.$$

Определение оценочных индексов для пассажирского и пригородного движения. Для каждой i -й железной дороги определяются два оценочных индекса:

- для пассажирского движения по формуле

$$R_i^{\text{пасс}} = \sum (a_i^{\text{отн}} P_a^{\text{пасс}} + b_i^{\text{отн}} P_b^{\text{пасс}} + c_i^{\text{отн}} P_c^{\text{пасс}} + h_i^{\text{отн}} P_h^{\text{пасс}}), \quad (9)$$

где $a_i^{\text{отн}}, b_i^{\text{отн}}, c_i^{\text{отн}}, h_i^{\text{отн}}$ — относительные значения факторов; $P_a^{\text{пасс}}, P_b^{\text{пасс}}, P_c^{\text{пасс}}, P_h^{\text{пасс}}$ — весовые коэффициенты факторов;

- для пригородного движения по формуле

$$R_i^{\text{приг}} = \sum (a_i^{\text{отн}} P_a^{\text{приг}} + b_i^{\text{отн}} P_b^{\text{приг}} + c_i^{\text{отн}} P_c^{\text{приг}} + h_i^{\text{отн}} P_h^{\text{приг}}). \quad (10)$$

Обозначения аналогичны формуле (9).

Для перехода от численных значений факторов a_i, b_i, c_i, h_i к их относительным значениям $a_i^{\text{отн}}, b_i^{\text{отн}}, c_i^{\text{отн}}, h_i^{\text{отн}}$ следует численные значения фактора для каждой железной дороги отнести к среднему значению численных значений факторов по всем железным дорогам. Например, для фактора b_i получим следующее отношение:

$$b_i^{\text{отн}} = \frac{16b_i}{\sum_{i=1}^{16} b_i}, \quad (11)$$

где b_i — численные значения фактора для железных дорог; 16 — количество железных дорог на сети ОАО «РЖД».

Расчет целевых показателей $\gamma_{\text{от}i}^{\text{пасс}}, \gamma_{\text{пр}i}^{\text{пасс}}, \gamma_{\text{от}i}^{\text{приг}}, \gamma_{\text{пр}i}^{\text{приг}}$ для железных дорог. Используются следующие виды целевых показателей выполнения расписаний в пассажирском и пригородном движении на железных дорогах [10]:

— в пассажирском движении:

- отправление поездов со станции формирования, оборота, пограничной станции, на которой предусмотрена посадка (высадка) пассажиров (при прибытии на территорию России) — $\gamma_{\text{от}i}^{\text{пасс}}$;

- прибытие поездов на станции посадки (высадки) пассажиров или на станцию назначения, а также последнюю пограничную станцию, на которой предусмотрена посадка (высадка) пассажиров (при отправлении с территории России) — $\gamma_{\text{пр}i}^{\text{пасс}}$;

— в пригородном движении:

- отправление поездов с пунктов отправления — $\gamma_{\text{от}i}^{\text{приг}}$;
- прибытие поездов на промежуточные пункты, а также в пункты назначения — $\gamma_{\text{пр}i}^{\text{приг}}$.

Порядок определения целевых показателей для железных дорог представлен на примере показателя $\gamma_{\text{пр}i}^{\text{пасс}}$ (%). Для других показателей порядок расчета аналогичен.

Сначала определяется средневзвешенное сетевое значение оценочного индекса $R_c^{\text{пасс}}$ по формуле

$$\overline{R_c^{\text{пасс}}} = \sum_{i=1}^{16} \frac{R_i^{\text{пасс}} n_{\text{пр}i}^{\text{пасс}}}{n_{\text{пр}c}^{\text{пасс}}}, \quad (12)$$

где 16 — количество железных дорог; $R_i^{\text{пасс}}$ — оценочный индекс для i -й железной дороги; $n_{\text{пр}i}^{\text{пасс}}$ — количество фактов прибытия пассажирских поездов на i -й железной дороге в плановый период, учитываемое при расчете показателя $\gamma_{\text{пр}i}^{\text{пасс}}$; $n_{\text{пр}c}^{\text{пасс}}$ — суммарное количество фактов прибытия пассажирских поездов на сети в плановый период.

