

УДК 004

***ВЫБОР СХЕМЫ ПРОКЛАДКИ СБОРНЫХ ПОЕЗДОВ НА УЧАСТКЕ
ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ***

Трунева К.Н.¹

студент,

Российский университет транспорта,

Москва, Россия

Балакин Д.С.

студент,

Российский университет транспорта,

Москва, Россия

Аннотация

В статье рассмотрены размеры погрузки и выгрузки станций заданного участка подразделения железной дороги, определен баланс порожних вагонов для обеспечения погрузки, определены потребные размеры сборных поездов и выбран рациональный вариант схемы прокладки сборных поездов на графике с оценкой денежных затрат, связанных с организацией местной работы на участке.

Ключевые слова: Местная работа, сборный поезд, промежуточные станции, погрузка-выгрузка, схема прокладки, затраты, простой.

***CHOOSING A SCHEME FOR PLACING COMBINED TRAINS ON A
SECTION OF A RAILWAY DIVISION***

Truneva K.N.

student,

Russian University of Transport,

¹ Научный руководитель: к.т.н., доцент Бородина Е.В., Российский университет транспорта, Москва, Россия.
k.t.n. docent, Borodina E.V., Russian University of Transport, Moscow, Russia.

Moscow, Russia

Balakin D.S.

student,

Russian University of Transport,

Moscow, Russia

Abstract

The article considers the sizes of loading and unloading stations of the given section of the division of the railway, the balance of empty cars to ensure loading is determined, the required sizes of composite trains are determined and the rational variant of the scheme of laying of the composite trains on the schedule with an assessment of the monetary costs associated with the organization of local work on the section is chosen.

Keywords: Local work, composite train, intermediate stations, loading-unloading, scheme of laying, costs, downtime.

Введение.

Повышение эффективности грузоперевозок, адаптация их к современным экономическим требованиям, снижение сроков доставки грузов, делает организацию работы сборного поезда и развоза местного груза на участках подразделений железных важной и своевременной задачей в области транспортной логистики.

Сборный поезд - это железнодорожный состав, сформированный из отдельных вагонов или групп вагонов разной принадлежности и разного назначения (отцепляемых и прицепляемых), следующих с промежуточных станций участка в одном направлении.

Основная цель формирования сборных поездов - консолидировать разрозненные небольшие партии грузов от разных грузоотправителей для

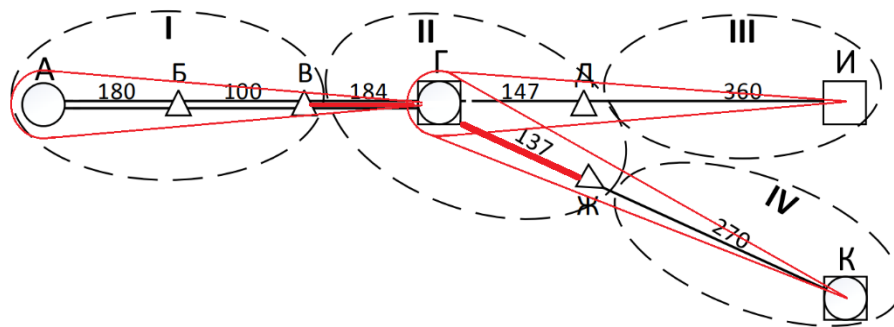
совместной перевозки по одному маршруту от одной технической станции до другой разным грузополучателям. Это позволяет рационально использовать провозные возможности железных дорог и снижает себестоимость доставки грузов.

Развоз местного груза - это комплекс мер, направленных на выполнение плана погрузки и норм выгрузки. Для них необходимо разработать порядок доставки вагонов с местным грузом на станции и обеспечить погрузку порожними вагонами. Доставленные на станции вагоны должны быть своевременно поданы под грузовые операции и после них убраны и отправлены по назначению. Правильная организация местной работы требует определения объемов работы, установления порядка продвижения вагонов по участку, знания условий работы промежуточных станций участка, подъездных путей необщего пользования и их взаимодействия с другими видами транспорта.

Местная работа на железнодорожном участке призвана обеспечить: развоз вагонов под погрузку и выгрузку на промежуточные станции; сбор, формирование и отправление погруженных вагонов и порожних вагонов после выгрузки; организацию движения поездов, обеспечивающих выполнение грузовых операций на промежуточных станциях.

Основная часть.

