

УДК 656.225.001.57

В. Г. СЫЧЕНКО^{1*}, А. Ю. ПАПАХОВ^{2*}, Н. А. ЛОГВИНОВА^{3*}

1* Каф. «Интеллектуальные системы электроснабжения», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, 49010, Днепр, Украина, тел. +38 (096) 444-98-54, ел. почта elpostz@i.ua, ORCID 0000-0002-9533-2897

2* Каф. «Управления эксплуатационной работой», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, 49010, Днепр, Украина, тел. +38 (067) 564 65 65, ел. почта rarahova0362@gmail.com, ORCID 0000-0003-2357-8158

3* Каф. «Управления эксплуатационной работой», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, 49010, Днепр, Украина, тел. +38 (067) 524-43-22, ел. почта logvinovanata1987@gmail.com, ORCID 0000-0002-9350-881X

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА В УСЛОВИЯХ ОПТИМИЗАЦИИ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕВОЗОК

В работе выполнено моделирование движения поездов по диспетчерскому участку Каменское – Верховцево с целью разработки энергооптимального графика движения поездов. Под энергооптимальным понимается такой график движения, при котором выполняются перевозки запланированных объемов пассажиров и грузов с минимальными затратами электроэнергии, связанной с тяговым обеспечением локомотивов при безусловном обеспечении безопасности движения. Проведенным моделированием работы диспетчерского участка установлено, что увеличение количества поездов приводит к снижению межпоездных интервалов на входе и выходе с диспетчерского участка.

Допустимое насыщение диспетчерского участка поездами оказывает влияние на показатели технического плана работы. Его необходимо оценивать с помощью коэффициента загрузки участков. Увеличение числа поездов на участке приводит к увеличению времени их движения. В то же время с увеличением количества отправляемых на участок поездов приводит к уменьшению времени ожидания их отправления со станции.

Анализируя условия движения поездов по диспетчерскому участку Каменское – Верховцево были отмечены возможные три варианта работы с поездами: эффективный; слегка тяжелый и очень тяжелый. При использовании эффективного и слегка тяжелого варианта работы необходимо соблюдать существующие нормативы графика. При прогнозировании очень тяжелого варианта работы необходимо разработать мероприятия, необходимые для уменьшения перенасыщения участков поездами и восстановление эффективного варианта работы.

Ключевые слова: моделирование движения поездов; насыщение диспетчерского участка поездами; условия работы диспетчерского участка

Введение

Целью и задачей исследования является моделирование движения поездов по диспетчерским участкам с целью разработки энергооптимального графика движения поездов.

Объектом исследования является следование поездов по диспетчерскому участку.

Предметом исследования является определение межпоездных интервалов на диспетчерском участке, позволяющих выполнять энергооптимальный график движения поездов.

Научная новизна состоит в теоретическом исследовании и моделировании движения поездов по диспетчерскому участку в энергооптимальном режиме.

Практическая значимость заключается в разработке вариантных энергооптимальных графиков движения поездов по диспетчерским

участкам с учетом адаптации его к плановым объемам перевозок на железнодорожных полигонах.

Постановка задачи

Оперативная эксплуатационная обстановка существенно отличается от нормативных условий разработанного на длительный период графика движения поездов, а возникающие при этом колебания поездопотоков могут усугубляться не оптимально принимаемыми решениями поездного диспетчера. В деятельности поездных диспетчеров значительную часть времени занимает фиксация прошедших или происходящих событий в справочной системе КАСКАД. В летний период возрастают размеры движения пассажирских поездов, что приводит к уменьшению возможной пропускной

способности диспетчерских участков для грузового движения. В некоторых случаях планируемые размеры грузового движения могут превышать пропускную способность участков при данном типе графика движения поездов, что приводит к необходимости разработки мероприятий, связанных с повышением пропускной способности участков: организации движения сдвоенных поездов, применению пачечного графика движения пассажирских поездов и т.д.

В связи с вышеизложенным, оперативная работа поездных диспетчеров требуют создания новых принципов и технологии оперативного управления перевозочным процессом, который обеспечивает поддержание эффективных условий работы.

Анализ последних исследований

Современное оперативное управление перевозочным процессом на железных дорогах составляют: график движения поездов, план формирования поездов, использование пропускной способности участков, местная работа, техническое нормирование перевозок, оперативное планирование эксплуатационной работы, диспетчерское руководство, автоматизированные системы управления и информационные технологии.