Далее определяется максимально допустимое количество опозданий пассажирских поездов на i -й железной дороге $n_{\text{пр доп}}^{\text{пасс оп}} (R_i^{\text{пасс}})_i$ с учетом оценочного индекса:

$$n_{\text{пр доп}}^{\text{пасс оп}}(R_i^{\text{пасс}})_i = n_{\text{пр } i}^{\text{пасс оп}} \frac{R_i^{\text{пасс}}}{R_c^{\text{пасс}}}, \quad (13)$$

где $n_{\text{пр } i}^{\text{пасс оп}}$ — допустимое количество опозданий пассажирских поездов на i -й железной дороге с учетом выполнения принятого планового значения $\gamma_{\text{пр } c}^{\text{пасс}}$.

Здесь $\gamma_{\text{пр } c}^{\text{пасс}}$ — принятое значение данного показателя на сетевом уровне. Значения сетевых показателей принимаются с учетом имевших место их минимальных величин за отдельные годы при допустимом количестве претензий пассажиров по позиции «соблюдение графика движения поездов». При этом необходимо сохранение достигнутого в ОАО «РЖД» стабильно высокого уровня выполнения расписаний пассажирских и пригородных поездов.

В формуле (13) значение $n_{\text{пр } i}^{\text{пасс оп}}$ принимается без учета оценочного индекса железной дороги и определяется по формуле

$$n_{\text{пр } i}^{\text{пасс оп}} = \frac{(100 - \gamma_{\text{пр } c}^{\text{пасс}}) n_{\text{пр } i}^{\text{пасс}}}{100}. \quad (14)$$

Таблица 1

Выполнение расписаний пассажирских и пригородных поездов по сети железных дорог

Table 1

Execution of schedules of long distance and commuter trains on the railway network

№ п/п	Показатель	Расчетное сетевое значение на 4 квартал 2019 г.
1	По отправлению пассажирского поезда со станции формирования ($\gamma_{\text{от } c}^{\text{пасс}}$)	99,39
2	По прибытию пассажирского поезда на станции посадки (высадки) и на станции назначения ($\gamma_{\text{пр } c}^{\text{пасс}}$)	98,3
3	По отправлению пригородных поездов с пунктов отправления ($\gamma_{\text{от } c}^{\text{приг}}$)	99,31
4	По прибытию пригородных поездов в промежуточные пункты и в пункты назначения ($\gamma_{\text{пр } c}^{\text{приг}}$)	98,61

Таблица 2

Значения целевых показателей выполнения расписаний пассажирских поездов с учетом оценочного индекса

Table 2

Values of target indicators for the fulfillment of long distance passenger train schedules taking into account the estimated index

Железные дороги	По отправлению со станций формирования		По прибытию на станции посадки (высадки) и станции назначения	
	Допустимая доля опозданий с учетом оценочного индекса $\gamma_{\text{от } i}^{\text{пасс оп}}(R_i^{\text{пасс}}), \%$	Целевой показатель выполнения расписания $\gamma_{\text{от } i}^{\text{пасс}}, \%, 100 - \gamma_{\text{от } i}^{\text{пасс оп}}(R_i^{\text{пасс}})$	Допустимая доля опозданий с учетом оценочного индекса $\gamma_{\text{пр } i}^{\text{пасс оп}}(R_i^{\text{пасс}}), \%$	Целевой показатель выполнения расписания $\gamma_{\text{пр } i}^{\text{пасс}}, \%, 100 - \gamma_{\text{пр } i}^{\text{пасс оп}}(R_i^{\text{пасс}})$
Окт	0,59	99,41	1,64	98,36
Клг	0,61	99,39	1,68	98,32
Моск	0,63	99,37	1,76	98,24
Горьк	0,60	99,40	1,65	98,35
Сев	0,56	99,44	1,55	98,45
С-Кав	0,50	99,50	1,38	98,62
Ю-Вос	0,66	99,34	1,84	98,16
Прив	0,73	99,27	2,03	97,97
Кбш	0,54	99,46	1,50	98,50
Сверд	0,64	99,36	1,77	98,23
Ю-Ур	0,65	99,35	1,81	98,19
З-Сиб	0,61	99,39	1,70	98,30
Крас	0,64	99,36	1,77	98,23
В-Сиб	0,61	99,39	1,70	98,30
Заб	0,80	99,20	2,23	97,77
Д-Вос	0,70	99,30	1,96	98,04
Сеть		99,39		98,30