Рассмотрим полигон железной дороги А-И-К (рисунок 1), состоящий из четырех структурных подразделений (I, II, III, IV); двухпутных участков А-Б, Б-В, В-Г и однопутных – Г-Д, Д-И, Г-Ж, Ж-К; технических станций – А, Б, В, Г, Д; 180, 100, 184 и т.д. – расстояния железнодорожных участков в километрах.



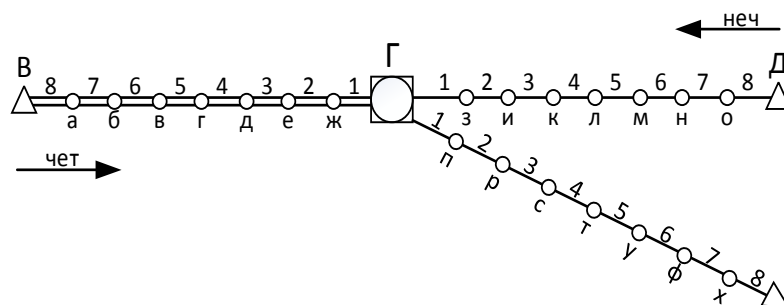
Условные обозначения к рисунку 1:

- – основное депо – депо приписки поездных локомотивов;
- – пункт оборота – оборотное депо поездных локомотивов;
- △ – пункты технического и коммерческого осмотра вагонов и смены локомотивных бригад;
- (dashed) – границы структурных подразделений.

На станции Г размещается основное депо для локомотивов направления А-Г и оборотное – для локомотивов направлений Г-И и Г-К

Рисунок 1 – Схема расчетного железнодорожного полигона А-И-К [источник: разработано авторами статьи с учетом 1]

На рисунке 2 представлено расположение промежуточных станций на подразделении В-Г-Д-Ж.



Условные обозначения к рисунку 2:

а,б,в,г,д ... – промежуточные станции; 1,2,3,4... – номера перегонов

Рисунок 2 – Схема расположения промежуточных станций на участках подразделения II (В-Г-Д-Ж) [источник: 1]

Варианты способов обслуживания зависят от количества сборных поездов и размеров погрузки-выгрузки на промежуточных станциях.

Намечаются варианты (рисунок 1) обслуживания, которые отличаются тем, что в одном из них сборные поезда останавливаются на всех промежуточных станциях участка (А-Д) (вариант 1), а в вариантах 2) и 3) - только на опорных станциях с применением диспетчерских локомотивов, в варианте 4) используются разъездные маневровые локомотивы.

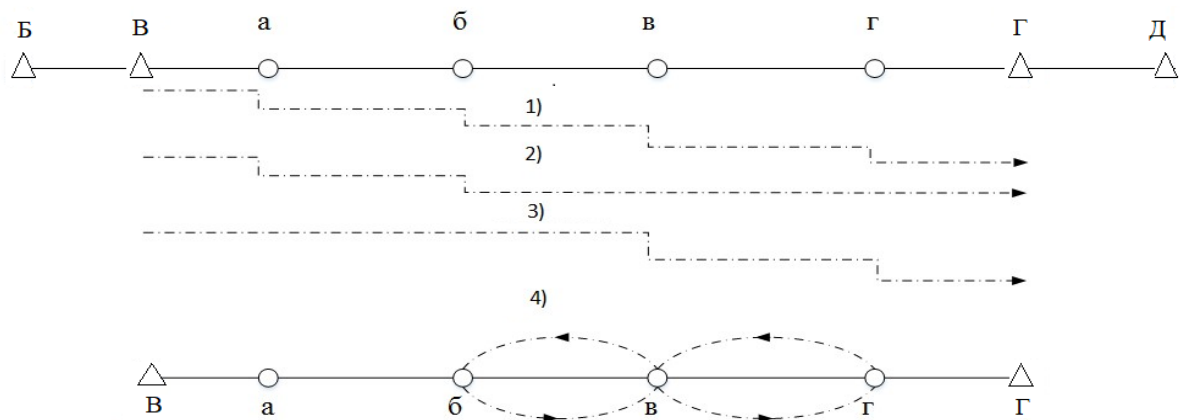


Рисунок 3 – Пример способов обслуживания промежуточных станций (а, б, в, г) участка В-Г местными поездами (сборными и вывозными) [источник, 2]

На эффективность различных способов организации местной работы, показанных на рисунке 3, влияют следующие технико-экономические показатели, согласно [2]:

1) простой вагонов под накоплением на станциях формирования (на начальных станциях участка) сборных поездов;

