

Авторы:

Любимова Ольга Николаевна, директор ООО «АТЭК» e-mail: oliy220@mail.ru

Бражников Андрей Александрович, инженер-технолог ООО «АТЭК»

Ступенчатая маршрутизация грузов и порожних вагонов в рыночных условиях как способ ускорения оборота вагонов.

Ключевые слова: *оборот вагона, потребный парк вагонов, ступенчатая маршрутизация грузов, ступенчатая маршрутизация порожних вагонов.*

В настоящей статье проведены исследования объемов отгрузки лесного сырья в адрес лесоперерабатывающих предприятий на полигоне Горьковской, Северной и частично Куйбышевской железных дорог за 12 месяцев 2021 года, а также расчеты технологического оборота вагона и потребного парка вагонов на перевозках лесного сырья на рассматриваемом полигоне.

Под лесным сырьем в настоящем исследовании принимаются следующие виды грузов:

- балансы всяких пород дерева длиной до 1,5 м включительно, кроме хвойных;
- балансы всяких пород дерева длиной свыше 1,5 м, кроме хвойных;
- балансы хвойных пород дерева;
- кряж фанерный.

Спецификой железнодорожных перевозок лесного сырья является то, что погрузка лесного сырья в адрес лесоперерабатывающих комбинатов производится небольшими объемами, но на большом количестве станций, в то время как количество самих комбинатов невелико. В настоящем исследовании проанализированы вагонопотоки от 109 станций погрузки в адрес 6 станций выгрузки.

В связи с этим, ключевым элементом технологии перевозки лесного сырья железнодорожным транспортом является ступенчатая ~~отправительская~~ маршрутизация груженых и порожних вагонопотоков. С этой целью на рассматриваемом полигоне было выбрано 15 участковых станций, которые предполагается использовать в качестве опорных. За каждой опорной станцией закреплен ряд станций погрузки, находящихся в зоне тяготения данной опорной станции. Перечень опорных станций и закрепленных за ними станций погрузки представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень опорных станций и станций погрузки.

Условное наименование зоны	Наименование опорной	Перечень станций погрузки,
----------------------------	----------------------	----------------------------

тяготения	станции	закрепленных за опорной станцией
Горьковская железная дорога		
Арзамасский регион	Арзамас II	Селиваново, Нерудная, Бутылицы, Муром I, Навашино, Лукоянов, Первомайск-Горьковский, Арзамас I, Арзамас II
Шахуньинский регион	Шахунья Котельнич I	Семенов, Лапшанга, Ветлужская, Уста, Урень, Арья, Шахунья Котельнич I, Котельнич II, Оричи
Пинюжско-Мурашинский регион	Пинюг Мураши	Сусоловка, Луза, Лунданка, Подосиновец, Пинюг Альмеж, Латышский, Опарино, Вазюк, Староверческая, Безбожник, Мураши, Юрья, Слободское, Белка-Слободская, Киров
Ярско-Ижевский регион	Яр Ижевск	Поздино, Чепецкая, Просница, Зуевка, Фаленки, Яр, Верхнекамская, Кирс, Шлаковая, Озерница-Кировская, Стальная, Глазов Игра, Люкшудбя, Ува I, Кизнер
Северная железная дорога		
Буйско-Галичский регион	Буй Галич	Вохтога, Скалино, Данилов, Любим, Россолово Судиславль, Островское, Галич, Лопарево
Шарьинский регион	Шарья	Антропово, Николо-Полома, Еленский, Нея, Мантурово, Шарья, Поназырево, Шабалино
Вологодский регион	Вологда I	Явенга, Вожега, Кадниковский, Харовская, Семигородняя, Сухона, Шексна, Вологда II, Вологда-Пристань, Грязовец, Ростов-Ярославский
Коношинский регион	Коноша I	Шелекса, Плесецкая, Няндомы, Коноша I, Рзд. 78 км, Вельск, Вага
Сольвычегодский регион	Сольвычегодск	Костылево, Лойга, Кизема, Ломоватка, Великий Устюг, Красавино, Ядриха, Савватия, Виледь, Урдома
Микуньский регион	Микунь I	Мадмас, Межег, Вендинга, Кослан, Микунь I, Княжпогост, Човью
Сосногорский регион	Сосногорск	Троицко-Печерск, Верхнеижемская, Сосногорск, Чиньяворык

Станции выгрузки представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень станций выгрузки.