Таблица 3

Значения целевых показателей выполнения расписаний пригородных поездов с учетом оценочного индекса

Table 3

Values of target indicators for the execution of commuter train schedules taking into account the estimated index

Железные дороги	По отправлению с пунктов отправления		По прибытию на промежуточные пункты и в пункты назначения	
	Допустимая доля опозданий с учетом оценочного индекса	Целевой показатель выполнения расписания	Допустимая доля опозданий с учетом оценочного индекса	Целевой показатель выполнения расписания
	$\gamma_{от i}^{приг\text{оп}}(R_i^{приг}), \%$	$\gamma_{от i}^{приг}, \%, 100 - \gamma_{от i}^{приг\text{оп}}(R_i^{приг})$	$\gamma_{пр i}^{приг\text{оп}}(R_i^{приг}), \%$	$\gamma_{пр i}^{приг}, \%, 100 - \gamma_{пр i}^{приг\text{оп}}(R_i^{приг})$
Окт	0,69	99,31	1,39	98,61
Клг	0,45	99,55	0,90	99,10
Моск	0,76	99,24	1,53	98,47
Горьк	0,76	99,24	1,53	98,47
Сев	0,55	99,45	1,11	98,89
С-Кав	0,56	99,44	1,14	98,86
Ю-Вос	0,72	99,28	1,45	98,55
Прив	0,90	99,10	1,82	98,18
Кбш	0,55	99,45	1,10	98,90
Сверд	0,66	99,34	1,33	98,67
Ю-Ур	0,63	99,37	1,27	98,73
З-Сиб	0,57	99,43	1,14	98,86
Крас	0,62	99,38	1,26	98,74
В-Сиб	0,54	99,46	1,09	98,91
Заб	0,62	99,38	1,25	98,75
Д-Вос	0,92	99,08	1,87	98,13
Сеть		99,31		98,61

Допустимая доля опозданий с учетом оценочного индекса i -й железной дороги рассчитывается по формуле

$$\gamma_{пр i}^{пасс\text{оп}}(R_i) = \frac{n_{пр доп}^{пасс\text{оп}}(R_i^{пасс})}{n_{пр i}^{пасс}} 100, \%. \quad (15)$$

Целевой показатель выполнения расписаний в пассажирском движении по прибытию (и, соответственно, по другим целевым показателям) с учетом оценочного индекса каждой i -й железной дороги равен

$$\gamma_{пр i}^{пасс}(R_i^{пасс}) = 100 - \gamma_{пр i}^{пасс\text{оп}}(R_i^{пасс}). \quad (16)$$

Значение $\gamma_{пр i}^{пасс}(R_i^{пасс})$ является расчетным для i -й железной дороги заданием $\gamma_{пр i}^{пасс}$.

На основе предложенной методики был произведен расчет сетевых значений и дифференцированных показателей расписания пассажирских и пригородных поездов на 4 квартал 2019 г. В статье приведены итоги выполненных расчетов.

Параметры расчетных сетевых значений показателей $\gamma_{от с}^{пасс}$, $\gamma_{пр с}^{пасс}$, $\gamma_{от с}^{приг}$, $\gamma_{пр с}^{приг}$ приведены в табл. 1.

Итоги расчета для расписаний пассажирских поездов представлены в табл. 2.

Итоги расчета для расписаний пригородных поездов представлены в табл. 3.