- 2) простой местных вагонов на промежуточных станциях участка; затраты вагоно-часов на станциях и в пути следования при продвижении вагонов со сборными, вывозными, участковыми поездами и диспетчерскими локомотивами;
- 3) затраты локомотиво-часов в движении с поездами и в резервном пробеге, а также поездных и маневровых локомотивов (в том числе и диспетчерских) на промежуточных станциях;
- 4) потребный парк поездных, вывозных, диспетчерских и маневровых локомотивов;
- 5) продолжительность непрерывной работы локомотивных и кондукторских бригад по сопровождению сборных поездов;
- 6) эксплуатационные расходы, включающие затраты на передвижение и простой вагонов и локомотивов, а также стоимость маневровой работы на промежуточных станциях.

Определение погрузки и выгрузки и баланса порожних вагонов.

Размеры местной работы участка полигона подразделения определяются планом перевозок и регулировочным заданием по подаче на данное подразделение вагонов под погрузку и отправлению порожних вагонов после выгрузки. В целях установления размеров местной работы необходимо определить погрузку и выгрузку по всем промежуточным станциям, а также избыток и недостаток порожних вагонов, выгрузка минус погрузка. Для этого на станциях составляют баланс порожних вагонов (таблица 1).

Таблица 1 – Размеры грузовой работы и баланс порожних вагонов на участке Г-Д

Станция	Погрузка, ваг				Выгрузка, ваг				Баланс порожних	
	Четное		Нечетное		Четное		Нечетное		Избыток	Недостаток
	ваг	%	ваг	%	ваг	%	ваг	%		
з	0	–	2	10	0	–	10	10	+0/8	
и	21	20	0	–	8	20	20	20	+0/7	
к	21	20	4	20	8	20	20	20	+0/3	
л	26	25	4	20	10	25	0	–		-0/20
м	0	–	2	10	0	–	26	25	+0/24	
н	26	25	6	30	8	20	0	–		-0/24
о	11	10	2	10	6	15	26	25	+0/19	
Итого	105	100	20	100	40	100	102	100	+0/61	-0/44
Баланс									+0/17	

На основании данных баланса порожних вагонов и направления их следования разрабатываем схему (рисунок 4), исходя из достижения наименьшего пробега вагонов, недопущения встречного пробега однотипных вагонов и в соответствии с регулировочным заданием по сдаче порожняка.

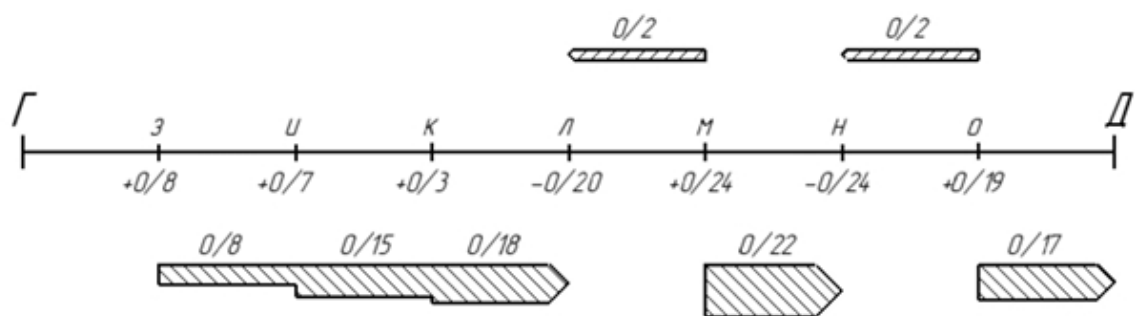


Рисунок 4 – Схема следования порожних вагонопотоков на участке Г-Д
[источник: разработано автором статьи Д.С. Балакин]

Погрузка, выгрузка и баланс порожних вагонов на промежуточных станциях определяют работу этих станций по прицепке и отцепке вагонов и

общие размеры вагонопотоков по перегонам и по каждому направлению движения. Для наглядности по результатам таблицы 1 строится диаграмма местных вагонопотоков в чётном и в нечётном направлениях (рисунок 5).

