

Интеллектуальные системы управления

УДК 656.2

И. М. Кокурин, д-р техн. наук

А. Б. Васильев

Кафедра «Управление эксплуатационной работой»,
Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПОЕЗДНЫМ ДИСПЕТЧЕРОМ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

В статье предлагается метод формализованного описания процессов принятия решений поездным диспетчером по выбору станций обгона и скрещения в условиях движения поездов по диспетчерскому расписанию с целью автоматизации информационной поддержки принятия решений и функций управления движением поездов на базе современных систем диспетчерской централизации.

поездной диспетчер; управление движением поездов; скрещение и обгон; информационная поддержка принятия решений; автоматизация функций диспетчерского управления

Введение

Развитие современных систем диспетчерской централизации создает основу для дальнейшей автоматизации информационной поддержки принятия решений поездными диспетчерами по организации движения поездов [1–5]. Это наиболее актуально для однопутных железнодорожных участков в условиях движения по диспетчерским расписаниям.

Первоочередной задачей диспетчера является определение и корректировка приоритета поездов, поскольку приоритет определяет очередность их продвижения по управляемому участку. Приоритеты поездов определяются их категорией и строятся в определенной последовательности: высокоскоростной, скоростной, пассажирский, пригородный, сборный, сдаточный, контейнерный, повышенного веса, повышенной длины, транзитный, местный (участковый, вывозной, передаточный, резервный локомотив с вагонами), хозяйственный (путевая машина, локомотив в одиночном следовании и т. д.).

Приоритет грузового поезда повышается в условиях движения по расписанию, уменьшения времени непрерывной работы локомотивной бригады, когда может возникнуть необходимость ее смены ранее прибытия поезда на регламентированную станцию смены; при возможности использования поездного локомотива для отправления состава со станции его смены. При занятости путей приема на технической станции поездами, ожидающими расформирования, повышается приоритет транзитных поездов. Задержки приема транзитных поездов на соседние участки повышают приоритет незадерживаемых поездов.

Приоритеты поездов необходимо корректировать при изменении условий их продвижения по участку и учитывать при организации обгонов и скрещений. При этом основным требованием является минимизация задержек и стоянок поездов. Задержки исключаются, если выдерживаются станционные интервалы, необходимые для своевременного открытия светофоров поездам, пропускаемым без остановок по станциям обгона и скрещения.

Решение по обгону или скрещению необходимо принимать не позднее сближения поездов на недопустимо малый станционный интервал, при котором произошла бы недопустимая задержка приоритетного поезда при выборе этой станции. Дополнительно требуется проверять наличие на планируемой станции обгона или скрещения свободных путей с полезной длиной, соответствующей длинам поездов. При отсутствии подходящего пути необходимо переносить обгон или скрещение на другую станцию, расположенную по ходу движения останавливаемого поезда, а также проверять отсутствие возможности возникновения затора поездов [6, 7].

1 Выбор станции обгона

Для обгона (рис. 1) поезда $j - 1$ приоритетным поездом j станция i выбирается при соблюдении следующих условий:

$$\tau_{\text{ппо}i} = t_{\text{п}ji} - t_{\text{п}j-1i} > \tau_{\text{ппн}i}, \quad (1)$$

где $\tau_{\text{ппо}i}$ и $\tau_{\text{ппн}i}$ – ожидаемый и нормируемый интервалы попутного прибытия поездов $j - 1$ и j на станцию обгона i ; $t_{\text{п}ji}$ и $t_{\text{п}j-1i}$ – моменты ожидаемого времени прибытия поездов $j - 1$ и j на станцию обгона i , с учетом затрат времени обгоняемого поезда $j - 1$ на разгон в случае остановки на станции $i - 1$ и на замедление до остановки на станции i (условие (1) обеспечивает возможность обгона поезда $j - 1$ на станции i , поскольку ожидаемый интервал попутного прибытия поездов $\tau_{\text{ппо}i}$ достаточен для своевременного открытия обгоняющему поезду j входного и выходного светофоров на станции i для безостановочного пропуска);

$$\tau_{\text{ппои}+1} = t_{\text{пji}+1} - t_{\text{пj-1i}+1} < \tau_{\text{ппни}+1}, \quad (2)$$

где $\tau_{\text{ппои}+1}$ – ожидаемый интервал попутного прибытия поездов $j-1$ и j на станцию $i+1$; $t_{\text{пji}+1}$ и $t_{\text{пj-1i}+1}$ – моменты ожидаемого времени прибытия поездов $j-1$ и j на станцию $i+1$ при обгоне на этой станции; $\tau_{\text{ппни}+1}$ – нормируемый интервал попутного прибытия поездов $j-1$ и j на станцию $i+1$ при обгоне на этой станции.

