

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОСТАВОВ ЛОКОМОТИВАМИ НА СТАНЦИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ

<https://doi.org/10.5281/zenodo.6188015>

Элбек Сирожиддинович Шерматов

ассистент, Кафедра «Системы грузоперевозок», Ташкентский
государственный университет путей сообщения. г.Ташкент.

Бозоров Рамазон Шамилович

докторант технических наук, Кафедра «Системы грузоперевозок»,
Ташкентский государственный университет путей сообщения,
г.Ташкент.

Бобоев Диёр Шомуротович

докторант технических наук, Кафедра «Системы грузоперевозок»,
Ташкентский государственный университет путей сообщения,
г.Ташкент.

Аннотация: Необходимость разработки системы обеспечения составов локомотивами на станциях формирования грузовых поездов, установление закона распределения интервалов поступления готовых составов и прибытия поездов (локомотивов) и моделирование работы системы обеспечения составов локомотивами на станциях формирования грузовых поездов.

Ключевая слова: локомотивных бригад, рабочего времени, переработки, участка обращения, временной интервал.

Для снижения простоев составов и локомотивов в пунктах оборота обычно предусматривают согласованный подвод поездов противоположных направлений по “твердому” расписанию. Однако при отправлении поезда по “твердому” расписанию одна значительная часть составов отправляется неполновесными, так как поезд по “твердому” расписанию должен отправляться независимо от количества накопившихся вагонов. Другая значительная часть составов, которая накопилась до нормы ранее времени отправления, простаивает в ожидании нитки “твердого” расписания.

Кроме того, число отправляемых полновесных составов в различные сутки и смены различны и колеблется в значительных размерах. Поэтому для охвата 93% возможных размеров движения поездов число ниток твердого расписания должно превышать средние размеры

движения на 1,5 стандартных отклонения. Для охвата 97% возможных размеров движения – на 2 стандартных отклонения. Так, например, если в среднем за смену отправляются шесть поездов, то в “твердом” графике необходимо закладывать не менее 7-8 ниток.

Таким образом, при движении грузовых поездов по «твердому» расписанию существенно увеличивается число локомотивов, необходимых для перемещения того же самого вагонопотока, снижаются и средний вес поезда, и производительность локомотивов. На соседних технических станциях, где зарождаются составы, возникают также простои поездов в ожидании “твердых” ниток графика.

Поэтому в данной работе исследована другая система обеспечения составов поездными локомотивами и бригадами (СОСЛиБ) в пункте их смены (оборота) при существующих размерах движения грузовых поездов.

Сущность рассматриваемой системы заключается в том, что локомотивами обеспечиваются ВСЕ составы, образующиеся (прибывшие и сформированные) в пункте смены за 12-ти часовой период. Для этого по оперативному плану поездной работы определяют число составов N , подлежащих обеспечению поездными локомотивами в этом периоде, и число локомотивов M , которые могут использоваться для обеспечения составов. При недостатке локомотивов для обеспечения всех составов какого-либо направления производится подсылка недостающего числа резервом в течение рассматриваемого 12-ти часового периода (рабочей смены), а при избытке локомотивов – отправление резервом соответствующего их числа.

Показатели работы такой системы могут определяться на основе моделирования процессов обеспечения составов локомотивами.

При малых размерах движения грузовых поездов локомотивы в пункт смены (оборота) поступают редко, с большими интервалами. Кроме того, интервалы между прибытиями поездов непостоянны и имеют значительные колебания. Так, например, при среднем интервале равном 2-м часам интервалы могут достигать 4-х и 5-ти часов. В свою очередь и составы, готовые к отправлению и требующие локомотивов, также образуются редко с переменными интервалами. В этих условиях при несовпадении моментов прибытия локомотивов и готовности составов возникают простои и тех, и других в ожидании друг друга. Те же составы, которым в течение рабочей смены (12 часов) не

достанутся локомотивы, простаивают в процессе их ожидания недопустимо длительное время.

Прибывшие в расформирование поезда поступают в приемо-отправочный парк, в котором обычно работает одна технологическая линия (бригада работников ПТОВ). При обработке составов одной бригадой её работу можно рассматривать как функционирование одноканальной системы массового обслуживания (СМО), входящим потоком в которую является поток обрабатываемых поездов, а временем обслуживания в ней – продолжительность операций по обработке состава.