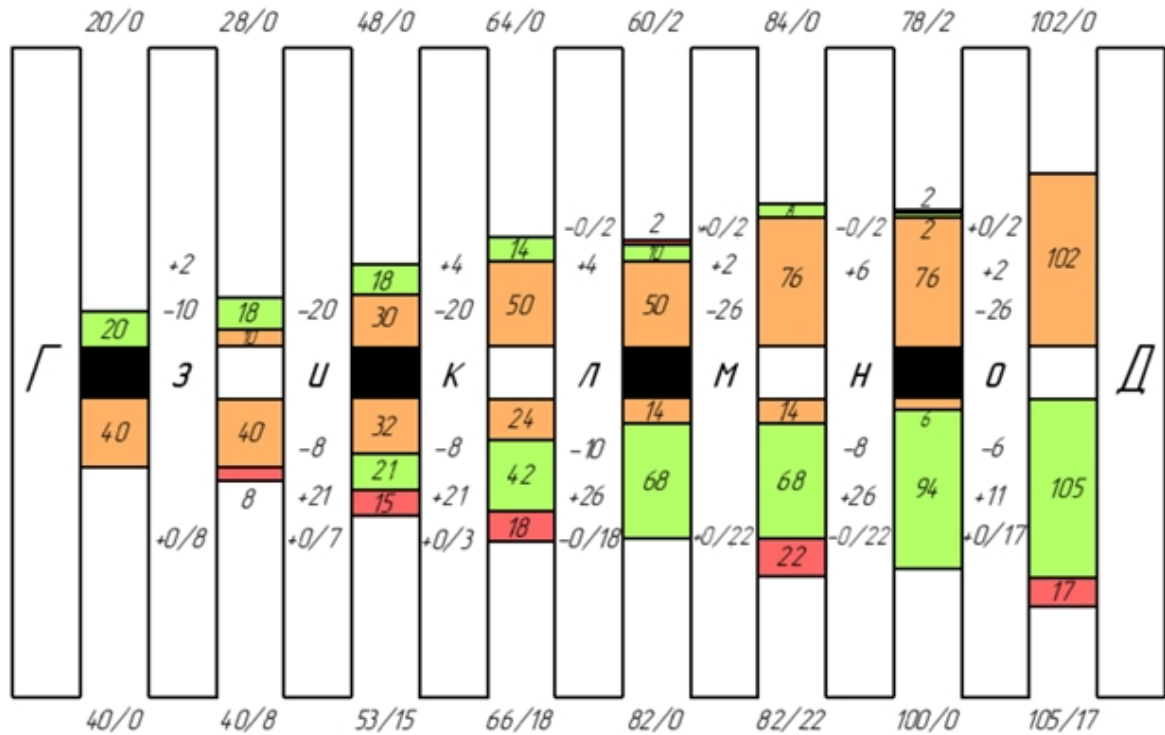


Рисунок 5 – Диаграмма местных вагонопотоков на участке Г-Ж
[источник: разработано автором статьи Д.С. Балакин]

Выбор схемы прокладки сборных поездов.

Взаимное расположение ниток сборных поездов на поле графика движения [3] выбирают с учетом направления прибытия и отправления преобладающего потока местных вагонов и интервалов времени, необходимых для выполнения грузовых операций на промежуточных станциях. При наличии нескольких конкурентоспособных вариантов составляют планы-графики местной работы участков, по которым подсчитывают простои местных вагонов на каждой промежуточной и

участковой станции. Сборные поезда на графике должны быть расположены так, чтобы обеспечивалось минимальное время нахождения местных вагонов на участке.

Схему *I* (рисунок б) применяют, когда размер вагонопотока, прибывающего на участок со стороны станции Д (в нечетном направлении) **n1** (включающего грузенные вагоны под выгрузку на станциях «т», «р», «с», «п» и порожние вагоны под погрузку на указанных станциях), и отправляемого с этого участка в сторону станции Ж (в четном направлении) **n4** больше вагонопотока, поступающего со стороны станции Б **n2** и отправляемого с участка в нечетном направлении **n3**, т.е. **n1 + n4 > n2 + n3**.

На станции Г интервал между прибытием поезда №3401 и отправлением поезда №3402 должен быть не менее времени, необходимого для выполнения грузовых операций на промежуточных станциях участка $t_{гр}$.

Схема *II* применяется при следующем соотношении четного и нечетного вагонопотоков: **n1 + n4 < n2 + n3**.

Схема *III* применяется в случаях, когда местные вагонопотоки, следующие по участку в четном и нечетном направлениях практически одинаковы: **n1 + n4 = n2 + n3**.

В реальных условиях количество возможных комбинаций расположения сборных поездов может быть увеличено.

