



**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЧИСЛО НИТОК ТВЕРДОГО ГРАФИКА
НА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ УЧАСТКОВ В УСЛОВИЯХ
НЕРАВНОМЕРНОСТИ ВАГОНОПОТОКОВ**

Арипов Назиржан Мукарамович

д.т.н., профессор, Ташкентский государственный транспортный университет
aripov1110@gmail.com

Суюнбаев Шинполат Мансуралиевич

к.т.н., профессор, Ташкентский государственный транспортный университет
shinbolat_84@mail.ru

Жумаев Шерзод Бахром угли

PhD, и.о. доцента Ташкентский государственный транспортный университет
shbjumayev_92@mail.ru

Ахмедова Муслима Джалаловна

старший преподаватель, Ташкентский государственный транспортный университет
muslimaakhmedova@mail.ru

Аннотация: Эксплуатация железных дорог и теоретические исследования свидетельствуют о том, что необходимость отправления с сортировочных станций поездов установленного состава в условиях суточной неравномерности вагонопотоков зачастую является главным препятствием в эффективном использовании специализированных расписаний. В статье исследованы зависимости числа ниток твердого графика на пропускной способности участков в условиях неравномерности вагонопотоков и определены зоны превышения числа ниток твердого графика над числом ниток гибкого в зависимости от мощности суточного вагонопотока.

Ключевые слова: Твердый график, грузовой поезд, нитка графика, время отправления, пропускная способность, неравномерность вагонопотоков.

**STUDY OF THE DEPENDENCE OF THE NUMBER OF THREADS OF A SOLID
SCHEDULE ON THE CAPACITY OF SECTIONS UNDER THE CONDITIONS
OF IRREGULAR CAR FLOW**

Aripov Nazirjan

doctor of technical sciences, professor, Tashkent State Transport University
aripov1110@gmail.com

Suyunbaev Shinpolat

candidate of technical sciences, professor, Tashkent State Transport University
shinbolat_84@mail.ru

Jumayev Sherzod

PhD, acting Associate Professor, Tashkent State Transport University
shbjumayev_92@mail.ru



Akhmedova Muslima

senior teacher, Tashkent State Transport University

muslimaakhmedova@mail.ru

Annotation: Operation of the railroads and theoretical researches testify that need of departure from switchyards of trains of the established structure in the conditions of daily unevenness of traffic volumes often is the main obstacle in effective use of specialized schedules. The article dependences of number of strings of a rigid schedule on the capacity of sites in the conditions of unevenness of traffic volumes are investigated and zones of excess of number of strings of a rigid schedule over number of threads flexible depending on the power of a daily traffic volume are defined.

Key words: Fixed schedule, freight train, schedule thread, departure time, capacity, uneven car traffic.

ВВЕДЕНИЕ

Стабилизация грузового движения на технических станциях, достигаемая постоянством числа поездов на участках при переменной величине составов, заслуживает особого внимания и вызывает необходимость определения влияния числа ниток твердого графика движения грузовых поездов на пропускную способность участков. Существует мнение, что для твердого графика требуется больше числа ниток чем для гибкого графика (отправление по готовности) и для создания благоприятных условий обращения поездов по твердому графику следует создавать резервы путевого развития технических станций, пропускной способности железнодорожных линий. Однако, стабилизация грузового движения снижает его внутрисуточную неравномерность, повышает надежность тягового обеспечения и тем самым создает резервы пропускной способности для более качественного транспортного обслуживания владельцев грузов, а значит, и для повышения доходов железнодорожного транспорта. Поэтому необходимо исследовать зависимости числа ниток твердого графика на пропускной способности участков в условиях неравномерности вагонопотоков и определить зоны превышения числа ниток твердого графика над числом ниток гибкого в зависимости от мощности суточного вагонопотока.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Пропускной способностью железнодорожного участка называют максимальные размеры движения в поездах (парах поездов), которые могут быть реализованы по нему за единицу времени в зависимости от имеющихся постоянных устройств (числа главных путей, средств связи по движению поездов), типа и мощности тяговых средств и способа организации движения (типа графика) [1].

Различают наличную и потребную пропускную способности. Наличная пропускная способность линии – это максимальные размеры движения поездов, которые могут быть реализованы в зависимости от ее технического оснащения. Потребная пропускная способность линии – число поездов, которое необходимо реализовать для выполнения плана перевозок.