Вывод. Использование предложенной методики определения целевых показателей расписаний пассажирских и пригородных поездов обеспечивает учет реальных условий выполнения перевозочного процесса на каждой железной дороге на стадии планирования и позволяет объективно оценивать качество организации эксплуатационной работы по итогам выполнения плановых показателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доклад генерального директора — председателя правления открытого акционерного общества «Российские железные дороги» О. В. Белозёрова на расширенном итоговом заседании правления ОАО «РЖД» // Железнодорожный транспорт. 2020. № 1. С. 2–10.
2. Доклад генерального директора — председателя правления открытого акционерного общества «Российские железные дороги» О. В. Белозёрова на расширенном итоговом заседании правления ОАО «РЖД» // Железнодорожный транспорт. 2019. № 1. С. 4–12.

3. Sherratt Ph., Miles T. Steady performance decline // *Modern Railways*. 2016. June. Vol. 73. No. 813. P. 13.
4. Mauvais jours pour la ponctualite des trains // *La vie du Rail. Magazine*. 2017. No. 3621. P. 9.
5. S-bahn Гамбурга ставит рекорд точности // *Железные дороги мира*. 2011. № 2. С. 5.
6. Зимние задержки поездов в Германии // *Железные дороги мира*. 2011. № 2. С. 2.
7. Левин Д. Ю. Управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте: технология и управление работой железнодорожных участков и направлений. М.: Инфра-М, 2018. 368 с.
8. Об утверждении методики классификации и специализации железнодорожных линий ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]: распоряжение ОАО «РЖД» от 13 янв. 2020 г. № 28/р. URL: <https://base.garant.ru/73573702> (дата обращения: 15.04.2020 г.).
9. Оценка точности пассажирских сообщений // *Железные дороги мира*. 2017. № 11. С. 28–34.
10. Мехедов М. И., Сотников Е. А., Мехедова Е. А. Оценка влияния выполнения графика движения поездов на качество

пассажирских перевозок // *Железнодорожный транспорт*. 2020. № 8. С. 4–8.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

МЕХЕДОВ Михаил Иванович,
канд. техн. наук, заместитель Генерального директора —
директор научного центра «Цифровые модели перевозок и
технологии энергосбережения» (НЦ «ЦМПЭ»), АО «ВНИИЖТ»

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

МЕХЕДОВА Евгения Александровна,
ведущий технолог, научный центр «Цифровые модели
перевозок и технологии энергосбережения» (НЦ «ЦМПЭ»),
АО «ВНИИЖТ»

Статья поступила в редакцию 23.04.2020 г., принята к публикации
18.06.2020 г.

Для цитирования: Мехедов М. И., Сотников Е. А., Мехедова Е. А. Развитие системы нормирования и учета показателей выполнения расписаний движения пассажирских и пригородных поездов для железных дорог и сети в целом // *Вестник ВНИИЖТ*. 2020. Т. 79. № 4. С. 183–190. DOI: <https://doi.org/10.21780/2223-9731-2020-79-4-183-190>.

Development of the system of rationing and accounting for performance indicators of long distance and commuter train schedules for railways and the network as a whole

M. I. MEKHEDOV, E. A. SOTNIKOV, E. A. MEKHEDOVA

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

Abstract. Currently, rationing and accounting of performance indicators for long distance and commuter train timetables for railways is carried out on the basis of the principle of "achieved level". Methodology for calculating indicators based on objective conditions for organizing operational work on each railway has been developed. The generalized indicator characterizing the objective conditions is determined by the authors on the basis of an analysis of a set of factors, which include: loading of the railway infrastructure by train traffic; technical and technological state of infrastructure and rolling stock; risks associated with a possible delay of trains during the period of providing "windows" for the repair and reconstruction of infrastructure devices; number of passenger train stops; climatic conditions; technological discipline for fulfilling the traffic schedule (it is assumed to be the same for all railways); risks of violation of timetables on lines with dense train traffic. Dependencies for determining the numerical values of the factors are proposed. Taking into account the weight coefficients of each factor, the estimated indices of the objective conditions of the operation of each railway for long distance and commuter traffic are determined. The network task by the level of execution of schedules is distributed by railways in proportion to the values of their estimated indices.