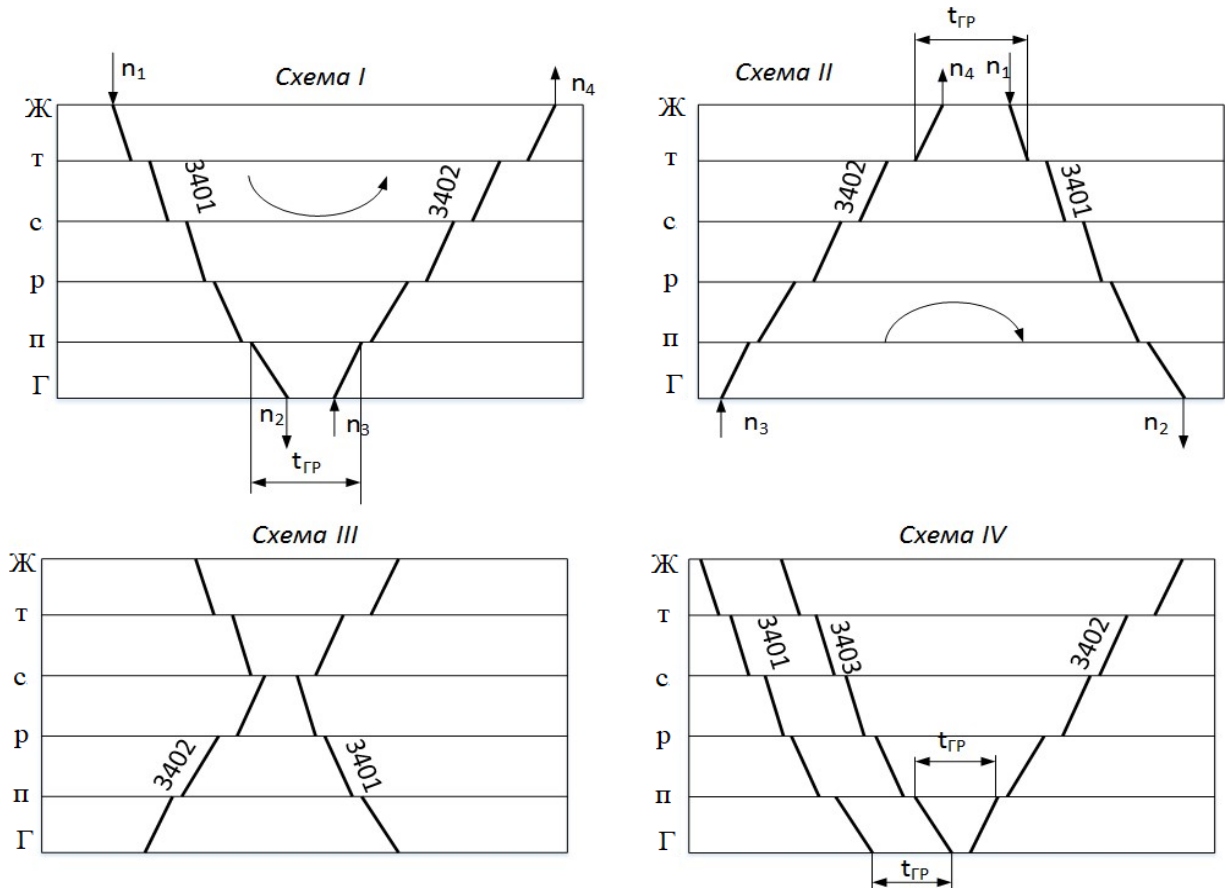


Рисунок 6 – Возможные схемы прокладки сборных поездов на участке Г-Д
[источник: 2]

Схема IV применяется, когда основная часть вагонов поступает на промежуточные станции в нечетном направлении и следует далее в том же направлении.

Для заданного вагонопотока на участке Г-Ж будет применяться схема прокладки II, поскольку соотношении четного и нечетного вагонопотоков: $n_1 + n_4 < n_2 + n_3$.

Определение числа сборных поездов.

Число сборных поездов зависит от мощности местного вагонопотока на участке и заданной величины состава сборного поезда. Количество сборных поездов определяется отдельно для чётного и не чётного направлений по диаграмме местных вагонопотоков (рисунок 5).

Число местных поездов в каждом направлении $N_{\text{СБ}}$ по каждому перегону с учетом ограничения по заданной величине состава сборного поезда рассчитывается по формуле (1):

$$N_{\text{СБ}} = \frac{n_{\text{ГР}} + n_{\text{ПОР}}}{m_{\text{СБ}}}, \text{ поездов,} \quad (1)$$

где $n_{\text{ГР}}$, $n_{\text{ПОР}}$ – соответственно грузный и порожний вагонопоток на рассматриваемом перегоне, ваг.;

$m_{\text{СБ}}$ – количество вагонов в составе сборного поезда, ваг.