Существующая методика расчета наличной пропускной способности участков и направлений железных дорог ориентирована, в основном, на возможности инфраструктуры и при этом не в полной мере учитывает особенности и характерные признаки организации и обеспечения пропуска поездопотоков. Факторы, связанные с технологией движения



поездов особенно актуальны при оперативном планировании, в частности сменно-суточном. При построении нормативного графика предусматриваются: ежесуточный пропуск потоков пассажирских и грузовых поездов, принятые размеры движения, технические скорости поездов. При этом не учитываются «окна» для ремонта и модернизации устройств инфраструктуры (кроме технологических), временные ограничения скорости, длины и массы поездов, процессы взаимовлияния между поездами при увеличении их числа в потоке.

В настоящее время имеются ряд исследований по определению сферы применения твердого графика движения грузовых поездов [2-15]. Однако, исследование по определению зависимости число ниток твердого графика на пропускной способности участков в условиях неравномерности вагонопотоков имеются в недостаточной степени.

Рассмотрим влияние числа ниток твердого графика на пропускную способность участков однопутного участка.

В соответствии с [16] целью технологии поездной работы при отправлении грузовых поездов по твердым расписаниям является обеспечение стабилизации грузового движения и повышение эффективности перевозок. Основой технологии является заданный на месяц график оборота поездных локомотивов. Отправление и пропуск поездов производится по фиксированным расписаниям, гарантированно обеспеченным локомотивами и бригадами. Учет реальной неравномерности вагоно- и поездопотоков в условиях твердого графика обеспечивается за счет применения допуска от нормы состава графика движения.

Для однопутных участков наличная пропускная способность определяется по формуле [17]:

$$N_H = \frac{(1440 - t_{\text{тех}}) \alpha_H}{T_{\text{пер}}}, \text{ п.п.} \quad (1)$$

где $t_{\text{тех}}$ – продолжительность технологического «окно», свободного от пропуска поездов промежутка времени в графике движения, необходимого для выполнения работ по текущему содержанию пути, устройств СЦБ и связи и др.:

- для однопутных участков $t_{\text{тех}} = 60$ минут;
- для двухпутных участков $t_{\text{тех}} = 120$ мин в каждом направлении;

$T_{\text{пер}}$ – период графика (время занятия перегона парой поездов характерной для данного типа графика), мин.;

α_H – коэффициент надежности работы технических устройств. При существующей конструкции технических устройств значения α_i в расчетах наличной пропускной способности электрифицированных двухпутных участков принимаются равными 0,92 – 0,98; участков с тепловозной тягой меньше на 0,02, а для однопутных участков – на 0,03. Меньшие значения α_H принимаются для двухпутных линий с небольшими размерами движения пассажирских поездов, для однопутных – с меньшими значениями периода графика $T_{\text{пер}}$.

Принимаем $T_{\text{пер}} = 60$ мин, тогда

$$N_H = \frac{(1440 - 60) 0,90}{60} = 20 \text{ п.п.}$$



Потребной пропускной способностью называется наибольшее количество поездов или пар поездов, которых необходимо пропустить по участку для выполнения плана перевозок с учетом резерва и определяется по формуле:

$$N_n = (N_{гр} + N_{пас} * \varepsilon_{пас} + N_{сб} \varepsilon_{сб}) * \gamma_{рез}, \text{ п.п.} \quad (2)$$

где – $N_{гр}$, $N_{пас}$, $N_{сб}$ – размеры движения грузовых, пассажирских и сборных поездов соответственно;

$\varepsilon_{сб}$, $\varepsilon_{пас}$ – коэффициент съема грузовых поездов сборными и пассажирскими соответственно, $\varepsilon_{пас} = 1,2 \div 1,3$; $\varepsilon_{сб} = 1,5$;

$\gamma_{рез}$ – резерв пропускной способности, $\gamma_{рез} = 1,15 \div 1,2$.

$N_{пас}$ и $N_{сб}$ принимаем 2 и 1 соответственно, а $N_{гр}$ будет разные в зависимости типа графика (твердый или гибкий).

