



ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПЛАНА ФОРМИРОВАНИЯ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ В УСЛОВИЯХ ТВЕРДОГО ГРАФИКА

Суюнбаев Шинполат Мансуралиевич

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

Хусенов Уткир Уктамжон угли

ассистент, Ташкентский государственный транспортный университет
otkirxusenov@mail.ru

Умирзаков Давлатжон Долимжон угли

магистрант, Ташкентский государственный транспортный университет
davlatjonumirzaqov549@gmail.com

Тожибоев Жахонгир Баходир угли

магистрант, Ташкентский государственный транспортный университет
johongir-5251@mail.ru

Аннотация: В рыночных условиях задачей железнодорожной отрасли стала не просто перевозка пассажиров и грузов, а обслуживание клиентов, причем высококачественное, надежное, с предоставлением широкого спектра услуг и с минимальными потерями. При этом разработка и внедрение рациональной системы организации движения поездов относится к числу важнейших технологических задач, от правильного решения которой зависит не только загрузка технических станций и участков сети, но и выполнение установленного времени доставки груза. В статье разработана методика расчёта плана формирования одногруппных сквозных поездов с учетом особенностей твердого графика, позволяющая определить оптимальный вариант плана при организации вагонопотоков по назначениям.

Ключевые слова: План формирования, твёрдый график, гибкий график, грузовой поезд, вагонопоток, техническая станция.

FEATURES OF CALCULATION OF THE PLAN OF FORMATION OF FREIGHT TRAINS IN THE CONDITIONS OF A SOLID SCHEDULE

Suyunbaev Shinpolat

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

Khusenov Utkir

assistant, Tashkent State Transport University
otkirxusenov@mail.ru

Umirzaqov Davlatjon

master's student, Tashkent State Transport University
davlatjonumirzaqov549@gmail.com



Tojiboev Jahongir

master's student, Tashkent State Transport University

johongir-5251@mail.ru

Annotation: In market conditions, the task of the railway industry has become not just the transportation of passengers and cargo, but customer service, and high-quality, reliable, with the provision of a wide range of services and with minimal losses. At the same time, the development and implementation of a rational system for organizing train traffic is one of the most important technological tasks, on the correct solution of which depends not only the loading of technical stations and network sections, but also the fulfillment of the set time of cargo delivery. The article develops a methodology for calculating the plan for the formation of single-group through trains, taking into account the features of a solid schedule, which allows determining the optimal variant of the plan when organizing car traffic by destination.

Key words: Formation plan, fixed schedule, flexible schedule, freight train, car traffic, technical station.

ВВЕДЕНИЕ

Большинство отправляемых грузов (более 60%) не может быть охвачено маршрутизацией с мест погрузки ввиду недостаточного количества погруженных вагонов. Все эти отправки собираются на технических станциях, которые из таких вагонов формируют технические маршруты. Обычно план формирования технических маршрутов называют просто планом формирования в отличие от плана формирования отправительских и ступенчатых маршрутов. Исходными данными для расчета плана формирования служат вагонопотоки, не охваченные отправительской и ступенчатой маршрутизацией, которые определяются путем вычитания из общих вагонопотоков тех вагонопотоков, которые маршрутизируются с мест погрузки.

Технология перевозочного процесса в настоящее время не полностью отражает имеющиеся возможности повышения транзитности, что может быть разрешено путем введения поездов новых категорий, полнее учитывающих условия роста средней дальности перевозок и мощности грузопотоков. Формирование поездов транзитных категорий должно соответствовать принципу сокращения числа переработок вагонов как в пути следования, так и в пунктах прибытия, сортировка групп вагонов по назначениям, вплоть до формирования поездов из вагонов одного назначения.