Для участка Г-Д: $m_{\text{СБ}} = 45$ вагонов.

Расчет числа сборных поездов для обслуживания местной работы на участке Г-Д сведен в таблицу 2.

Таблица 2 – Расчет числа сборных поездов для обслуживания местной работы на участке Г-Д

Перегоны участка Г-Д	Четное направление			Нечетное направление		
	$n_{\text{ГР}}$, ваг.	$n_{\text{ПОР}}$, ваг.	$m_{\text{СБ}}$, поездов	$n_{\text{ГР}}$, ваг.	$n_{\text{ПОР}}$, ваг.	$m_{\text{СБ}}$, поездов
Г-з	40	0	1	20	0	1
з-и	40	8	1	28	0	1
и-к	53	15	2	48	0	1
к-л	66	18	2	64	0	2
л-м	82	0	2	60	2	2
м-н	82	22	3	84	0	2
н-о	100	0	3	78	2	2
о-Д	105	17	3	102	0	3

Для обслуживания местной работы на участке Г-Д требуется 3 пары сборных поездов.

Схема прокладки сборных поездов на участке Г-Д приведена на рисунке 6.

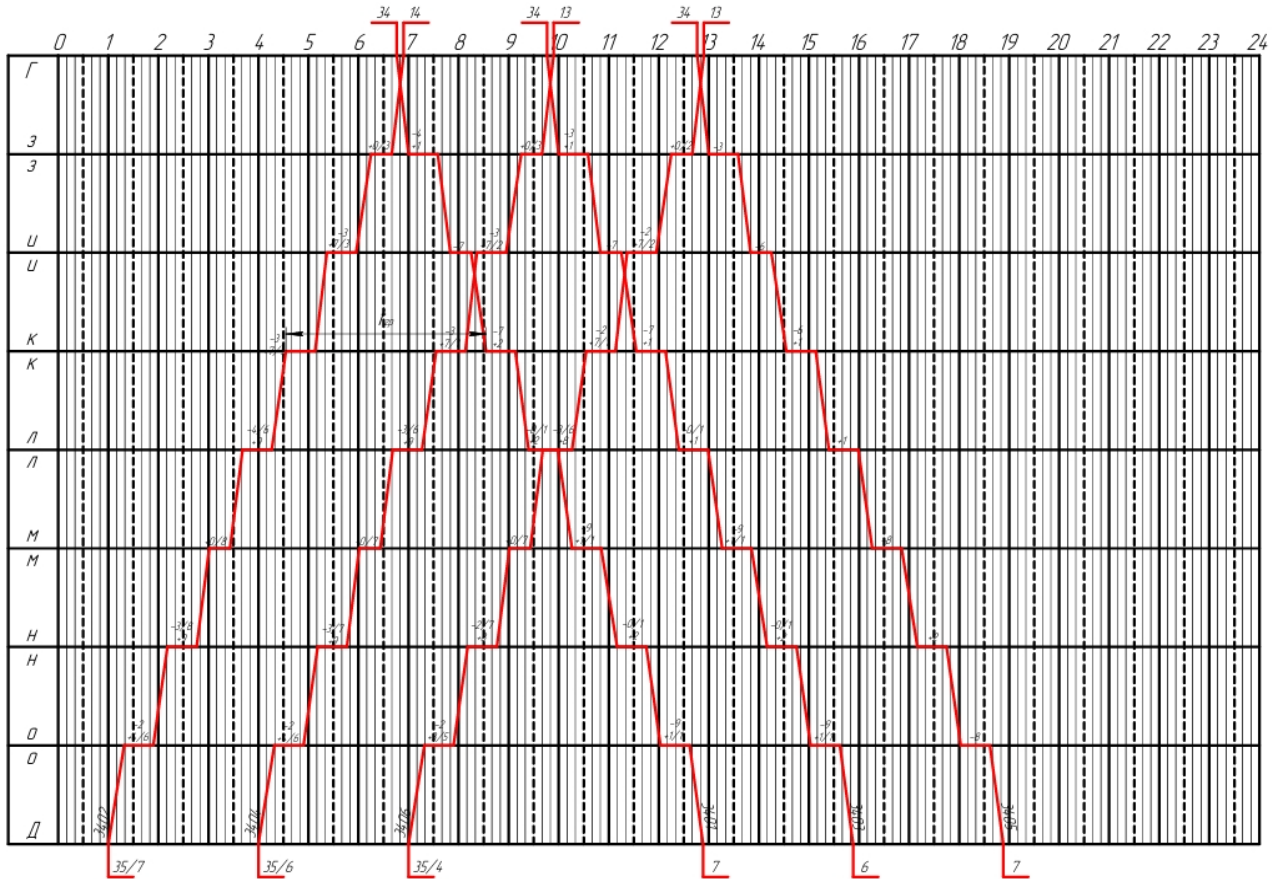


Рисунок 6 – Схема прокладки трех четных и трех нечетных сборных поездов в графике движения поездов на участке Г-Д подразделения II направления железной дороги

[источник: разработано автором статьи Д.С. Балакин]

Результаты расчетов.

Для построенной схемы прокладки сборных поездов (рисунок 6) выполнен расчет вагоно-часов простоя местных вагонов, представленные в таблице 2 и произведен расчет основных показателей организации местной работы по методике [4].

Таблица 2 – Расчет вагоно-часов простоя местных вагонов на участке Г-Д

Станция	Прибытие			Отправление			Время простоя, час	Вагоно-часы простоя	Кол-во грузовых операций	K _{содв}	Среднее время простоя, час	
	№ поезда	t _{пр}	n _{отп}	№ поезда	t _{отп}	n _{приц}					Местного вагона	На 1 груз. операции
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
о	3402	6-00	–	3402	6-25	–	–	–	–	1,41	13,98	9,91
	3404	9-50	–	3404	10-15	–	–	–	–			
	3406	13-50	-6/0	3406	14-15	–	–	–	–			
				3401	16-22	+0/2	26,53	185,71	6			
	3401	15-57	–	3402	6-25	+0/4	16,6	116,2	–			
				3401	16-22	–	–	–	–			
	3403	19-57	-13/0	3403	20-22	–	–	–	–			