Основным резервом улучшения эффективности функционирования железных дорог является совершенствование технологии перевозочного процесса [1]. В исследованиях [2] отмечено, что повышение конкурентоспособности диспетчерских участков железных дорог Испании происходит за счет изменений маршрутов следования грузовых поездов при возникающих ограничениях пропускной способности. Доказано [3], что для обеспечения безопасности и энергоэффективности пропуска поездов по железнодорожным участкам необходимо применять передовые (Advanced Technologies - AT) технологии. Использование современных информационных систем [4] позволяет организовывать движение поездов в реальном режиме времени.

В качестве основного критерия в эксплуатационной работе принято считать максимальную технико-экономическую эффективность принятого решения возможного варианта пропуска поездов по диспетчерскому участку в соответствующей поездной обстановке. В статье [5] показано, что управление эксплуатационной работой железных дорог состоит из трех основных уровней: стратегического, тактического и оперативного. В [5] приведены основные пу-

ти решения проблемы, связанной с управлением перевозочным процессом на оперативном уровне (Multicommodity Network Design).

В условиях конкуренции и вступлении Украины в европейское сообщество особое значение [6] приобретает задача совершенствования оперативного управления эксплуатационной работой с использованием в качестве информационной и технологической основы динамических баз данных управления вагонопотоками на дороге. Организация вагонопотоков в поезда должна обеспечивать удовлетворение потребностей грузоотправителей в перевозках.

В настоящее время управление многими элементами перевозочного процесса отсутствует [7]. Это свидетельствует о том, что в нормативных и технологических документах недостаточно внимания уделяется созданию эффективной системы оперативного управления перевозочным процессом. Возникающие трудности в эксплуатационной работе вызваны несоответствием потребностей и возможностей работы поездных диспетчеров на участках и обеспечения ими сформированных поездов поездными локомотивами. Потребности заблаговременно не приводятся в соответствие с возможностями. Основная причина трудностей - диспетчерский аппарат преимущественно фиксирует прошедшие и происходящие события, повлиять на которые уже невозможно [8, 9].

Сменно-суточное планирование эксплуатационных показателей в основном происходит не из реальных возможностей дирекций железнодорожных перевозок, а выполнения с начала месяца нарастающим итогом количественных и качественных показателей работы.

Вышеуказанные противоречия определили необходимость в выявлении новых подходов к принципам и совершенствованию технологии оптимального оперативного управления перевозочным процессом на основе моделирования предстоящей работы; решения оптимизационных задач; создания оптимальных условий работы диспетчерских участков.

Изложение основного материала

Существует возможность перехода от системы диспетчерского руководства КАСКАД к новым системам прогнозирования на основе моделирования с обеспечением эффективного управления перевозочным процессом. Использование моделирования возможно в оперативном управлении перевозочным процессом, направленным на улучшение эффективности

железнодорожного транспорта Украины.

Прогнозируемый этап включает в себя моделирование эксплуатационной ситуации на некоторый период вперед, что позволяет поездным диспетчерам анализировать изменения пропускной способности участков и обеспечивать составы поездов локомотивами и локомотивными бригадами и т.д. При предварительном анализе устанавливается несоответствие наличной и потребной пропускной способности участков, что в свою очередь приводит к сбоям в эксплуатационной работе.

В работах [10-12] авторами разработан экономико-математический аппарат рационального распределения количества грузовых и пассажирских поездов по участкам железной дороги. Аппарат основывается на использовании векторной оптимизации. Поставленная цель – полное удовлетворение заявок пассажиров и грузоотправителей на выполнение перевозок. Объемы планируемых перевозок зависят от дальности перевозки, времени движения, механической работы по перемещению поездов по энергооптимальному графику с учетом эффективного соотношения массы и скорости движения с учетом ограничения количества поездов на фидерной зоне.

Известно, что с увеличением плотности поездов на единицу длины железнодорожного участка их интенсивность движения увеличивается до максимально возможного значения, которое соответствует его наибольшей наличной пропускной способности. Дальнейшее увеличение количества поездов на диспетчерском участке вызывает дальнейшее увеличение плотности поездов. Данное увеличение плотности поездов вызывает снижение скорости их движения по участку.