Неравномерность вагонопотоков сделала невозможным сохранять план формирования поездов неизменным в течение года. Для уменьшения влияний неравномерности вагонопотоков на оптимальный план формирования предлагается месячный срок на основе использования твердых ниток графика. Такой период хорошо согласуется и с периодом действия именных графиков работы локомотивных бригад. В сегодняшних условиях необходимо более полно учитывать различные факторы, влияющие на организацию вагонопотоков, поэтому разрабатываемая методика расчета плана формирования поездов должна учитывать особенности твердого графика движения грузовых поездов.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Вопросами определения достоинства твёрдого графика движения и плана формирования грузовых поездов занимались ученые разных стран и имеются



определенные результаты в этой области [1-15]. Однако, особенности расчета плана формирования грузовых поездов в условиях твердого графика изучены в недостаточной степени.

Рассмотрим направление, состоящее из четырех технических станций: А, Б, В и Г (рис. 1). Если каждая станция будет формировать поезда отдельно по каждому назначению (струе) вагонопотоков, то схема плана формирования в четном направлении будет соответствовать графику вагонопотоков (рис. 1). Каждое поездное назначение изображается на схеме стрелкой, на которой указывается суточный вагонопоток, входящий в данное назначение. Поскольку в этом случае каждое поездное назначение включает в себя отдельную струю вагонопотоков, то все вагоны следуют без переработки в пути до станции своего назначения. При этом станция А должна формировать поезда трех назначений (АГ, АВ и АБ), станция Б – двух (БГ и БВ), станция В – одного назначения (Г), всего 6 поездных назначений, по каждому из которых накапливаются и формируются поезда. Необходимо установить на основе данных рис. 1 какие струи обязательно войдут в оптимальный вариант плана формирования и какие струи не могут быть выделены в самостоятельные назначения.

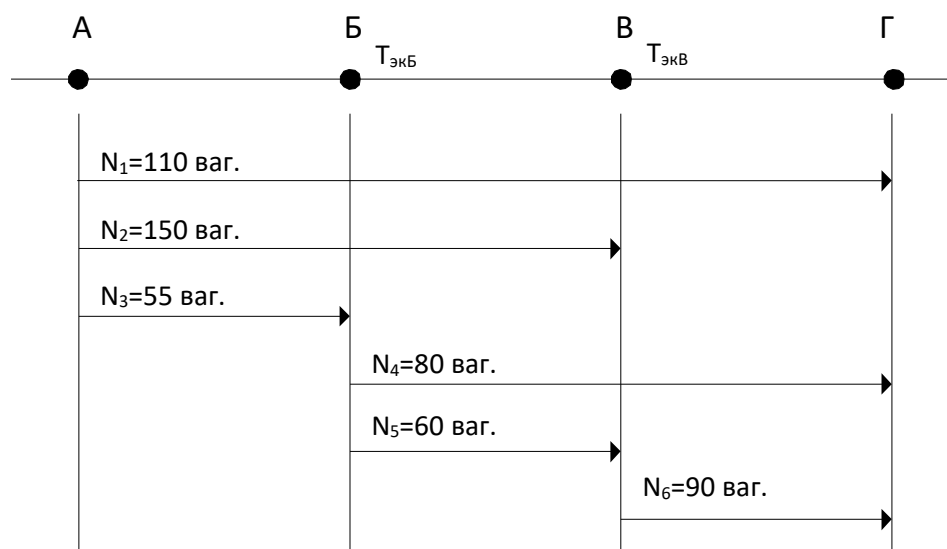


Рис. 1. Схема железнодорожного направления с четырьмя опорными станциями.

Существуют две полярные системы поездной работы железных дорог применительно к колебаниям вагонопотоков. Первая система поездной работы (гибкий график) – отправление полновесных и полносоставных поездов при непостоянстве их числа по суткам и в течение суток, которое определяется оперативным планом. Вторая система поездной работы (твердый график) – отправление ежесуточно в течение определенного периода времени постоянного числа составов поездов с различной нефиксированной их массой и длиной.