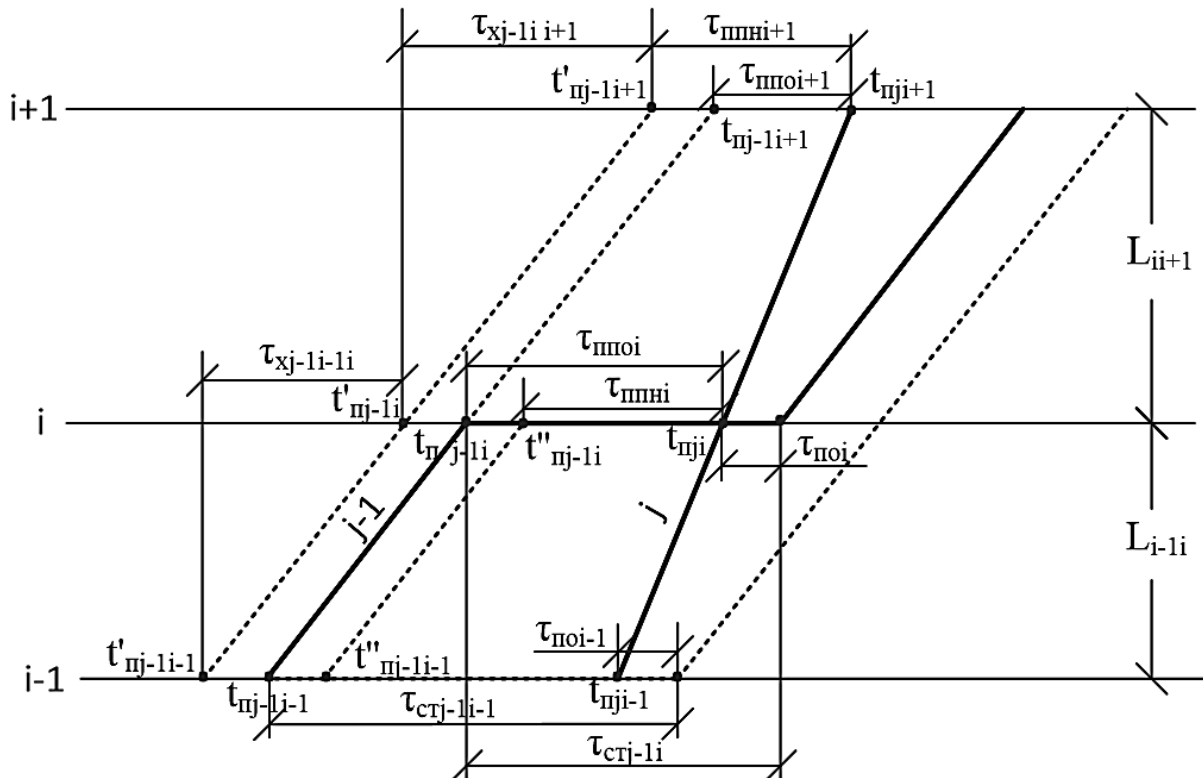


Рис. 1. Выбор станции обгона

Условие (2) показывает недопустимость обгона поезда $j-1$ на станции $i+1$, поскольку ожидаемый интервал попутного прибытия поездов $\tau_{\text{ппои}+1}$ на эту станцию недостаточен для своевременного открытия обгоняющему поезду j входного и выходного светофоров для безостановочного пропуска.

Ожидаемый интервал попутного прибытия $\tau_{\text{ппои}}$, равный разности моментов времени прибытия на станцию обгона i обгоняющего $t_{\text{пji}}$ и обгоняемого $t_{\text{пj-1i}}$ поездов $\tau_{\text{ппои}} = t_{\text{пji}} - t_{\text{пj-1i}}$, должен быть не менее нормируемого интервала попутного прибытия $\tau_{\text{ппни}}$, необходимого для своевременного открытия входного светофора для безостановочного пропуска обгоняющего поезда j , исключая его задержку. Современные системы диспетчерской централизации (ДЦ) передают поезвному диспетчеру информацию о моментах времени выполнения