				3401	16-22	+2/0	20,5	143,5	15			
	3405	23-57	-13/0	3404	10-15	+11/0	14,3	100,1	11			
				3405	0-22	–	–	–	–			
Итого:			32		32	6,5	45,5	13				
н	3402	5-12	-0/22	3402	5-37	–	–	–	–	1,19	21,56	18,12
				3404	9-27	+9/0	4,25	29,75	9			
				3406	13-27	+9/0	8,25	57,75	9			
				3401	17-27	+2/0	12,25	85,75	2			
	3404	8-52	-4/0	3404	9-27	+4/0	24,6	172,2	8			
	3406	12-52	-4/0	3406	13-27	+4/0	24,6	172,2	8			
Итого:			32		32	24,6	172,2	2				
м	3402	4-28	–	3402	4-53	–	–	–	–	1,08	19,64	18,19
				3401	17-50	–	–	–	–			
	3403	21-05	-13/0	3403	21-30	–	–	–	–			
				3402	4-53	+0/11	7,8	54,6	13			
	3405	1-05	-13/0	3401	18-15	+2/0	21,17	148,19	2			
				3405	1-30	–	–	–	–			
Итого:			3402	4-53	+0/11	26,8	187,6	13				
			3401	18-15	+0/2	17,17	120,19	–				
л	3402	3-41	-0/18	3402	4-06	–	–	–	–	1,33	22,87	17,2
				3404	8-11	+8/0	4,5	31,5	8			
				3406	12-11	+8/0	8,5	59,5	8			
				3401	19-21	+2/0	15,67	78,35	2			
	3404	7-36	-5/0	3404	8-11	+5/0	24,6	172,2	10			
	3406	11-36	-5/0	3406	12-11	+5/0	24,6	172,2	10			
Итого:			30		30	24,6	172,2	2				
к	3402	2-56	–	3402	3-21	–	–	–	–	1,89	25,88	13,69
				3404	7-16	+4/0	24,6	172,2	8			
	3401	19-43	-10/0	3406	11-16	+4/0	24,6	172,2	8			
				3401	20-18	+4/0	24,6	172,2	14			
	3403	22-13	-10/0	3404	7-16	+6/0	11,55	80,85	6			
				3403	22-38	–	–	–	–			
Итого:			28		28	5,13	35,91	–				
н	3402	2-11	–	3402	2-36	–	–	–	–	2	27,46	13,73
				3404	5-46	-4/0	3404	5-21	+4/0			
	3403	23-02	-10/0	3406	10-21	+4/0	24,6	172,2	8			
				3403	23-27	–	–	–	–			
	3405	2-37	-10/0	3404	5-21	+6/0	6,32	44,24	12			
				3402	2-36	+0/4	27,6	193,2	8			
	Итого:			3405	3-02	–	–	–	–			
				3406	10-21	+7/0	7,73	54,11	14			
3402	2-36	+0/3	23,98	167,86	6							
з	3402	1-24	–	3402	1-49	–	–	–	–	2	20,55	10,28
				3401	21-39	+2/0	24,6	172,2	4			
Итого:			10		10	4,75	33,25	16				
Всего			$\sum n_m = 186$			$\sum n_m = 186$		$\sum nt = 4060,86$			21,83	