Проведенными авторами исследованиями двухпутного диспетчерского участка с четырехзначной автоблокировкой Каменское – Верховцево. Исследованиями установлены зависимости между размерами движения поездов на входе и выходе данного участка. Выполненным моделированием работы диспетчерского участка установлено, что увеличение количества поездов приводит к снижению межпоездных интервалов на входе и выходе с диспетчерского участка. Данная зависимость приведена на рис. 1.

Изменение плотности поездов с 0,05 до 0,23 поезда/км не оказывает особого влияния на величину межпоездного интервала, который остается постоянным в начале и конце диспетчерского участка. Дополнительное увеличение

количества поездов на диспетчерском участке приводит к его перенасыщению поездами, которое вызывает значительное увеличение интенсивности входящего потока поездов. Это приводит к увеличению межпоездного интервала выходящего потока поездов.

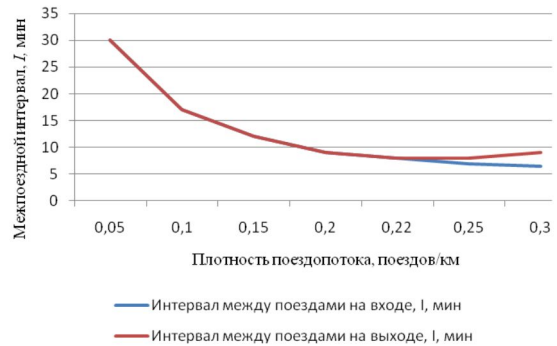


Рис. 1. Влияние плотности поездопотока на изменение среднего межпоездного интервала на входе и выходе диспетчерского участка

Состояние, при котором с каждое последующее увеличение количества поездов на участке тянет за собой увеличение их плотности, что приводит к изменению порядка следования поездов с зеленого показания светофора к желтому сигналу и в последующем к остановке перед красным.

Проведенными исследованиями [10-12] установлено, что движение поездов на желтый сигнал светофора его уменьшает скорость их движения на 25-30 %, а при приближении к постоянному красному сигналу светофора – на 50-60 %, чем при следовании на зеленый. Время хода поезда по перегону составляет t_x . Каждый следующий поезд будет отправляться на этот же перегон через межпоездный интервал I , но будет прибывать на конечную станцию с опозданием на Δt . На рис. 2 показано изменение фактического прибытия поезда от графикового, в случае значительного увеличения числа поездов сверх максимального.

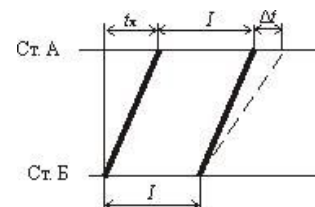


Рис. 2. Фрагмент графика движения поездов

В данном случае дополнительное изменение времени прибытия поезда затрудняет выполнение нормативов существующего графика дви-

жения поездов.

Допустимое насыщение диспетчерского участка поездами оказывает влияние на показатели технического плана работы. Его необходимо оценивать с помощью коэффициента загрузки участков, который составляет отношение вместимости перегонов (Π) к возможному количеству вагонов (B) одновременно находящихся на перегоне

$$\Phi_{\text{уч}} = \frac{\Pi}{B} \quad (1)$$

Рациональная загрузка диспетчерских участков поездами зависит от величины межпоездных интервалов (I), возможной участковой скорости движения грузовых поездов ($v_{\text{уч}}$), коэффициента съема грузовых поездов пассажирскими (ϵ), а также количества пассажирских поездов ($n_{\text{пас}}$) и способа их прокладки. Зависимости коэффициентов съема грузовых поездов пассажирскими от скорости движения пассажирских и длин блок-участков приведено в [13]. Все выше перечисленные зависимости ограничиваются возможным допустимым уровнем загрузки участков $\lambda_{\text{уч}}^{\text{доп}}$. Эффективная загрузка диспетчерского участка поездами характеризуется отношением рационального количества поездов, которое одновременно находится на участке ($n_{\text{опт}}$) к максимально возможному (n_{max}).

Во время составления вариантного графика движения поездов необходимо минимизировать количество обгонов грузовых поездов пассажирскими, а также времени нахождения грузовых поездов на диспетчерском участке и станциях

$$T = t_{\text{уч}} + t_{\text{ст}} \rightarrow \min, \quad (2)$$

где $t_{\text{уч}}$ – время проследования диспетчерского участка поездами, час;

$t_{\text{ст}}$ – время ожидания отправления со станции, час.