всех технологических операций обгона, суммарная продолжительность промежутков времени между которыми составляет интервал попутного прибытия:

$$\tau_{\text{ппни}} \geq (\tau_{\text{рм}j-i} = t_{\text{рмп}j-i} - t_{\text{омп}j-i}) + (\tau_{\text{овх}ji} = t_{\text{овх}ji} - t_{\text{рмп}j-i}) + (t_{\text{омп}ji} - t_{\text{луп}ji}),$$

где $\tau_{\text{рм}j-i} = t_{\text{рмп}j-i} - t_{\text{омп}j-i}$ – длительность размыкания маршрута приема обгоняемого поезда $j-1$ на станцию обгона i , продолжительность которой равна разности моментов времени размыкания последней изолированной секции маршрута приема $t_{\text{рмп}j-i}$ и ее освобождения $t_{\text{омп}j-i}$; $\tau_{\text{овх}ji} = t_{\text{овх}ji} - t_{\text{рмп}j-i}$ – затраты времени на передачу информации поездному диспетчеру о размыкании последней секции маршрута приема обгоняемого поезда на станцию i , принятие решения, передачу и выполнение команды на открытие входного светофора для безостановочного пропуска обгоняющего поезда j по станции обгона i , время которого равно разности моментов времени между открытием входного светофора обгоняющему поезду $t_{\text{овх}ji}$ и размыканием последней изолированной секции маршрута приема обгоняемого поезда $t_{\text{рмп}j-i}$; $t_{\text{омп}ji} - t_{\text{луп}ji}$ – интервал времени от вступления обгоняющего поезда j на первый участок приближения к станции обгона i $t_{\text{луп}ji}$ до освобождения им последней изолированной секции маршрута приема $t_{\text{омп}ji}$.

Интервал попутного отправления со станции i при обгоне $\tau_{\text{по}i}$, равный разности моментов времени отправления обгоняемого и обгоняющего поездов $\tau_{\text{по}i} = t_{\text{о}j-i} - t_{\text{о}ji}$, должен быть достаточным для своевременного открытия выходного светофора для отправления обгоняемого поезда, сокращающего его стоянку.

Учитывая, что ДЦ в качестве времени отправления поезда фиксирует время занятия им первой изолированной секции маршрута, интервал попутного отправления следует принять: $\tau_{\text{по}i} = t_{\text{лсм}oj-i} - t_{\text{лсм}oji}$, где $t_{\text{лсм}oj-i}$ и $t_{\text{лсм}oji}$ – моменты времени занятия первых секций маршрутов отправления со станции обгона обгоняемого и обгоняющего поездов.

Интервал попутного отправления со станции обгона $\tau_{\text{по}i}$ должен быть минимальным, но не менее суммы длительностей выполнения следующих технологических операций:

$$\tau_{\text{по}i} \geq \tau_{\text{овых}j-i} + \tau_{\text{взм}j-i},$$

где $\tau_{\text{овых}j-i} = t_{\text{овых}j-i} - t_{\text{луп}ji}$ – интервал времени на получение поездным диспетчером информации об освобождении обгоняющим поездом j первого или второго участка удаления, принятие решения, передачу и выполнение команды на открытие выходного светофора для отправления обгоняемого поезда $j-1$ со станции i , равный разности моментов времени открытия выходного светофора обгоняемому поезду $t_{\text{овых}j-i}$ со станции обгона и освобождения обгоняю-

щим поездом первого t_{1yyji} или второго t_{2yyji} участка удаления; $\tau_{взмj-1i} = t_{1смoj-1i} - t_{овыхj-1i}$ – интервал времени на восприятие машинистом открытия выходного светофора и занятие обгоняемым поездом $j - 1$ первой изолированной секции маршрута отправления, равный разности моментов времени занятия обгоняемым поездов первой секции маршрута отправления $t_{1смoj-1i}$ и открытием выходного светофора $t_{овыхj-1i}$.