Так как твердый график движения грузовых поездов составляется на месяц, то расчеты ведутся на этот срок. В условиях гибкого графика величина $N_{гр}$ определяется коэффициентом неравномерности (k_n) и в соответствии с [18] $k_n=1,25$. Так, например, суточный вагонопоток всех назначений составляет $U_{сут}=500$ ваг., $N_{гр}$ определяется не от 500 ваг., а от $1,25*500=625$ ваг. При максимальной величине состава $m_{max}=71$ ваг. для освоения суточного вагонопотока с учетом коэффициента неравномерности в графике движения требуется:

$$N_{сут} = \frac{1,25U_{сут}}{m_{max}} = \frac{1,25 * 500}{71} = 8,80 \text{ или } 9 \text{ ниток.}$$

Тогда

$$N_{n(губ)} = (9 + 2 * 1,2 + 1 * 1,5) * 1,15 = 15 \text{ п.п.}$$

В условиях твердого графика величина $N_{гр}$ определяется по каждому назначению плана формирования по средней величине состава и суммируя полученное значение определяются размеры движения по участкам. При средней величине состава $m_{max}=65$ ваг. для освоения суточного вагонопотока в графике движения в условиях твердого графика требуется:

$$N_{сут} = \frac{U_{сут}}{m_{ср}} = \frac{500}{65} = 7,69 \text{ или } 8 \text{ ниток.}$$

Тогда

$$N_{n(тв)} = (8 + 2 * 1,2 + 1 * 1,5) * 1,15 = 14 \text{ п.п.}$$

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

На рисунках 1 и 2 показаны графики изменения потребной пропускной способности при твердом и гибком графике движения грузовых поездов на однопутных и двухпутных участках соответственно.

Из рисунка 1 можно сделать вывод, что на однопутных линиях при $U_{сут} \leq 250$ вагонов потребная пропускная способность при твердом графике движения грузовых поездов меньше чем гибком графике, а при $U_{сут} > 250$ вагонов больше, т.е. по мере нарастания мощности суточного вагонопотока потребная пропускная способность при твердом графике движения грузовых поездов увеличивается по сравнению с гибком.

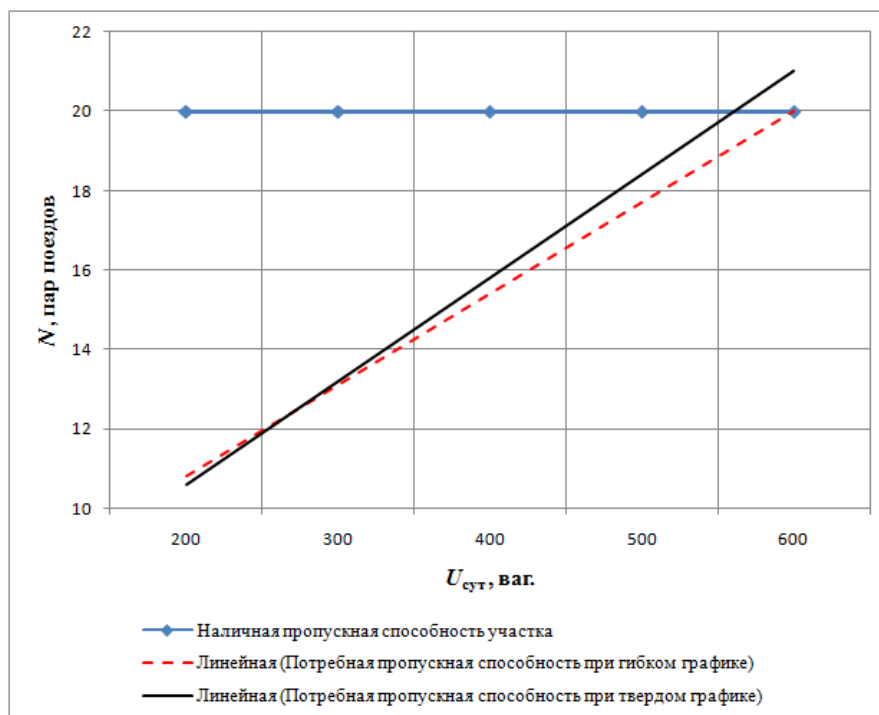


Рис. 1. График изменения потребной пропускной способности при твердом и гибком графике движения грузовых поездов на однопутных участках.