Среднее время ожидания отправления со станции составляет половину среднего интервала между поездами на графике, которое определяется по формуле

$$t_{\text{ст}} = \frac{1440}{2 \cdot n}, \quad (3)$$

где n – суточное количество грузовых поездов, заложенных в график.

Отправление со станции пассажирского по-

езда по сравнению с грузовыми осуществляется в период среднего значения межпоездного интервала грузовых поездов, значение которого находится в пределах от 0 до I , и принимает среднее значение интервала – $0,5 I$.

Зависимость времени движения поездов по участку от количества заложенных поездов в график описывается показательной функцией

$$t_{\text{уч}} = a \cdot b^n, \quad (4)$$

где a и b – коэффициенты, зависящие от характеристик диспетчерского участка.

К характеристикам диспетчерского участка относятся: длины перегонов, план и профиль железнодорожного пути, количество путей на перегонах и станциях и т.д.

Минимальное число ниток графика движения поездов определяется по минимальному значению периода графика $T(n)$ при котором первая производная этой величины приравняется к нулю $T'(n) = 0$. Это можно записать следующим образом

$$a \cdot b^n \cdot \ln b - \frac{1440}{2 \cdot n^2} = 0 \quad (5)$$

Приведенное уравнение (5) не может быть решено аналитически. Для решения представленного уравнения проведено разработана модель движения поездов по участку Каменское – Верховцево.

На рис. 3 приведены результаты моделирования насыщения железнодорожного участка Каменское – Верховцево поездами. Увеличение числа поездов на участке приводит к увеличению времени их движения. В то же время с увеличением количества отправляемых на участок поездов приводит к уменьшению времени ожидания их отправления со станции.

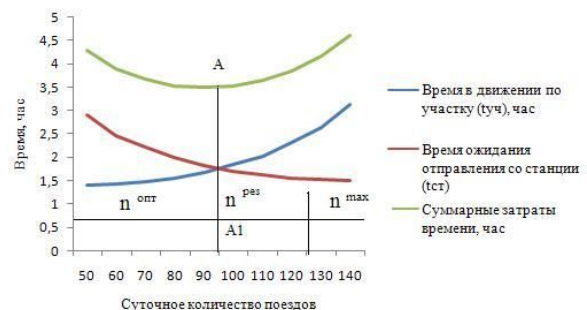


Рис. 3. График функций затрат времени следования поездом по диспетчерскому участку и ожидания его отправления со станций формирования

Оптимальное число поездов составляет n^{opt} , резервное количество ниток на участке составляет $n^{рез}$ в пределах максимальных размеров движения по участку n^{max} . Точка A характеризует минимальные эксплуатационные затраты между числом отправляемых поездов на участок и их отправляемым количеством со станций. Проецируя точку A на ось суточного количества поездов (A_1) соответствует оптимальному распределению необходимых ниток графика.

Анализируя условия движения поездов по диспетчерскому участку Каменское – Верховцево были отмечены возможные три варианта работы с поездами: эффективный (от 50 до 95 поездов/сутки); слегка тяжелый (от 96 до 105 поездов/сутки); очень тяжелый (от 106 до 126 поездов/сутки).

В зависимости от условий работы диспетчерского участка поездными диспетчерами совместно с дежурным по дирекции железнодорожных перевозок должны применяться различные варианты руководства перевозками. При использовании эффективного и слегка тяжелого варианта работы необходимо соблюдать существующие нормативы графика. При прогнозировании очень тяжелого варианта работы необходимо разработать мероприятия, необходимые для уменьшения перенасыщения участков поездами и восстановление эффективного варианта работы.

Для управления насыщением диспетчерских участков поездами и распределения их между параллельными полигонами были использованы теория графов и потоков в сетях. Предложена методика рациональной доставки грузов с учетом пропускных способностей перегонов и ускоренного движения пассажирских поездов [14] позволила распределять поток грузовых поездов между параллельными ходами не изменяя количества пассажирских поездов, которые привязаны к определенным расписаниям.

При использовании предложенной модели в период планирования поездной диспетчер имеет возможность моделировать:

- размеры передачи смежными диспетчерскими участками сдачи поездов. В случае больших размеров движения чем при эффективном или слегка тяжелом варианте - часть поездов необходимо передавать на другие параллельные диспетчерские участки;

- размеры передачи смежными диспетчерскими участками сдачи поездов для их пропуска по кратчайшим направлениям. В случае пре-

вышения – выбираются другие параллельные участки.