2 Выбор станции скрещения

Для скрещения (рис. 2) поезда $j - 1$ с приоритетным поездом j станция i выбирается при соблюдении следующих условий:

$$\tau_{нпоjj-1i} = t_{пji} - t_{пj-1i} > \tau_{нпнjj-1i}, \quad (3)$$

где $\tau_{нпоjj-1i}$ и $\tau_{нпнjj-1i}$ – ожидаемый и нормируемый интервалы (тип II) неодновременного прибытия поезда $j - 1$ с остановкой и проследования без остановки встречного поезда j по станции скрещения i ; $t_{пj-1i}$ и $t_{пji}$ – моменты ожидаемого времени прибытия поездов $j - 1$ и j на станцию скрещения i , с учетом затрат времени на разгон поезда $j - 1$ в случае остановки на станции $i - 1$ и на замедление до остановки на станции i (условие (3) обеспечивает возможность

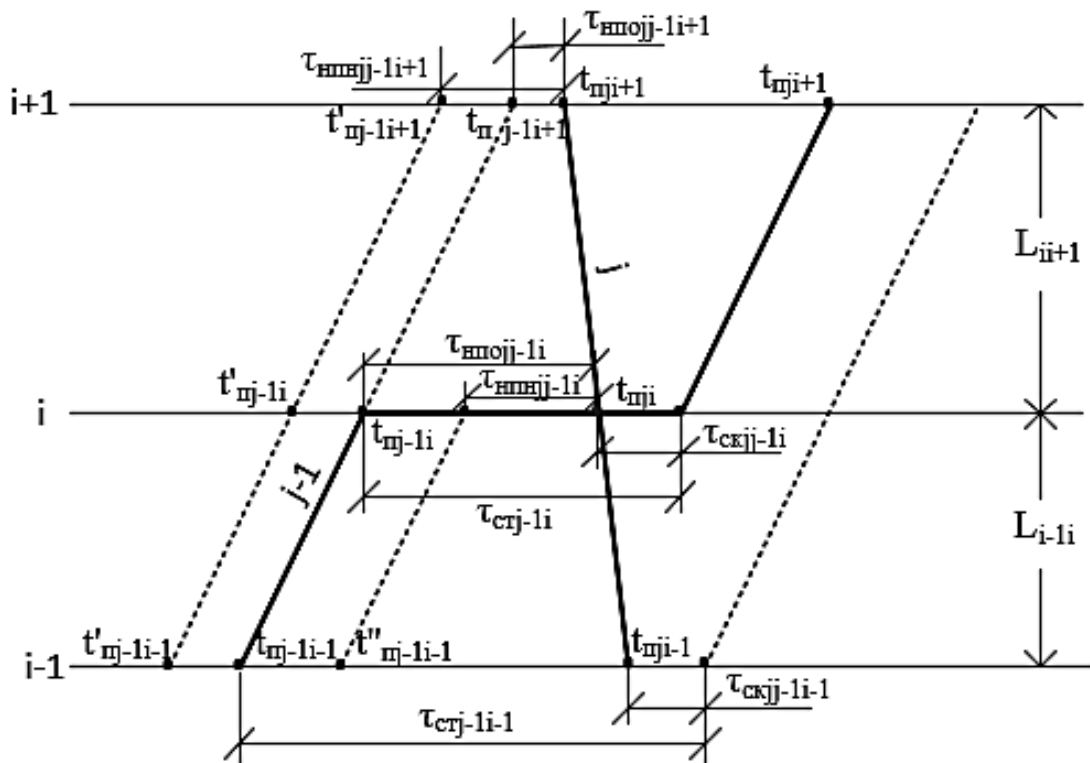


Рис. 2. Выбор станции скрещения

скрещения поезда $j - 1$ с приоритетным поездом j на станции i , поскольку ожидаемый интервал одновременного прибытия поездов $\tau_{\text{нпо}jj-1i}$ достаточен для своевременного открытия встречному поезду j входного и выходного светофоров на станции i для безостановочного проследования);

$$\tau_{\text{нпо}jj-1i+1} = t_{\text{п}ji+1} - t_{\text{п}j-1i+1} < \tau_{\text{нпн}jj-1i+1}, \quad (4)$$

где $\tau_{\text{нпо}jj-1i+1}$ и $\tau_{\text{нпн}jj-1i+1}$ – ожидаемый и нормируемый интервалы одновременного прибытия поезда $j - 1$ с остановкой и проследования без остановки встречного поезда j по станции скрещения $i + 1$; $t_{\text{п}ji+1}$ и $t_{\text{п}j-1i+1}$ – моменты ожидаемого времени прибытия поездов $j - 1$ и j на станцию скрещения $i + 1$ (условие (4) показывает недопустимость скрещения поездов на станции $i + 1$, поскольку ожидаемый интервал одновременного прибытия поездов на эту станцию недостаточен для своевременного открытия поезду j входного и выходного светофоров для безостановочного проследования, что привело бы к задержке этого поезда).