Наименование станции выгрузки	Наименование железной дороги
Волжск	ГОР
Полой	ГОР
Правдинск	ГОР
Койты	СЕВ
Низовка	СЕВ

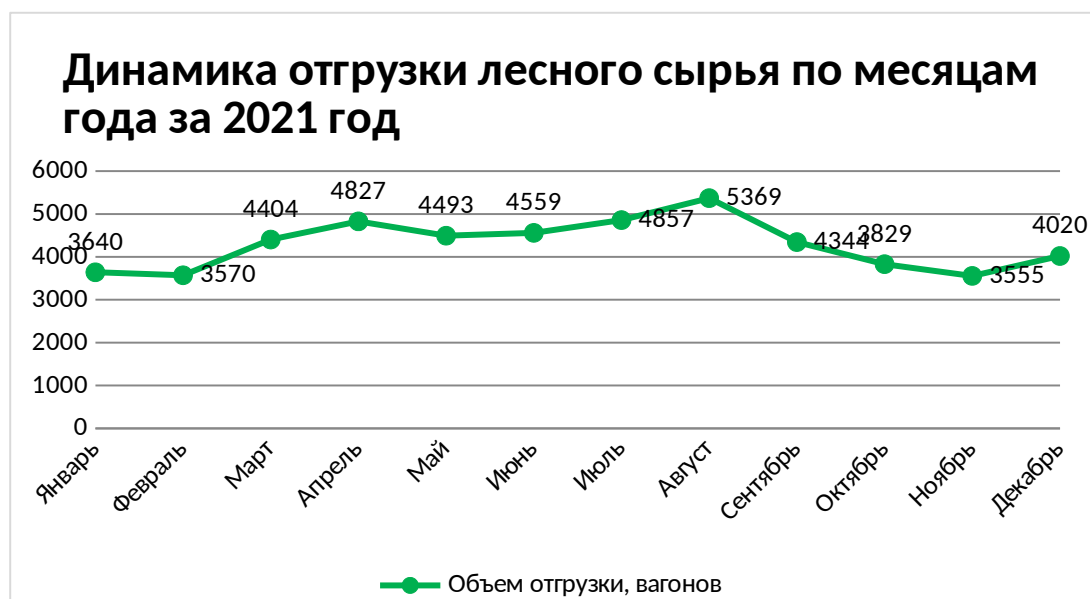
Тихоново	КБШ
----------	-----

По результатам 12 месяцев 2021 года, на рассматриваемом полигоне было перевезено 51 467 вагонов, груженых лесным сырьем. Динамика отгрузки лесного сырья по месяцам года и станциям выгрузки представлена в таблице 3 и на рисунке 1.

Таблица 3 – Динамика общей отгрузки лесного сырья по месяцам года и станциям выгрузки за 2021 год.

Месяц года	Станции выгрузки									
	Волжск	Полой	Правдинск	Всего по ГОР ж.д.	Тихоново	Всего по КБШ ж.д.	Койты	Низовка	Всего по СЕВ ж.д.	Общий итог
Январь	548	326	639	1513	350	350	760	1017	1777	3640
Февраль	487	371	578	1436	384	384	762	988	1750	3570
Март	524	443	655	1622	561	561	966	1255	2221	4404
Апрель	495	628	615	1738	557	557	1262	1270	2532	4827
Май	491	694	585	1770	520	520	871	1332	2203	4493
Июнь	586	650	585	1821	565	565	915	1258	2173	4559
Июль	675	760	701	2136	627	627	913	1181	2094	4857
Август	626	1043	679	2348	705	705	1134	1182	2316	5369
Сентябрь	763	362	521	1646	556	556	964	1178	2142	4344
Октябрь	882	302	482	1666	588	588	335	1240	1575	3829
Ноябрь	735	143	473	1351	509	509	595	1100	1695	3555
Декабрь	746	154	518	1418	626	626	770	1206	1976	4020
2021 год	7558	5876	7031	20465	6548	6548	10247	14207	24454	51467

Рисунок 1 – Динамика общей отгрузки лесного сырья по месяцам года за 2021г.