Существующие методики составления плана формирования грузовых поездов нуждаются в качественном преобразовании. В значительной степени этому может содействовать использование приемов логистики, позволяющих осуществить поставку грузов «точно в срок» с выбором оптимальных маршрутов следования. В условиях внедрения «твёрдых ниток» графика корректировка размеров вагонопотока будет заключаться в своевременном управлении погрузкой для обеспечения полновесности (полносоставности) выделенных ниток графика. Обеспечение всех ниток графика



вагонами осуществляется за счёт небольших отправок, отправок, поступающих в течение декады, или передачи вагонопотока отдельных «твёрдых ниток» на другие «твёрдые нитки» графика.

Такие решения обеспечивают: ускорение продвижения грузов, рост маршрутной скорости, сокращение объёмов сортировочной работы, что приведёт к уменьшению числа сортировочных станций и снижению себестоимости железнодорожных перевозок.

В статье все расчеты плана формирования ведется для двух варианта: гибкого и смешенного (план формирования с учетом особенности твердого графика).

Вагоно-часы экономии соответственно приняты $T_{\text{эKB}}=3,0$ ч. и $T_{\text{эKB}}=3,7$ ч. при максимальной норме формируемых составов $m_{\text{max}}=71$ ваг.

Общепринятая методика расчета суточных затрат вагоно-часов на накопление предусматривает их расчет по усредненному значению параметра накопления, одинаковому для всех назначений станции. Поскольку характер процесса накопления вагонов одного назначения может существенно отличаться от другого назначения, то такой подход чреват ошибками в расчете плана формирования. Поэтому суточные затраты вагоно-часов накопления вагонов на составы поездов одного назначения определялись по формуле [1]:

$$B_n = 12(m_{\text{max}} - m_{\text{cp}} + 2m_o), \text{ ваг.-ч.}$$

В условиях гибкого графика для определения средней величины группы вагонов, поступающих на путь накопления, предлагается использовать следующее выражение [2]:

$$m_{\text{cp}} = -0,002N^2 + 0,092N + 0,6836, \text{ ваг.}$$

А для твердого графика [3]:

$$m_{\text{cp}} = 0,02N + 4,03, \text{ ваг.}$$

За среднюю величину остатка вагонов для гибкого графика согласно исследованиям Е.А. Сотникова и ученых НИИЖТа принимаем $m_{\text{ост}} \approx m_{\text{cp}}$. А для твердого графика [3]:

$$m_{\text{ост}} = \frac{4,72 \cdot N^{0,608} \cdot e^{-\frac{1,41 \cdot \sqrt{n'} \cdot (m_{\text{max}} - m_{\text{cp}})}{N^{0,608}}}}{\sqrt{N'_{\text{сут}}}}, \text{ ваг.}$$

где n' – суточный размер движения данного назначения;

m_{cp} – средний состав поезда, определяемый по формуле:

$$m_{\text{cp}} = \frac{N}{n'}, \text{ ваг.}$$

Существуют несколько методов определения оптимального плана формирования грузовых поездов. В статье расчет оптимального плана формирования для гибкого графика произведем методом последовательного укрупнения струй вагонопотоков [4] и результаты показаны на рис. 2.

В исследовании [3], на основе предложенной в работе методики технико-экономических расчетов определены сфера применения твердого графика для отдельного назначения плана формирования в зависимости от значений среднесуточного вагонопотока (N), дальности следования поезда (L) и от отношения расчетных размеров движения поездов к графиковым (γ) и установлено, что твердый график целесообразен для размеров движения по отдельному назначению не более двух поездов в сутки при $\gamma=0,71-0,85$ в зависимости от протяженности маршрута следования (L), т.е. с увеличением



размеров движения диапазон целесообразности твердого графика уменьшается. Согласно методики [3], для условий, приведенных предыдущим примере производим расчет плана формирования в условиях организации движения грузовых поездов по твердому графику по каждому назначению.