Ожидаемый интервал одновременного прибытия поездов на станцию скрещения i по информации ДЦ составит:

$$\tau_{\text{нпо}jj-1i} = t_{\text{п}ji} - t_{\text{п}j-1i} = t_{\text{омп}ji} - t_{\text{омп}j-1i},$$

где $t_{\text{омп}ji}$ – время освобождения приоритетным поездом j последней изолированной секции маршрута приема на станцию скрещения i ; $t_{\text{омп}j-1i}$ – время освобождения останавливаемым поездом $j - 1$ последней изолированной секции маршрута приема на станцию скрещения i .

Нормируемый интервал одновременного прибытия поездов на станцию скрещения i должен быть:

$$\tau_{\text{нпн}jj-1i} \geq \tau_{\text{рм}j-1i} + \tau_{\text{овх}ji} + (t_{\text{омп}ji} - t_{\text{1уп}ji}),$$

где $\tau_{\text{рм}j-1i} = t_{\text{рмп}j-1i} - t_{\text{омп}j-1i}$ – длительность размыкания последней секции маршрута приема на станцию скрещения i останавливаемого поезда $j - 1$, продолжительность которой равна разности моментов времени размыкания последней изолированной секции маршрута приема $t_{\text{рмп}j-1i}$ и ее освобождения $t_{\text{омп}j-1i}$ поездом $j - 1$; $\tau_{\text{овх}ji} = t_{\text{овх}ji} - t_{\text{рмп}j-1i}$ – затраты времени на передачу информации поезвному диспетчеру, принятие решения, передачу и выполнение команды на открытие входного светофора для безостановочного пропуска приоритетного поезда j по станции скрещения i , равное разности момента времени $t_{\text{овх}ji}$ открытия входного светофора для безостановочного пропуска приоритетного поезда j по станции скрещения i и момента времени размыкания последней изолированной секции маршрута приема останавливаемого поезда $j - 1$ на станцию скрещения i $t_{\text{рмп}j-1i}$; $t_{\text{омп}ji} - t_{\text{1уп}ji}$ – интервал времени от вступления приоритетного

поезда j на первый участок приближения $t_{1упji}$ к станции скрещения i до освобождения им последней изолированной секции маршрута приема $t_{омпji}$.

Ожидаемый интервал скрещения поездов $j - 1$ и j на станции i на основе информации ДЦ составит:

$$\tau_{ск0jj-1i} = t_{1см0j-1i} - t_{1см0ji},$$

где $t_{1см0j-1i}$ и $t_{1см0ji}$ – моменты времени занятия $t_{1см0j-1i}$ останавливаемым $j - 1$ и $t_{1см0ji}$ приоритетным j поездами первых секций маршрутов отправления со станции скрещения i .

Нормируемый интервал скрещения по станции i должен быть:

$$\tau_{скнjj-1i} \geq \tau_{рмji} + \tau_{овыхj-1i} + \tau_{взмj-1i},$$

где $\tau_{рмji} = t_{рмпji} - t_{омпji}$ – длительность размыкания последней секции маршрута приема приоритетного поезда j на станцию скрещения i , продолжительность которой равна разности моментов времени размыкания последней изолированной секции маршрута приема $t_{рмпji}$ и ее освобождения поездом j $t_{рмпji}$; $\tau_{овыхj-1i} = t_{овыхj-1i} - t_{рмпji}$ – затраты времени на передачу информации поездному диспетчеру о размыкании маршрута приема поезда j на станцию скрещения i , принятие решения, передачу и выполнение команды на открытие выходного светофора для отправления останавливаемого поезда $j - 1$ со станции скрещения i , равное разности моментов времени открытия выходного светофора $t_{овыхj-1i}$ для отправления останавливаемого поезда $j - 1$ со станции скрещения i и размыкания маршрута приема приоритетного поезда j ; $\tau_{взмj-1i} = t_{1см0j-1i} - t_{овыхj-1i}$ – затраты времени на восприятие машинистом открытия выходного светофора и отправление поезда, равное разности моментов времени занятия поездом $j - 1$ первой изолированной секции маршрута отправления $t_{1см0j-1i}$ и открытием выходного светофора останавливаемому поезду $t_{овыхj-1i}$.