Как уже было отмечено, станции погрузки характеризуются очень невысокими объемами отгрузки лесного сырья, что компенсируется их

многочисленностью. В целях систематизации все станции погрузки, в зависимости от количества отгруженных вагонов, были разделены на три категории:

- до 15 вагонов в год;
- от 15 до 100 вагонов в год;
- от 100 до 1000 вагонов в год;
- более 1000 вагонов в год.

Станции с объемом отгрузки до 15 вагонов в год не перечислены в перечне, представленном в таблице 1.

Результаты систематизации представлены в таблице 4 и на рисунках 2 и 3.

Таблица 4 – Распределение станций погрузки по критерию объема отгрузки за 2021 год

Категория объема отгрузки	Количество станций	Общий объем отгрузки, ваг.
До 15 вагонов в год	20	154
От 15 до 100 вагонов в год	40	1795
От 100 до 1000 вагонов в год	58	19477
Более 1000 вагонов в год	11	30041
Всего	129	51467

Рисунок 2 – Долевое распределение станций погрузки по количеству

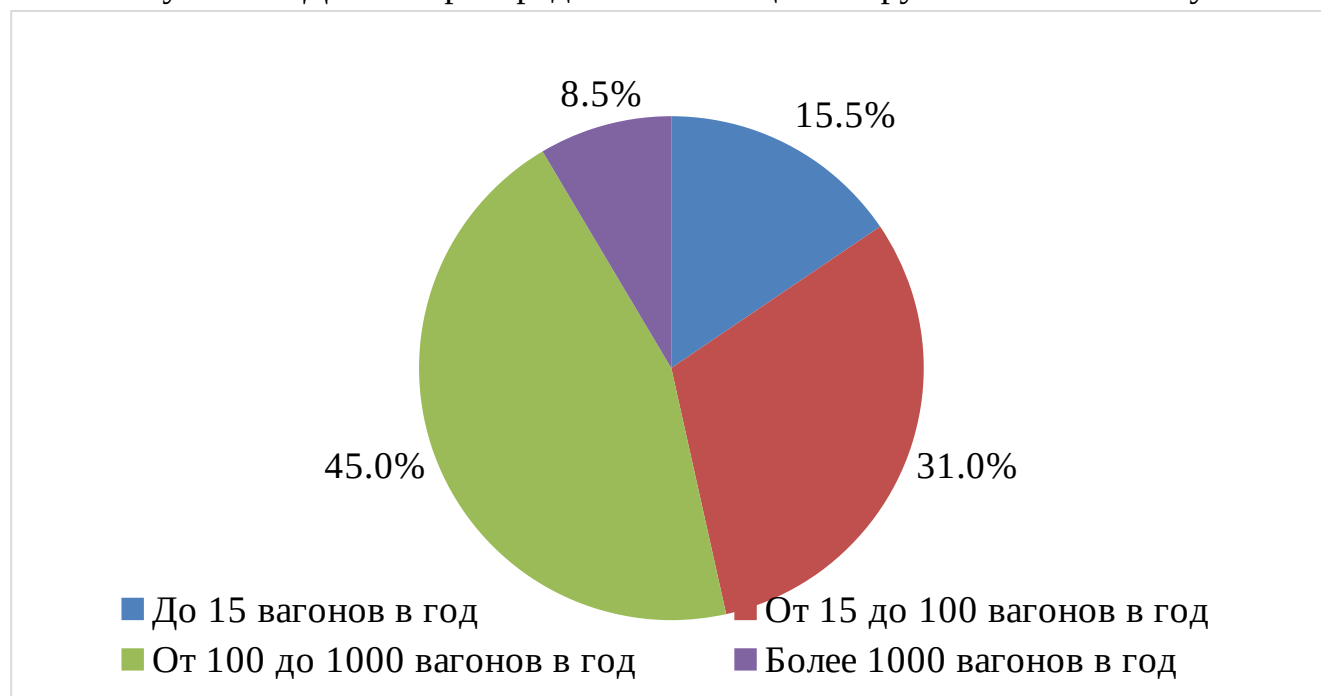
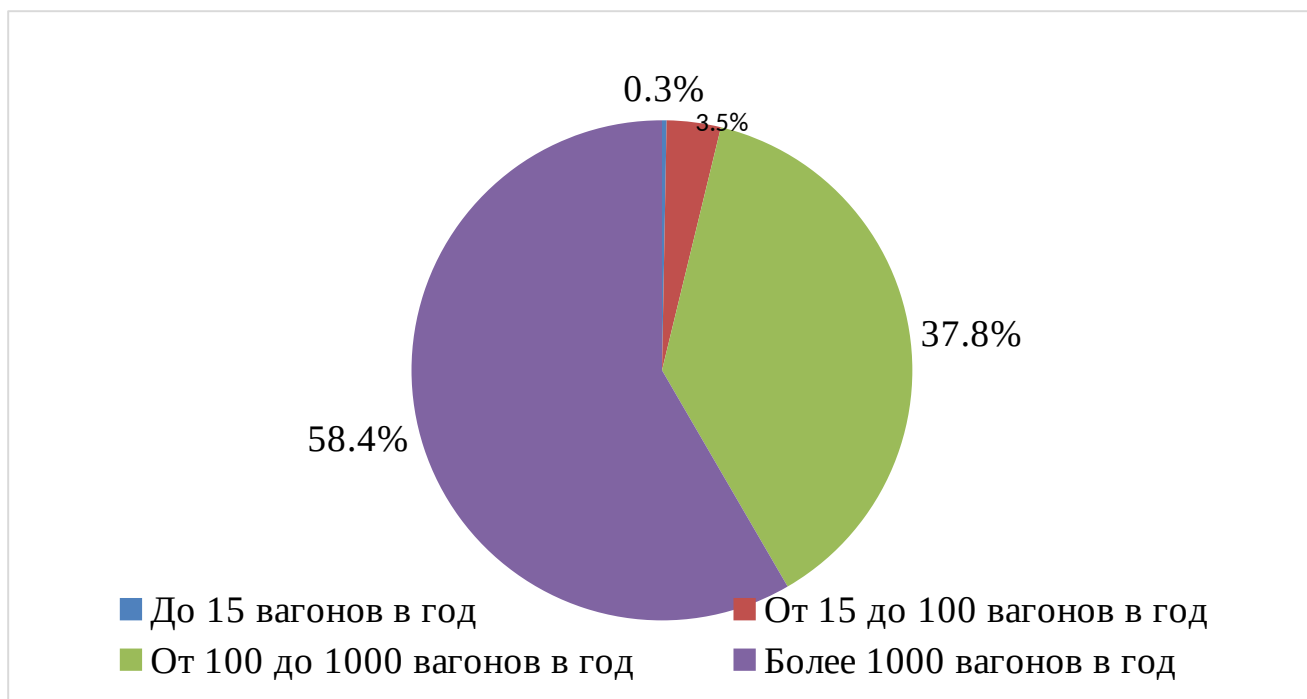


Рисунок 3 – Долевое распределение станций погрузки по объему отгрузки



Среднесуточные размеры отгрузки лесного сырья в адрес лесоперерабатывающих комбинатов за 2021 год представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Среднесуточные размеры отгрузки лесного сырья в адрес лесоперерабатывающих комбинатов за 2021 год, вагонов в сутки