Увеличение количества поездов на рассматриваемом участке приводит к уменьшению пропускной и провозной способностей участков.

В случае необходимости предоставления «окон» необходимо заранее определять возможность пропуска планируемого потока поездов по кратчайшему направлению за минимальный промежуток времени, а также возможность пропуска после окончания «окон» увеличенного потока поездов.

Применение моделирования пропуска поездов при насыщении ими диспетчерского участка может быть разработана технологическая карта работы поездного диспетчера. Прогнозирование прибытия поездов на диспетчерский участок необходимо прогнозировать на 1-3 часовые периоды. Основываясь на таком прогнозе, поездной диспетчер получает возможность на регулирование потока поездов на участке.

На диспетчерских участках, которые имеют незначительную пропускную способность, возможна организация вождения сдвоенных поездов или усиления его технического оснащения.

Выводы

Проведенными исследованиями установлено:

- эффективная работа поездного диспетчера невозможна без моделирования поездной работы участков, способного заблаговременно выявить всплески загрузки участка и осуществить регулировочные мероприятия между параллельными ходами с эффективным использованием пропускной способности;

- разработаны показатели, которые могут полностью характеризовать поток поездов на диспетчерском участке: плотность и интенсивность поездопотока, насыщение участка поездами;

- разработаны мероприятия определения эффективного, слегка тяжелого и особо тяжелого вариантов работы диспетчерского участка, установлены размеры движения, при которых может быть осуществлен энергооптимальный график движения поездов на участке;

- определены зависимости между размерами движения поездов по участку и их интенсивностью, плотностью и расходом электроэнергии, используемой на тягу поездов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Елисеев, С. Ю. Современные аспекты моделирования маршрутов перевозки [Электрон. ресурс]. /С. Ю. Елисеев//2016.- Режим доступа: <http://www.http://rly.su/ru/content/>
2. González, E.M. Analysis and Viability of Railway Exportation to Europe from the South of Spain [Text] / Elvira Maeso González, Guadalupe González Sánchez, Juan Miguel Morente Romero // Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 160, 19 December 2014, P. 264-273.
3. Jarašūnienė, A. Advanced Technologies Used by Lithuanian Railways [Text] / Aldona Jarašūnienė // Procedia Engineering, Volume 134, 2016, P. 263-267.
4. Geng, G. Scheduling railway freight cars [Text] / Gangyong Geng, Ling X Li // Knowledge-Based Systems, Volume 14, Issues 5–6, August 2001, P. 289-297.
5. Yaghini, M. Multicommodity Network Design Problem in Rail Freight Transportation Planning [Text] / Masoud Yaghini, Rahim Akhavan // Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 43, 2012, P. 728-739.
6. Малахова, О. А. Визначення маршрутів переміщення вагонопотоків на основі підвищення ефективності оперативного управління [Текст]/ О. А. Малахова, Н. В. Харченко// Збірник наукових праць УкрДУЗТ, 2016.- Вип. 163.- с. 38 - 43
7. Сотников, Е.А. История развития системы управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте (отечественный и зарубежный опыт). [Текст]/ Е. А. Сотников, Д. Ю. Левин, Г. А. Алексеев//М. «Техинформ», 2007.- 237 с.
8. Левин, Д.Ю. Как повысить эффективность работы поездного диспетчера [Текст]/Д. Ю. Левин// Железнодорожный транспорт. 2007, № 11.- с. 8-13.
9. Левин, Д.Ю. Современные принципы и технология оперативного управления поездной работой [Текст]/Д. Ю. Левин // Железнодорожный транспорт. 2004, № 4.- с. 27-33.
10. Папахов, А. Ю. Векторная оптимизация при

движении поездов по графику в энергооптимальном режиме [Текст]/ А. Ю. Папахов, Н. А. Логвинова, К. В. Матвиенко // Електрифікація транспорту: Зб. наук. праць Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна – Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2016. – Вип. 14. – С. 86-94.

11. Папахов, А. Ю. Новый метод решения задачи организации вагонопотоков при условии энергоэффективности перевозок [Текст] / А. Ю. Папахов, Н. А. Логвинова, О. И. Харченко, А. Р. Милянч, В. Г. Сыченко // Восточноевропейский журнал передовых технологий. – 2017.- Том 5. - №4 (89) - С. 57 – 62.