3 Технология прогнозирования времени прибытия поездов

Таким образом, для принятия решения о выборе станций обгона и скрещения основной информацией является прогнозируемое (ожидаемое) время прибытия поездов всех категорий на все станции диспетчерского участка.

Для прогноза этого времени должна быть создана база данных, содержащая следующую информацию:

- перегонное время хода для каждого случая;
- затраты времени на разгон и замедление после остановок на станциях;
- станционные и межпоездные интервалы.

Все эти величины необходимы в условиях движения поезда на зеленые и желтые огни проходных светофоров, а также при наличии предупреждений об изменениях установленной скорости с учетом особенностей диспетчерского участка.

Источником постоянной информации о перегонном времени хода, затратах времени на разгоны и замедления, минимальных межпоездных и станционных интервалах является нормативный график движения поездов. В условиях движения поездов по диспетчерскому расписанию дополнительно потребуются накапливать статистические данные об оценках математических ожиданий указанных величин, получаемых на основе обработки по вышеприведенным формулам информации, поступающей от ДЦ о каждом поезде, пропущенном по диспетчерскому участку. При этом необходимо фиксировать условия продвижения поездов на зеленые и желтые огни светофоров, с указанием их наименований, а также величины ограничений скоростей, с указанием мест и сроков действия предупреждений.

Информацию о номере и параметрах поезда, составе, локомотиве и локомотивной бригаде потребуется получать из системы ГИД-Урал. Для связи этой информации с поездом необходимо реализовать функции автоматического и ручного ввода на монитор ДЦ номеров поездов при их поступлении на диспетчерский участок и функции перемещения номеров по мнемосхеме перегонов и станций.

Информация постепенно формируемой базы данных создаст набор ситуаций, позволяющий прогнозировать время прибытия поездов на станции участка методом выбора наиболее близкого значения для каждого поезда, с учетом его категории и параметров, в задаваемых диспетчером и автоматикой условиях его пропуска по диспетчерскому участку.

Информация должна вводиться в память функционального модуля поддержки решений поездного диспетчера (ПРПД), являющегося частью интеллектуальной диспетчерской централизации (ИДЦ).

На основе указанной информации ИДЦ по разработанному алгоритму сможет планировать, на каких станциях будут произведены операции скрещения и обгона, своевременно корректировать план, немедленно сообщая диспетчеру о такой необходимости.

Автоматическое задание маршрутов продвижения поезда по части проложенной ИДЦ линии его хода допустимо только по разрешению поездного диспетчера в условиях проверяемого ИДЦ отсутствия конфликтного маршрута.

В соответствии с теоремой сложения математических ожиданий: $M[\sum_{i=1}^n X_i] = \sum_{i=1}^n M[X_i]$, а также в соответствии с теоремой сложения дисперсий некоррели-

рованных случайных величин: $D[\sum_{i=1}^n X_i] = \sum_{i=1}^n D[X_i]$. Откуда следует, что полу-

чение информации о точном времени занятия поездом каждого блок-участка перегонов и станций позволит уменьшить математическое ожидание и дисперсию прогнозируемого времени прибытия поезда на станцию скрещения или обгона, что повысит точность прогноза.