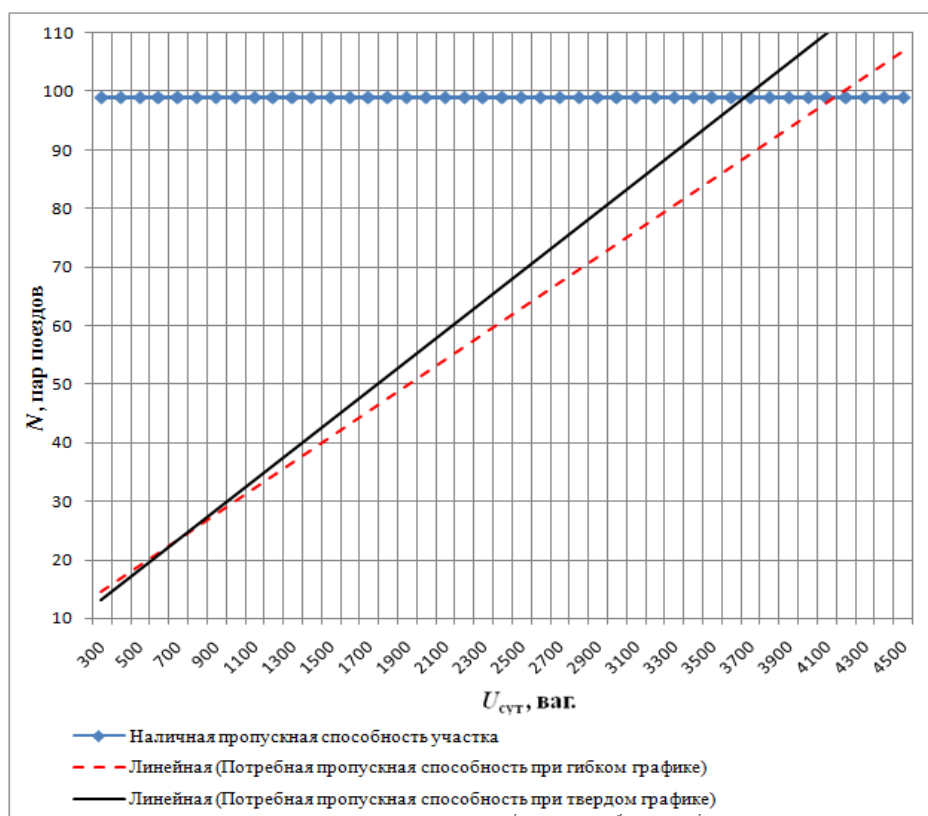


Рис. 2. График изменения потребной пропускной способности при твердом и гибком графике движения грузовых поездов на двухпутных участках.



Из рисунка 2.7 можно сделать вывод, что на двухпутных линиях при $U_{\text{сут}} \leq 700$ вагонов потребная пропускная способность при твердом графике движения грузовых поездов меньше чем гибком графике, а при $U_{\text{сут}} > 700$ вагонов больше, т.е. по мере нарастания мощности суточного вагонопотока потребная пропускная способность при твердом графике движения грузовых поездов увеличивается по сравнению с гибком.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Результаты разработки методики определения оптимального соотношения между пропускной способностью и числом ниток твердого графика показали, что на однопутных линиях при $U_{\text{сут}} \leq 250$ вагонов потребная пропускная способность при твердом графике движения грузовых поездов меньше чем гибком графике, а при $U_{\text{сут}} > 250$ вагонов больше.

2. На двухпутных линиях при $U_{\text{сут}} \leq 700$ вагонов потребная пропускная способность при твердом графике движения грузовых поездов меньше чем гибком графике, а при $U_{\text{сут}} > 700$ вагонов больше, т.е. по мере нарастания мощности суточного вагонопотока потребная пропускная способность при твердом графике движения грузовых поездов увеличивается по сравнению с гибком.

Список литературы

1. Управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте. Том 2. Управление движением. Учебник для вузов ж.д. транспорта. Под ред. В.И. Ковалева, А.Т. Осьминина. М.: ГОУ УМЦ, 2011. – 440 с.
2. Айрапетова, Г. Г. Возможности применения твердого графика движения грузовых поездов на ГАЖК "Узбекистон темир йуллари" / Г. Г. Айрапетова, Ш. М. Суюнбаев // Логистика: современные тенденции развития : Материалы XIV Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 09–10 апреля 2015 года. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова, 2015. – С. 5-6. – EDN TVDBXH.
3. Кудрявцев, В. А. Возможность и условия применения твердого графика движения грузовых поездов на Российских железных дорогах / В. А. Кудрявцев, Ш. М. Суюнбаев, Ш. М. Суюнбаев // Актуальные проблемы управления перевозочным процессом : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург : Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, 2012. – С. 43-49. – EDN TASYMB.
4. Суюнбаев, Ш. М. Закономерности поездобразования на технических станциях при отправлении поездов по ниткам твердого графика : специальность 05.22.08 "Управление процессами перевозок" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Суюнбаев Шынполат Мансуралиевич. – Санкт-Петербург, 2011. – 178 с. – EDN QFQSYZ.
5. Кудрявцев, В. А. Определение суточных затрат вагоно-часов на накопление составов / В. А. Кудрявцев, Я. В. Кукушкина, Ш. М. Суюнбаев // Железнодорожный транспорт. – 2010. – № 3. – С. 29-31. – EDN OYWLML.
6. Кудрявцев, В. А. Новый подход к расчету затрат вагоночасов на накопление / В. А. Кудрявцев, Я. В. Кукушкина, Ш. М. Суюнбаев // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2010. – № 1(22). – С. 5-10. – EDN LSPYTH.
7. Суюнбаев, Ш. М. Оперативное планирование эксплуатационной работы в условиях организации движения грузовых поездов по твердому графику / Ш. М. Суюнбаев // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2010. – № 3(24). – С. 15-25.