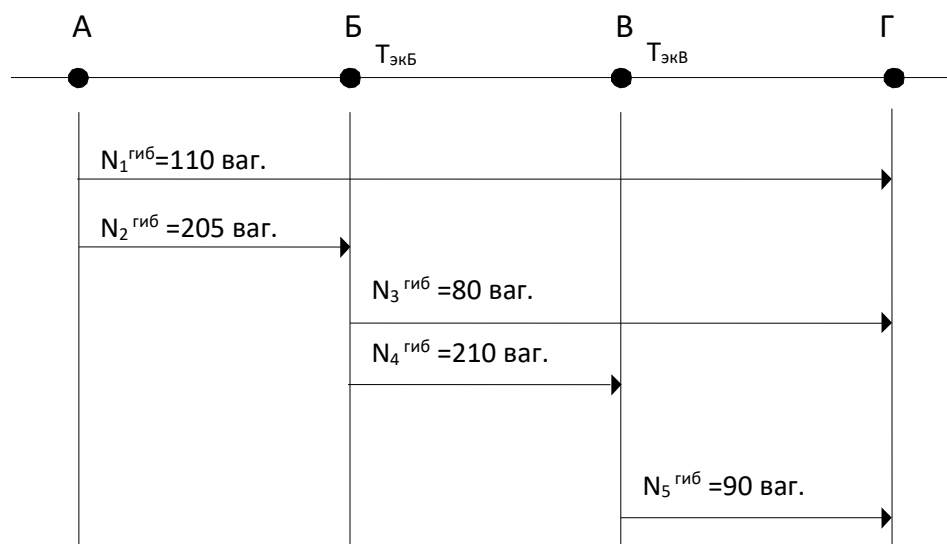


Рис. 2. Оптимальный план формирования поездов в условиях гибкого графика.

Так, например, суточный вагонопоток назначений $N_1=110$ ваг. и максимальная величина состава $m_{max}=71$ ваг. Для освоения суточного вагонопотока требуется:

$$n_{сут} = \frac{N_1}{m_{max}} = \frac{110}{71} = 1,55 \text{ поездов/сутки (п/сут)}$$

Округляя N_1 в большую сторону, получаем суточные размеры движения данного назначения $n'_1=2$ п/сут. Тогда γ будет равен:

$$\gamma_1 = \frac{n_1}{n'_1} = \frac{1,55}{2} = 0,78$$

Далее производим расчет для остальных назначений и результаты заносим в таблицу:

Назначение	Величина суточного вагонопотока	Размеры движения по назначениям плана формирования	Значение γ
N_1	110	2	0,78
N_2	150	3	0,70
N_3	55	1	0,77
N_4	80	1,5	0,75
N_5	60	1	0,85
N_6	90	2	0,64

Из таблицы видно, что кроме назначений N_2 все остальные назначения попадают диапазон применения твердого графика. Поэтому эти назначения могут выделяться на самостоятельное назначение при расчете плана формирования. Так как назначения N_2



отвечает условию выделение на самостоятельное назначения при гибком графике, то это вагоны этого назначения отправляются по гибкому графику. Тогда окончательный вид плана формирования имеет вид:

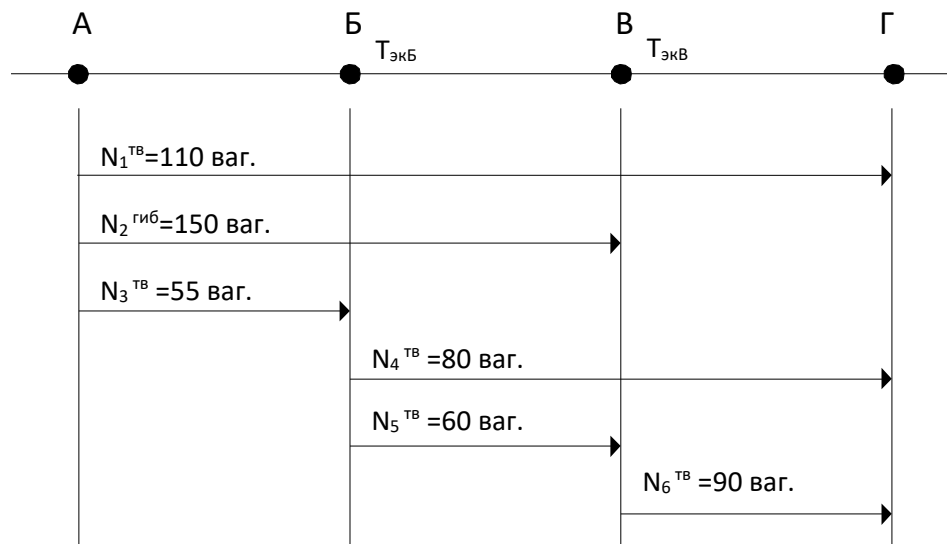


Рис. 3. Окончательный план формирования поездов с учетом особенности твердого графика

Сопоставив данные рис. 2 и 3 получим следующие результаты:

1. Сокращение переработки вагонов по станции *Б* на 150 вагонов в сутки повышает потенциал транзитности вагонопотоков с учетом особенности твердого графика движения грузовых поездов.

2. Экономия вагоно-часов от сокращения переработки вагонов на станции *Б* составляет:

$$B_{ЭК}^B = N_2 T_{ЭК}^B = 150 \cdot 3 = 450 \text{ ваг.} \cdot \text{ч}$$

3. Экономия маневрово-часов работы маневровых локомотивов от сокращения переработки на станции *Б* при продолжительности маневров по расформированию $T_p = 0,5$ ч. и по формированию $T_\phi = 1,0$ ч. составляет [5]:

$$M_{ЭК}^B = (T_p + T_\phi) \frac{N_2}{m_{\max}} = (0,5 + 1,0) \frac{150}{70} = 3,21 \text{ манев.} \cdot \text{ч.}$$

В заключении можно сказать, что расчет план формирования грузовых поездов с учетом особенности твердого графика, повышая потенциала транзитности вагонопотоков, сокращает объем переработки вагонопотоков на технических станциях, ускоряет их продвижения и экономит средства, используемые при маневровых работах. Ведь большие объемы переработки вагонопотоков и относительно небольшой рост весов поездов – результат недоиспользования потенциала транзитности. Эти цифры – показатель больших возможностей для исследования проблем уменьшения объемов переработки вагонов на технических станциях и увеличения объемов транзитного перемещения вагонопотоков на железнодорожном транспорте.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Предлагаемая методика расчёта плана формирования однопутных сквозных поездов с учетом особенности твердого графика позволила определить оптимальный вариант плана при организации вагонопотоков по назначениям.



2. Разработана методика расчёта плана формирования одногруппных сквозных поездов с учетом особенностей твердого графика, позволяющая определить оптимальный вариант плана при организации вагонопотоков по назначениям. Использование результатов работы позволит повысить транзитность поездопотоков, ускорить продвижение груза, сократить оборот вагона и в целом повысить эффективность перевозочного процесса.

3. Исследованные в работе вопросы не исчерпывают задачу совершенствования плана формирования. В частности, требуют исследования задачи оптимизации плана формирования, осваивающий твердый график постепенно, переходя от одного назначения плана формирования данной технической станции к другому.