The transition to the proposed system of rationing and accounting for the performance of timetables will help to improve the quality of performance of the train schedule, to ensure a positive image of the Russian Railways in the field of passenger transportation. The use of the proposed methodology for determining the target indicators of the schedules of long distance and commuter trains ensures that the real conditions of the transportation process on each railway are taken into account at the planning stage and

allows an objective assessment of the quality of the organization of operational work based on the results of the fulfillment of planned targets.

Keywords: schedule of long distance and commuter trains; performance level; objective operating conditions; influencing factors; weighting factors; estimated indices of railways

DOI: <http://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2020-79-4-183-190>

REFERENCES

1. Report of O. V. Belozеров, the General Director – Chairman of the Board of the Open Joint Stock Company "Russian Railways" at the extended final meeting of the Board of the JSC "Russian Railways". *Zheleznodorozhnyy transport*, 2020, no. 1, pp. 2–10 (in Russ.).
2. Report of O. V. Belozеров, the General Director – Chairman of the Board of the Open Joint Stock Company "Russian Railways" at the extended final meeting of the Board of the JSC "Russian Railways". *Zheleznodorozhnyy transport*, 2019, no. 1, pp. 4–12 (in Russ.).
3. Sherratt Ph., Miles T. Steady performance decline. *Modern Railways*, 2016, June, Vol. 73, no. 813, p. 13.
4. Mauvais jours pour la ponctualite des trains. *La vie du Rail. Magazine*, 2017, no. 3621, p. 9.
5. S-bahn Gamburga stavit rekord tochnosti [S-bahn Hamburg sets a record for accuracy]. *Rail International*, 2011, no. 2, p. 5.
6. Zimnie zaderzhki poezdov v Germanii [Winter train delays in Germany]. *Rail International*, 2011, no. 2, p. 2.
7. Levin D. Yu. Upravlenie ekspluatatsionnoy rabotoy na zheleznodorozhnom transporte: tekhnologiya i upravlenie rabotoy zheleznodorozhnykh uchastkov i napravleniy [Management

of operational work in railway transport: technology and management of the work of railway sections and directions]. Moscow, Infra-M Publ., 2018, 368 p.

8. *On approval of the methodology for the classification and specialization of railway lines of the JSC "Russian Railways"*. Order of the JSC "Russian Railways" dated 13 January, 2020 No. 28/r. URL: <https://base.garant.ru/73573702> (retrieved on 15.04.2020) (in Russ.).

9. *Otsenka tochnosti passazhirskikh soobshcheniy* [Assessment of the accuracy of passenger traffic]. Rail International, 2017, no. 11, pp. 28–34.

10. Mekhedov M. I., Sotnikov E. A., Mekhedova E. A. *Otsenka vliyaniya vypolneniya grafika dvizheniya poezdov na kachestvo passazhirskikh perevozok* [Evaluation of the train schedule performance for the quality of passenger traffic]. Zheleznodorozhnyy transport, 2020, no. 8, pp. 4–8.

■ E-mail: Mekhedov.Mikhail@vniizht.ru (M. I. Mekhedov)

ABOUT THE AUTHORS

Mikhail I. MEKHEDOV,

Cand. Sci. (Eng.), Deputy General Director – Director of the Scientific Center "Digital transportation models and energy saving technologies" (SC "DTEM"), JSC "VNIIZhT"

Evgeniy A. SOTNIKOV,

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

Evgeniya A. MEKHEDOVA,

Leading Process Engineer, Scientific Center "Digital transportation models and energy saving technologies" (SC "DTEM"), JSC "VNIIZhT"

Received 23.04.2020

Accepted 18.06.2020

For citation: Mekhedov M. I., Sotnikov E. A., Mekhedova E. A. Development of the system of rationing and accounting for performance indicators of long distance and commuter train schedules for railways and the network as a whole // VNIIZhT Scientific Journal. 2020. 79 (4): 183–190 (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21780/2223-9731-2020-79-4-183-190>.