Величина параметра l , характеризующего степень неравномерности поступления поездов к бригаде ПТОВ, зависящая от среднего интервала I между поездами и дисперсии δ_I^2 этого интервала, определяется по формуле (2.1)

$$l = 1/C_I^2 = I^2/\delta_I^2$$

Часовая интенсивность потока грузовых (разборочных и транзитных вместе) поездов с i -го подхода рассчитывается:

$$\lambda_i = N_i/24. \quad (2.2)$$

При малых размерах движения грузовых поездов, в среднем до $N_i = 12$ пар в сутки, часовая интенсивность равна $\lambda_i = 0.5 < 0.7$. В таком случае параметр l_i определяется по графику $l_i = f(\lambda_i, D[\lambda_i])$. При этом

$$D[\lambda_i] = \lambda_i(1 - \lambda_i/d_i) \quad (2.3)$$

где d_i - наибольшее число грузовых поездов, поступающих с i -го подхода за 1 ч., определяется в зависимости от λ_i .

Если $\lambda_i = 0.5 - 0.7$, то $d_i = 2$.

Тогда $D[\lambda_i] = 0.375$, а параметр входящего потока поездов (локомотивов) $l_i \approx 2.5 \div 3$.

Значение параметра выходящего от бригады ПТОВ потока готовых составов l_c определяется по вероятностям состояний одноканальных систем массового обслуживания в зависимости от средней загрузки бригады ПТОВ Ψ_{σ} , параметра времени обработки состава бригадой k_{σ} и параметра входящего потока l_i . Таким образом, параметр выходящего потока равен:

$$l_c = f(l_i, k_{\sigma}, \Psi_{\sigma}). \quad (2.4)$$

Параметр времени обработки состава бригадой $k_{\bar{o}}$ равен:

$$k_{\bar{o}} = (k_{zp} - k_1) / 2, \quad (2.5)$$

где k_{zp} - параметр времени обработки своей части состава группой;

k_1 - параметр времени обработки бригадой первого после перерыва в её работе состава [31].

Параметр k_{zp} приближенно выражается через среднее и минимальное значение следующим способом:

$$k_{zp} = \left(1 - \frac{\tau_{min}}{\tau_{cp}}\right)^{-2}, \quad (2.6)$$

где τ_{min} - минимальное время на обработку одного физического вагона одной группой бригады ПТОВ, $\tau_{min} \approx 0.5$ мин;

τ_{cp} - среднее время на обработку одного физического вагона одной группой бригады ПТОВ, $\tau_{cp} \approx 1 \div 1.2$ мин.

При среднем числе групп в бригаде ПТОВ до трёх - $k_{\bar{o}} = 5 \div 6$ [31].

Исходя из средней загрузки бригады ПТОВ $\Psi_{\bar{o}} = 0.70 \div 0.75$, параметра времени обработки состава бригадой $k_{\bar{o}} = 5 \div 6$ и параметра входящего потока поездов $l_i \approx 2.5$, определяем, что параметр выходящего потока из такой одноканальной системы $l_c \approx 2.5 \div 3$, что характеризует соответствующую степень неравномерности поступления составов в систему обеспечения составов локомотивами и локомотивными бригадами.

Графическая модель работы системы обеспечения составов локомотивами (СОСЛ) представлена на рисунке 2.1.

Для построения графической модели работы СОСЛ необходимо:

а) Образовать близкие к реальным потоки составов и локомотивов за каждую смену (12 часов), в течение 30 – 100 суток.

б) Определить избыток и недостаток локомотивов за каждый 12-часовой период и принять решение об отправлении или подсылке локомотивов резервом из расчета обеспечения локомотивами всех составов (локомотивы «подвязываются» к составам).

На основе построения модели определяются следующие показатели работы СОСЛ:

- среднее число прибывших за смену с составами локомотивов (\bar{M});

- среднее число отправленных за смену поездов (\bar{N});
- разность числа прибывших и отправленных локомотивов за смену ($\Delta\bar{M}$):
- среднее число локомотивов, прибывших за смену резервом ($\bar{M}_{рез}^{проб}$);
- среднее число локомотивов, отправившихся за смену резервом ($\bar{M}_{рез}^{отпр}$);
- общее число локомотивов, отправленных за смену (M_o);
- число составов, стоявших в ожидании локомотивов ($N_{ож}$);
- доля составов, стоявших в ожидании локомотивов (β_c);
- число локомотивов, стоявших в ожидании составов ($M_{ож}$);
- доля локомотивов, стоявших в ожидании составов (β_l);
- средний простой составов в ожидании локомотивов в течение смены (\bar{t}_c), мин.;
- средний простой локомотивов в ожидании составов в течение смены (\bar{t}_l), мин.