-
- EDN NCGOIV.
8. Research of the effect of transition of standart weight of trains on locomotive use indicators / M. N. Masharipov, Sh. M. Sujunbaev, D. D. U. Umirzakov [et al.] // Молодой ученый. – 2022. – No 12(407). – P. 23-29. – EDN CNZZGS.
 9. Vagonlar guruhini yuk ob'yektlariga uzatish va olib chiqish texnologik amallarini bajarishda manyovr lokomotivining band bo'lish davomiyligini aniqlash usuli / N. M. Aripov, Sh. M. Sujunbaev, U. U. U. Husenov, M. M. U. Pulatov // Молодой ученый. – 2022. – No 15(410). – P. 371-380. – EDN NGFZME.
 10. “Xitoy - Qirg'iziston - o'zbekiston” Temir YO‘Li qurilishining “u” chegaradagi stansiyasi ishiga Ta’sirini tadqiq etish / N. M. Aripov, Sh. M. Suyunbayev, M. D. Axmedova, O. O. O. Xusenov // Молодой специалист. – 2022. – No 3. – P. 70-78. – EDN SKFHJD.
 11. Темир йўл станциясида бажариладиган манёвр ишлари бўйича технологик амалларга сарфланадиган вақтни ҳисоблаш усулларининг қиёсий таҳлили / Н. М. Арипов, Ш. М. Суюнбаев, Д. Я. Наженов, Ў. Ў. Ў. Хусенов // Молодой специалист. – 2022. – No 4. – P. 24-31. – EDN DRCBPC.
 12. Темир йўл участкасининг юк ташиш қобилияти ва поезд оғирлик меъёрлари ўртасидаги ўзаро боғлиқликни тадқиқ этиш / М. Н. Машарипов, Ш. М. Суюнбаев, Д. Д. Ў. Умирзаков, А. А. Ў. Нурматжонов // Молодой специалист. – 2022. – Vol. 1. – No 2. – P. 28-39. – EDN QWRXON.
 13. Разработка организационных мероприятий по усилению пропускной способности железнодорожного участка а-п / Ш. М. Суюнбаев, М. Д. Ахмедова, Б. А. ў. Саъдуллаев, К. Н. қ. Мустафаева // Молодой специалист. – 2022. – Т. 1. – № 2. – С. 89-95. – EDN XVPVXS.
 14. Арипов, Н. М. Использование сортировочных станций и транспортно-логистических центров в крупных городах / Н. М. Арипов, М. А. Хаджимухаметова, Ш. М. Суюнбаев // Фёдор Петрович Кочнев - выдающийся организатор транспортного образования и науки в России : Труды международной научно-практической конференции, Москва, 22–23 апреля 2021 года / Отв. редактор А.Ф. Бородин, сост. Р.А. Ефимов. – Москва: Российский университет транспорта, 2021. – С. 42-48. – EDN MLFSRF.
 15. Жумаев, Ш. Б. Влияние расписания грузовых поездов по отправлению в условиях твердого графика движения на показатели составаобразования / Ш. Б. Жумаев, Ш. М. Суюнбаев, М. Д. Ахмедова // Наука и инновационные технологии. – 2019. – № 2(11). – С. 25-29. – DOI 10.33942/sit11.05. – EDN DWLXDZ.
 16. Инструкция по организации поездной работы при отправлении грузовых поездов по твердым ниткам графика / ОАО «РЖД». – М.: ТЕХИНФОРМ. – 2006. – 53 с.
 17. Козлов В.Е. Проблема развития пропускной и провозной способности железных дорог. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. М.: ВНИИЖТа. – 1980. – 400 с.
 18. Мозгина З.И. Исследование месячной неравномерности грузового движения и методика ее прогнозирования: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – М.: МИИТ, 1970. – 22 с.