ВЫШЛИ В СВЕТ ТРУДЫ ВНИИЖТ

Марков Д. П. Атомно-молекулярные механизмы вещественного трения. М.: РАС, 2019. 102 с.

В монографии представлены результаты 40-летних поисков ответа на вопрос «Что такое трение?». Даны определения полевого и вещественного трения. Уточнены понятия и особенности действия адгезионных и когезионных сил межатомного притяжения, введено понятие дегезионных сил межатомного отталкивания. Предложены новые атомно-молекулярные теории внешнего трения и изнашивания, течения жидкостей, дислокационной и аморфной

Ромен Ю. С. Взаимодействие пути и экипажа в рельсовой колее. М.: РАС, 2019. 160 с.

Рассмотрены проблемы системы «колесо–рельс». Дано описание основных этапов моделирования динамических процессов и проведения испытаний. Изложена методика составления мате-

Певзнер В. О. Научные основы системы управления состоянием пути. М.: РАС, 2018. 272 с.

Рассмотрены цели и задачи систем управления состоянием пути, организации технического обслуживания пути, методы оценки воздействия подвижного состава на путь и возможности их совершен-

Экспериментальная оценка взаимодействия экипажа и пути при скоростном и высокоскоростном движении: коллективная монография / под ред. А. М. Бржезовского. М.: РАС, 2019. 152 с.

Авторы: к.т.н. А. М. Бржезовский — редактор (предисловие, 1.1, 1.2, 1.4, 2–4, 5.1, заключение); к.т.н. Д. Н. Аршинцев (3.1–3.3, 4); инж. О. Г. Бржезовская (2.1); д.т.н. проф. Б. Э. Глюзберг (1.3, 5.2); инж. В. Г. Донец (5.2); к.т.н. А. В. Завертальюк (1.2); к.т.н. Д. Е. Киришин (3.2); к.т.н. М. В. Козлов (2.2, 3.4); к.т.н. И. Н. Максимов (5.1); инж. А. Г. Парчевский (4.1); к.т.н. И. В. Смелянский (3.1–3.3, 4); д.т.н. проф. Ю. С. Ромен (1.2, 1.4); к.т.н. Ю. С. Тихов (4.1); к.т.н. М. И. Титаренко (5.2); инж. С. В. Толмачев (3.1–3.3, 4, 5.1).

В монографии приведен обзор особенностей конструкции экипажной части скоростного и высокоскоростного пассажирско-

пластической деформации и разрушения кристаллических тел. Выдвинута гипотеза активации плавления, кристаллизации, пластической деформации и других процессов волнового акустического теплового диапазона и произведена оценка их параметров. На обсуждение выносятся 14 гипотез, очерчивающих контуры теории вещественного трения на границе и внутри твердых тел, в жидкостях и газах.

Монография предназначена для научных и научно-технических работников, изучающих процессы трения, также может быть полезна преподавателям и студентам вузов.

матической модели движения подвижного состава и определения параметров взаимодействия подвижного состава и пути в процессе испытаний. Показано влияние состояния поверхности катания на силы вписывания, а также влияние неровностей на колебания тележки.

ствования, вопросы работы пути в условиях повышения осевых нагрузок подвижного состава, опыт унификации ширины колеи на российских железных дорогах и оптимизации возвышения наружного рельса в кривых, перспективные направления совершенствования системы оценки состояния пути и его технического обслуживания.

го подвижного состава железных дорог шириной колеи 1520 мм. Обобщены результаты комплексных ходовых и по воздействию на путь и на стрелочные переводы испытаний различных типов пассажирского подвижного состава, проведенные с целью определения условий обращения на линиях смешанного пассажирского и грузового движения.

Книги рассчитаны на научных и инженерно-технических работников железнодорожного транспорта, а также могут быть полезны преподавателям и студентам транспортных вузов.

По вопросам приобретения книг обращаться по адресу: 129626, г. Москва, 3-я Мытищинская ул., д. 10, редакционно-издательский отдел АО «ВНИИЖТ».

Тел.: (499) 260-43-20, e-mail: rio@vniizht.ru, www.vniizht.ru.