Моделирование на ЭВМ производится с целью автоматизации получения показателей работы системы обеспечения составов локомотивами на станциях с малыми размерами движения грузовых поездов.

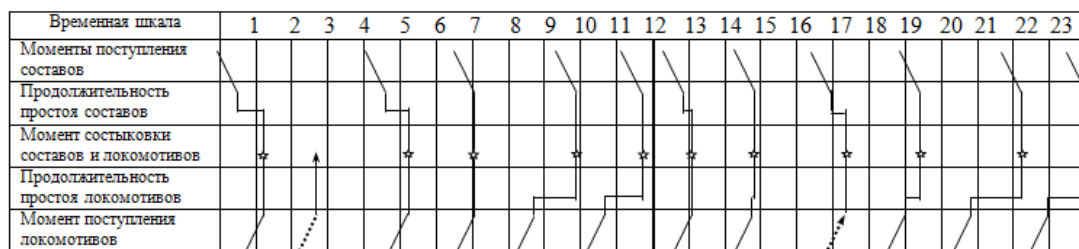
1) На первом этапе моделирования определяются начальные условия и задаются их значения. Начальными условиями для СОСЛ является:

- количество составов, образующихся за смену N ;
- количество локомотивов, образующихся за смену M .

2) Задается условие (2.7) для определения количества составов $N_{об}$, которые могут обеспечиваться за данную смену локомотивами.

$$N_{об} = \begin{cases} M, & \text{при } (N - M) > 0; \\ N, & \text{при } (N - M) \leq 0. \end{cases} \quad (2.7)$$

3) Определяется необходимость подсылки или отправления локомотивов резервом. Процесс назначения (прибытия или отправления) локомотива определяется двумя способами: «подсылка резервом» и «отправление резервом». При «подсылке резервом» выполняется условие $(M - N) < 0$, а при «отправлении резервом» - условие $(M - N) > 0$.



Условные обозначения:

- / - поступление составов и локомотивов на станцию;
- * - момент состыковки локомотива с составом;
- ↑ - отправление избыточного за смену локомотива резервом;
- ↗ - подсылка недостающего за смену локомотива резервом.

Рисунок 2.1 – Графическая модель СОСЛ на станциях с малыми размерами движения грузовых поездов

Например:

Генерируются случайные числа и по интегральной функции (рисунок 2.2) определяются временные интервалы образования составов I_c и поступления локомотивов I_l , в часах (таблицы 2.1 и 2.2).

Таблица 2.1

Определение интервалов времени образования составов

Случайное число	Интервал времени образования составов I_c , ч.	Моменты времени последовательного образования составов от начала смены, t_{ci} , ч:МИН.
0,0013	0,0271	0:02
0,1933	0,8058	0:50
0,5850	1,9676	2:48
0,3503	1,2361	4:30
0,8228	3,1558	7:39
0,1741	0,7518	8:24
0,7105	2,4896	10:53

Таблица 2.2

Определение интервалов времени поступления локомотивов

Случайное число	Интервал времени прибытия локомотивов I_l , ч.	Моменты времени последовательного прибытия локомотивов от начала смены, t_{li} ,
-----------------	--	--

		Ч:МИН.
0,5317	1,7819	1:47
0,6018	2,0294	3:49
0,1662	0,7295	4:33
0,4508	1,5262	6:05
0,0571	0,3817	6:28
0,7833	2,8873	9:21

Процесс функционирования рассматриваемой системы обеспечения составов поездными локомотивами исследован путём моделирования её работы, с использованием ЭВМ за период 300 рабочих смен, при средних значениях $M=5,6$ локомотива и $N=5,6$ состава за смену. Результаты моделирования использованы для выявления закономерностей и зависимостей, позволяющих определять показатели работы исследуемой СОСЛиБ.

Результаты графического моделирования системы обеспечения составов локомотивами за период 60 смен и моделирования на ЭВМ за период 300 смен приведены в таблице 2.3 .