Согласно [5] средний простой местного вагона для участка Г-Д будет равен:

$$t_{\text{м}}^{\text{ср}} = \frac{4060,86}{186} = \mathbf{21,83 \text{ час.}}$$

Средний простой местного вагона, отнесенный на одну грузовую операцию для участка Г-L, равен:

$$t_{\text{ГР}} = \frac{4060,86}{186 + 186} = \mathbf{10,9 \text{ час.}}$$

Денежная оценка затрат, связанных с организацией местной работы со сборными поездами на участке определяется по формуле (2):

$$\text{Э} = \left(\sum nt \cdot e_{\text{в-ч}} + \sum Mt \cdot e_{\text{лок-ч}} \right) \cdot 365 \cdot 10^{-6}, \text{ млн. руб. в год,} \quad (2)$$

где $\sum nt$ - суммарные затраты вагоно-часов простоя местных вагонов на участке, ва-часы;

$\sum Mt$ - суммарные затраты локомотиво-часов, затрачиваемых на организацию развоза местного груза по участку, лок-часы;

$e_{\text{в-ч}}$ - стоимостная оценка 1 вагоно-часа, руб;

$e_{\text{лок-ч}}$ - стоимостная оценка 1 локомотиво-часа с бригадой, руб.

Для участка Г-Ж:

$$\text{Э} = (4060,86 \cdot 28 + 31,53 \cdot 2200) \cdot 365 \cdot 10^{-6} = 66,821 \text{ млн. руб. в год.}$$

Заключение.

Оптимизация работы сборных поездов играет ключевую роль в обеспечении эффективной доставки грузов. Рациональная схема прокладки сборных поездов в графике движения поездов позволит сократить время доставки, уменьшить простои вагонов под грузовыми операциями и снизить затраты на транспортировку грузов в целом, что является особо важным в условиях растущей конкуренции на рынке транспортно-логистических услуг [6].

Оптимизация работы сборных поездов и развоза местного груза поможет значительно повысить эффективность логистических процессов, что, в свою очередь, будет способствовать развитию экономики в целом.

Библиографический список

1. Коваленко, Н.А. и др. Управление эксплуатационной работой. Организация движения поездов и техническое нормирование эксплуатационной работы на направлении железной дороги: учебно-методическое пособие / Н.А. Коваленко, Е.В. Бородина, Е.С. Максимова, П.А. Дятчин; РУТ (МИИТ). – Курск. Изд-во ЗАО «Университетская книга», 2025. – 127с. ISBN 978-5-00261-590-2.
2. Гоманков, Ф.С. и др. Технология и организация перевозок на железнодорожном транспорте: учебник / Ф.С. Гоманков, Е.С. Прокофьева, Е.В. Бородина, В.В. Панин. –М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2018. С. 240-249. ISBN 978-5-906938-83-1/
3. Прокофьева, Е.С. и др. Автоматизированная система управления местной работой (АСУ МР): учебное пособие / Е.С. Прокофьева, А.П. Батурин, В.Н. Морозов. –М.: МГУПС (МИИТ), 2015, -74с.
4. Управление эксплуатационной работой (в примерах и задачах): учебное пособие / под общей ред. А.Ф. Бородина. –М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2024. С. 258-261. ISBN 978-5-907695-65-8.
5. Управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте: учебник: в 2 томах. Том 1. Технология работы станций / под общ. ред. В.И. Ковалева. –М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2015. С. 87-92. ISBN 978-5-89035-810-3 (т.1).

6. Сборный поезд – что это такое: описание и характеристики.
Электронный ресурс: <https://fb.ru/article/524134/2023-sbornyy-poezd---chto-eto-takoe-opisanie-i-harakteristiki>. [Дата обращения 28.02.2026]/