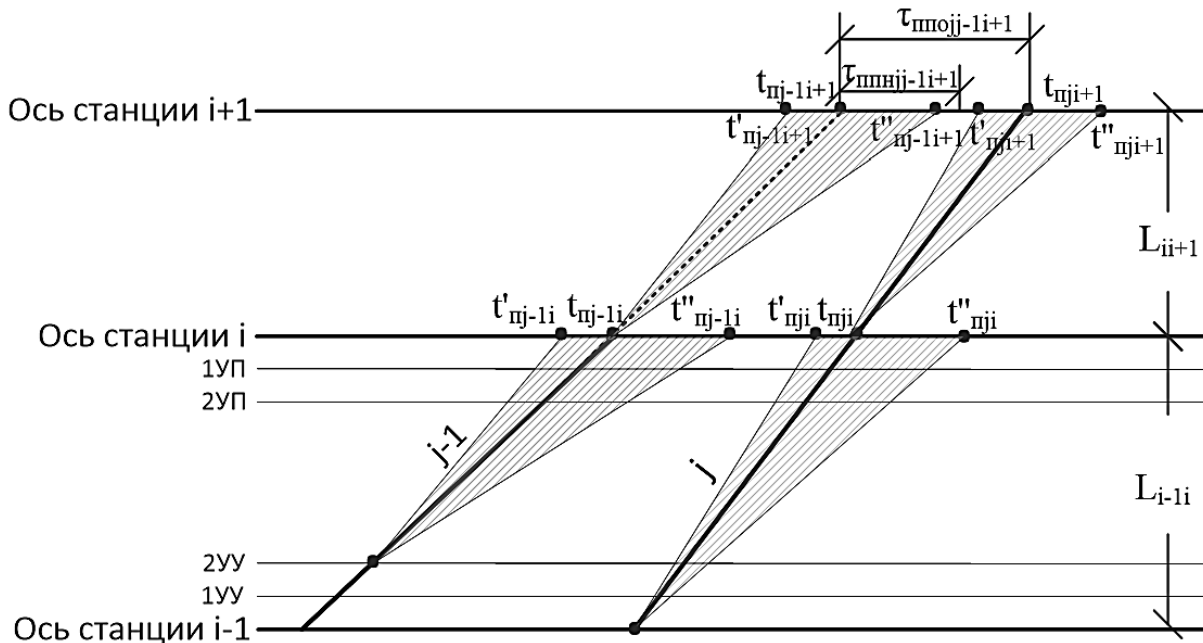


Рис. 3. Прогнозирование времени прибытия поездов

Технология прогнозирования моментов времени прибытия поездов (рис. 3) рассматривается на примере выбора станции обгона.

Поезд j , движущийся с более высокой скоростью за первым (обгоняющий), движется от станции $i-1$ до станции $i+1$ и прогнозируемые моменты времени его прибытия на эти станции: $t_{пji-1}, t_{пji}, t_{пji+1}$. Перед поездом j движется поезд с меньшей скоростью $j-1$. Диспетчеру или ИДЦ требуется выбрать станцию обгона i или $i+1$ так, чтобы не задержать обгоняющий поезд j . Первым на эти станции, включая станцию обгона, должен прибывать обгоняемый поезд $j-1$ в прогнозируемые моменты времени: $t_{пj-1i-1}, t_{пj-1i}, t_{пj-1i+1}$.

Математическая обработка статистических данных показывает, что время хода этих поездов по каждому перегону распределено по логнормальному закону с известными параметрами. Несимметрия распределения объясняется тем, что поезда чаще увеличивают графиковое перегонное время хода, чем его уменьшают:

$$t'_{i j-1i} \leq t_{пj-1i} \leq t''_{пj-1i};$$

$$t'_{пj-1i+1} \leq t_{пj-1i+1} \leq t''_{пj-1i+1},$$

где $t'_{пj-1i+1}$, $t''_{пj-1i+1}$ – полученные в ходе наблюдений минимальная и максимальная границы времени прибытия поезда на станцию.

Станции обгона и скрещения поездов $j - 1$ и j выбираются по указанным выше условиям с использованием формируемой базы данных. При существующей технике прогнозировать время прибытия обгоняемого $j - 1$ и обгоняющего j поездов на станцию $i + 1$ приходится по всем перегонам, начиная от мест их расположения до станции $i + 1$.

Существующая ДЦ обеспечивает передачу по каждой станции точной информации о моментах времени занятия поездами только двух (трех) блок-участков удаления и приближения. Если отложить решение о выборе станции обгона до момента занятия обгоняемым поездом $j - 1$ второго участка удаления от станции $i - 1$, и установить точное время этого события, то потребуется прогнозирование времени прибытия этого поезда на станцию $i + 1$ только для расстояния $L_{i-1i} - (l_{1yyi-1} + l_{2yyi-1})$, где l_{1yyi-1} и l_{2yyi-1} – длины первого и второго участков удаления станции $i - 1$, и прогноз будет точнее.

Решение по выбору станции обгона i или $i + 1$ необходимо принять не позднее приближения обгоняемого поезда $j - 1$ к станции i на расстояние, не меньшее суммы длин двух блок-участков приближения $l_{1yпи} + l_{2yпи}$ и гарантирующее отсутствие задержки поезда перед закрытым входным светофором при поздно принятом решении о необходимости приема на эту станцию с остановкой. Машинист поезда $j - 1$ должен быть своевременно предупрежден о приеме на станцию обгона i с остановкой и иметь достаточное расстояние для снижения установленной скорости служебным торможением до скоростей движения по стрелочным переводам и остановки перед выходным светофором.