Таблица 2.3

Сравнение показателей и параметров работы системы обеспечения составов локомотивами и локомотивными бригадами, определённых при помощи графического моделирования и моделирования на ЭВМ

Наименование показателей	Величина показателей	
	Графическое моделирование (за 60 смен)	Моделирование на ЭВМ (за 300 смен)
Среднее число отправленных за смену составов (N)	5,20	5,57
Среднее число локомотивов (M), прибывших за смену с составами	5,30	5,60
Дисперсия числа составов, отправленных за смену ($\Delta[N]$)	1,79	2,32
Дисперсия числа локомотивов, прибывших за смену ($\Delta[M]$)	1,34	2,05
Разность числа прибывших и	0,10	0,03

отправленных составов (ΔM)		
Дисперсия разности числа прибывших и отправленных составов ($\Delta[\Delta M]$)	3,39	4,41
Среднее число локомотивов, прибывших за смену резервом ($M_{рез}^{пр}$)	0,73	0,83
Среднее число локомотивов, отправленных за смену резервом ($M_{рез}^{от}$)	0,83	0,86
Общее число локомотивов, отправленных за смену (M_o)	6,03	6,43
Суммарное число составов, отправленных за все смены	312	1671
Из них стояли в ожидании локомотивов	134	735
Доля составов, стоявших в ожидании локомотивов (β_c)	0,370	0,440
Число локомотивов, стоявших в ожидании составов	134	728
Доля локомотивов, стоявших в ожидании составов (β_{λ})	0,370	0,436
Средний простой составов в ожидании локомотивов, мин. (t_c)	98,5	76,6
Средний простой локомотивов в ожидании составов, мин. (t_{λ})	89,6	83,2
Суммарные (за все смены) сос-ч простоя в ожидании локомотивов, ($\sum Nt$)	220	1009
Суммарные (за все смены) лок-ч простоя в ожидании составов, ($\sum Mt$)	200	939

Выводы

Разработана и исследована новая система обеспечения составов поездными локомотивами в пункте их смены (оборота) при малых размерах движения грузовых поездов с помощью графического моделирования (за 60 смен), а так же моделирования на ЭВМ (за 300 смен).

Установлено, что за смену число образовавшихся составов и прибывших локомотивов распределяется по нормальному закону. Распределение разности прибывших локомотивов и образовавшихся составов также подчиняется нормальному закону.

С учетом этого разработана методика для моделирования работы системы обеспечения составов локомотивами на основе выбора оптимальных вариантов «состыковок» составов и локомотивов по минимальной сумме разности времени их прибытия. В результате предложена методика определения количественных и качественных показателей работы системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Саидивалиев Ш.У., Бозоров Р.Ш, Шерматов Э.С. Kinematic characteristics of the car movement from the top to the calculation point of the marshalling hump: E3S Web of Conferences 264, 05008 (2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126405008>, CONMECHYDRO - 2021
2. Boboev D.Sh., Bozorov R.Sh., Shermatov E.S. Choose types of transport and improve their cooperation in the process of delivery of cargo/ *Ekonomika i sotsium*. №5 (84) 2021. [2]
3. J.A.Shixnazarov, D.Sh.Boboev. Analysis of the process of transportation of goods by rail // Republican Scientific-Practical Conference No 14 "Development of modern education and creative ideas, proposals and solutions" Tashkent, 2021
4. Shihnazarov J.A., Boboev D.Sh., Shermatov E.S. "Investigation of the longitudinal forces acting during the transportation of flat cargo on sites in the road profiles, where there is a slope of railway transport". ICPPMS-2021.
5. J.A.Shixnazarov, D.Sh.Boboyev. Analysis of the efficient use of wagons in the delivery of goods by rail, *Academic research in educational sciences volume 2 | issue-5 | 2021*
6. Саидивалиев Ш.У. Новая методика расчёта времени и скорости вагона при его движении на участке первой тормозной позиции сортировочной горки при воздействии встречного ветра / Ш.У. Саидивалиев, Р.Ш. Бозоров, Э.С. Шерматов // *Вопросы Устойчивого Развития Общества*. 2021, №6. С. 575-586.
7. Saidivaliev Sh.U., A new method of calculating time and speed of a carriage during its movement on the section of the first brake position of a marshaling hump when exposed headwind / Sh.U. Saidivaliev, R.Sh. Bozorov, E.S. Shermatov // *STUDENT eISSN: 2658-4964*. 2021, №9.