Список литературы

1. Кудрявцев, В. А., Кукушкина, Я. В., & Суюнбаев, Ш. М. (2010). Определение суточных затрат вагоно-часов на накопление составов. Железнодорожный транспорт, 3, 29-31
2. Кукушкина Я.В. Метод обоснования гибкой нормы величины составов одногруппных технических маршрутов: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. СПб.: ПГУПС, 2011. – 16 с.
3. Суюнбаев, Ш. М. (2011). Закономерности поездообразования на технических станциях при отправлении поездов по ниткам твердого графика (Doctoral dissertation, Санкт-Петербургский государственный университет путей сообщения).
4. Кудрявцев В.А. Расчет плана формирования одногруппных технических маршрутов методом последовательного укрупнения струй вагонопотоков: учебное пособие / СПб.: ПГУПС. – 2003. – 36 с.
5. Бернгард К.А. Технические маршруты сверх плана формирования. – М.: Трансжелдориздат. – 1946. – 90 с.
6. Суюнбаев, Ш. М., Жумаев, Ш. Б., & Ахмедова, М. Д. (2020). Процесс расформирования и формирования многогруппного поезда на железных дорогах АО «Узбекистан темир йуллари». Транспорт шёлкового пути, (3), 30-38.
7. Жумаев, Ш. Б., Суюнбаев, Ш. М., & Ахмедова, М. Д. (2019). ВЛИЯНИЕ РАСПИСАНИЯ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ ПО ОТПРАВЛЕНИЮ В УСЛОВИЯХ ТВЕРДОГО ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ СОСТАВООБРАЗОВАНИЯ. Наука и инновационные технологии, (11), 25-29
8. АЙРАПЕТОВА, Г., & СУЮНБАЕВ, Ш. (2015). ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТВЕРДОГО ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ НА ГАЖК" УЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙУЛЛАРИ". In Логистика: современные тенденции развития (pp. 5-6).
9. Кудрявцев, В. А., & Суюнбаев, Ш. М. (2012). Возможность и условия применения твердого графика движения грузовых поездов на Российских железных дорогах. In Актуальные проблемы управления перевозочным процессом (pp. 43-49).
10. Суюнбаев, Ш. М. (2010). Оперативное планирование эксплуатационной работы в условиях организации движения грузовых поездов по твердому графику. Известия Петербургского университета путей сообщения, (3).
11. Суюнбаев, Ш. М., Михаева, Д. Б., & Назиров, Н. Н. (2019). АНАЛИЗ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО ПЛАНА ФОРМИРОВАНИЯ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ АО" УЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙУЛЛАРИ". In НАУКА-ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПОЗНАНИЯ МИРА (pp. 109-111).



-
12. O‘Tkir Xusenov, & Mafratxon Toxtaxodjayeva (2021). SHAHAR ATROF UCHASTKALARINING ZONALARI SONI VA O‘TKAZUVCHANLIK QOBILIYATINI ANIQLASH. Актуальные вопросы развития инновационно-информационных технологий на транспорте, 2021 , 108-113. doi: 10.47689/978-9943-7818-0-1-pp108-113
 13. Xusenov O‘Tkir O‘Ktamjon O‘G‘Li, & Toxtaxodjayeva Mafratxon Maxmudovna (2021). YO‘LOVCHI VOKZALLARI VA TO‘XTASH PUNKTLARIDA YO‘LOVCHILARGA SERVIS XIZMAT KO‘RSATISH SIFATINI OSHIRISH TARTIBI. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 1 (4), 1408-1413.
 14. Otkir Oktamjon Ogli Xusenov, Dilmurod Boxodirovich Butunov, & Shuxrat Xamroqul Ogli Boriyev (2021). SHAHAR ATROF POYEZDLARI TO'XTASH PUNKTLARINING ORALIQ MASOFALARINI ANIQLASH TARTIBLARI. Academic research in educational sciences, 2 (3), 890-896. doi: 10.24411/2181-1385-2021-00483
 15. Butunov D., Abdukodirov S., Khusenov U., & Buriyev Sh. (2021). METHODS OF IMPROVING TECHNOLOGICAL PRACTICES OF PROCESSING OF COMBINED TRAINS AT INTERMEDIATE STATIONS. The Scientific Heritage, (67-1), 39-43. doi: 10.24412/9215-0365-2021-67-1-39-43