Для оценки эффективности технической возможности получения информации о занятии поездом всех блок-участков перегонов и станций, предоставляемой системой диспетчерского контроля, надо сравнить точность прогнозирования моментов времени прибытия обгоняемого $t_{пj-1i+1}$ поезда $j - 1$ на станцию $i + 1$ во время движения по перегону между станциями $i - 1$ и i , с использованием и без использования точного времени занятия поездом третьего участка приближения к станции i . Используемая информация и точность прогноза времени $t_{пji+1}$ прибытия поезда j на станцию $i + 1$ останется прежней.

Сравнение точности прогноза в случаях выбора станции обгона позволит определить вероятность того, что диспетчер выберет для обгона станцию i , при необходимости выбрать $i + 1$, что увеличит стоянку обгоняемого поезда $j - 1$ на станции i .

Разность длительности стоянок при этих вариантах обгона определяется по графику исполненного движения поездов. Стоимость потерь рассчитывается как произведение стоимости поезда-часа стоянки на разность длительности стоянок, на количество обгонов за сутки и вероятность не лучшего выбора стан-

ции обгона. Сокращение этих потерь позволит оценить эффективность системы диспетчерского контроля.

Заключение

Результаты исследования планируется использовать при разработке системы информационной поддержки принятия решений и автоматизации функций управления движением поездов в системе интеллектуальной диспетчерской централизации.

Исходными данными для автоматизированного построения прогнозного графика движения поездов в системе интеллектуальной диспетчерской централизации являются параметры поездов (категория, условная длина, вес и т. д.) и моменты времени: прибытия и отправления поездов для всех станций диспетчерского участка; занятия и освобождения всех блоков-участков перегонов; размыкания изолированных секций на всех станциях; начала приготовления маршрутов; открытия светофоров. Точность прогнозирования движения поездов основывается на нормативных параметрах движения, накопленных статистических данных и непосредственно на соблюдении прогнозной нитки хода движения поезда по соседним участкам с возможностью автоматизированного ее перерасчета. При этом окончательное решение по пропуску поездов должно оставаться за оперативно-диспетчерским персоналом.

Библиографический список

1. Кокурин И. М. Единые диспетчерские центры : оснащение, технология / И. М. Кокурин // Железнодорожный транспорт. – 1998. – № 3. – С. 8–11.
2. Кокурин И. М. Концентрация управления узлами : устройства СЦБ и информационное обеспечение / И. М. Кокурин, З. С. Тевзадзе // Железнодорожный транспорт. – 1990. – № 10. – С. 20–25.
3. Кокурин И. М. Определение длин диспетчерских участков в условиях автоматизации управления железнодорожными перевозками / И. М. Кокурин // Транспорт : наука, техника, управление. – 1992. – № 4. – С. 9–12.
4. Учет станционных и межпоездных интервалов при построении графика движения поездов в имитационной системе ИСТРА / А. В. Шипулин, Е. Н. Тимухина // Транспорт: наука, техника, управление. – 2012. – № 5. – С. 37–41.
5. Автоматизация построения прогнозного графика движения поездов / А. В. Шипулин, А. Э. Александров // Вестник УрГУПС. – 2013. – № 3. – С. 34–44.
6. Pachl Jörn. Avoiding Deadlocks in Synchronous Railway Simulations, 2nd International Seminar on Railway Operations Modelling and Analysis, 28–30 March, 2007 / Jörn Pachl. – Hannover, Germany. – Proceedings CD-ROM.

7. Pachl Jörn. Deadlock Avoidance in Railroad Operations Simulations, Textfassung eines Vortrages auf dem 90th Annual Meeting des Transportation Research Board in Washington DC, 23–27 January 2011 / Jörn Pachl. – Paper No 11-0175.

I. M. Kokurin, A. B. Vasiliev

«Management of maintenance works» department,
Petersburg State Transport University

Automation of decision-making information support for train dispatcher for train traffic organization

The article proposes a method of formalized description of processes of decision-making by the train dispatcher for selection of overriding and crossing stations under the train traffic based on the dispatch schedule to provide the automation of decision-making information support and train control operations on the basis of modern centralized traffic control systems.

train dispatcher, train traffic control, crossing and overriding, decision-making information support, automation of dispatching control operations.

Статья представлена к публикации членом редколлегии Вал. В. Сапожниковым

Поступила в редакцию 25.02.2015

Контактная информация: kokyrinim@mail.ru

© Кокурин И. М., Васильев А. Б., 2015