12. Папахов, А.Ю. Задача рационального использования сети железных дорог» [Текст] / А. Ю. Папахов, Н. А. Логвинова, К. В. Матвиенко// Транспортні системи та технології перевезення: Зб. наук. праць Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна – Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2017. – Вип. 13. – С. 73-77.

13. Вернигора, Р. В. Аналітичний розрахунок коефіцієнтів зйому вантажних поїздів пасажирськими в умовах швидкісного руху / Р. В. Вернигора, О. Ю. Папахов, Н. О. Логвінова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий № 3 (62) / том 2 / 2013.- с 51 – 55

14. Папахов, А. Ю. Доставка грузов по сети железных дорог с учетом пропускной способности перегонных как задача векторной оптимизации/ А. Ю. Папахов, Н. А. Логвинова // Транспортные системы и технологии перевозок: Зб. наук. праць Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна – Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2016. – Вип. 11. – С. 55-60.

Статья рекомендована к публикации д.т.н., проф. Таран И. А. (Украина)

Поступила в редколлегию 03.06.2019.

Принята к печати 10.06.2019.

В. Г. СИЧЕНКО, О. Ю. ПАПАХОВ, Н. О. ЛОГВИНОВА

МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ В УМОВАХ ОПТИМІЗАЦІЇ І ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

В роботі виконано моделювання руху поїздів п диспетчерській ділянці Кам'янське - Верхівцеве з метою розробки енергооптимального графіка руху поїздів. Під енергооптимальним вважається такий графік руху, при якому виконуються перевезення запланованих обсягів пасажирів та вантажів з мінімальними витратами електроенергії, пов'язаної з тяговим забезпеченням локомотивів при безумовному забезпеченні безпеки руху. Проведеним моделюванням роботи диспетчерської ділянки встановлено, що збільшення кількості поїздів призводить до зменшення міжпоїздного інтервалу на вході і виході з диспетчерського дільниці.

Допустиме насичення диспетчерської ділянки поїздами впливає на показники технічного плану роботи. Його необхідно оцінювати за допомогою коефіцієнта завантаження ділянок. Збільшення числа поїздів на ділянці призводить до збільшення часу їх руху. В той же час із збільшення кількості відправлених на ділянку поїздів призводить до зменшення час очікування їх відправлення зі станції.

Аналізуючи умови руху поїздів по диспетчерській ділянці Кам'янське - Верховцеве були виділені можливі три варіанти роботи з поїздами: ефективний; злегка важкий та дуже важкий. При використанні ефективного і злегка важкого варіантів роботи необхідно дотримуватися існуючих нормативів графіка. При прогнозуванні дуже важкого варіанту роботи необхідно розробити заходи, для зменшення перенасичення ділянок поїздами і відновлення ефективного варіанту її роботи.

Ключові слова: моделювання руху поїздів; насичення диспетчерського ділянки поїздами; умови роботи диспетчерської ділянки

V. SYCHENKO ^{1*}, A. PAPAHOV ^{2*}, N. LOGVINOVA ^{3*}

MODELING OF THE TRANSPORTATION PROCESS UNDER OPTIMIZATION AND ENERGY EFFICIENCY OF TRANSPORTATION CONDITIONS

In work modeling of movement of trains on a dispatching site Kamensky - Verkhovtsevo with the purpose of development of the energy-optimal schedule of movement of trains is executed. Under energy-optimal, we mean such a schedule in which the planned volumes of passengers and cargo are transported with minimal electricity, associated with traction support of locomotives with unconditional traffic safety. Conducted modeling of the dispatch section found that an increase in the number of trains leads to a decrease in inter-train intervals at the entrance and exit from the dispatch section.

The permissible saturation of the control area of trains has an impact on the performance of the technical work plan. It must be evaluated using the load factor of the plots. The increase in the number of trains on the site leads to an increase in the time of their movement. At the same time, with an increase in the number of trains sent to the site, the waiting time for their departure from the station decreases.

Analyzing the conditions of movement of trains in the Kamenskoye – Verkhovtsevo dispatching section, the following three options for working with trains were noted: efficient; slightly heavy and very heavy. When using an effective and slightly difficult work option, it is necessary to observe the existing norms of the schedule. When forecasting a very difficult work option, it is necessary to develop measures necessary to reduce the oversaturation of railway sections and restore an effective work option.

Keywords: Modeling the movement of trains; the saturation of the dispatch section of trains; the working conditions of the dispatch section