2021 год	Станции выгрузки									
	Волжск	Полой	Правдинск	Всего по ГОР ж.д.	Тихоново	Всего по КБШ ж.д.	Койты	Низовка	Всего по СЕВ ж.д.	Общий итог
Среднесуточный размер отгрузки, ваг./сут.	20,7	16,1	19,3	56,1	17,9	17,9	28,1	38,9	67,0	141,0

Среднесуточные размеры отгрузки являются одним из двух основных элементов для расчета потребного парка грузовых вагонов для перевозки лесного сырья. Вторым элементом является нормативный оборот вагона.

Оборотом вагона называется среднее время, затраченное вагоном на выполнение полного цикла операций по перевозке груза. Под нормативным оборотом вагона в настоящем исследовании понимается оборот вагона при условии строгого выполнения технологии перевозочного процесса. Другими словами, нормативный оборот вагона – это эталон, к которому должны стремиться все участники перевозочного процесса в своей деятельности по перевозкам грузов.

Оборот вагона можно разделить на три крупные составляющие:

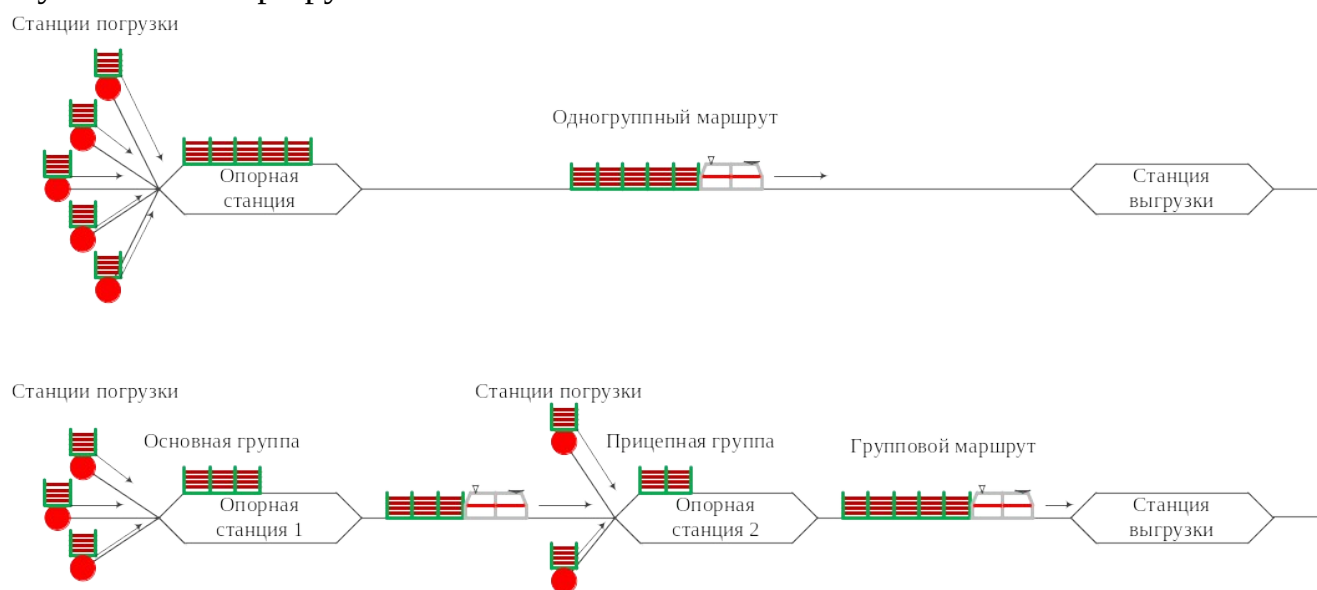
– нахождение вагона в движении в составе поезда;

- нахождение вагона на технических станциях;
- нахождение вагона на станциях выполнения грузовых операций.

Рассмотрим эти три составляющие подробнее.

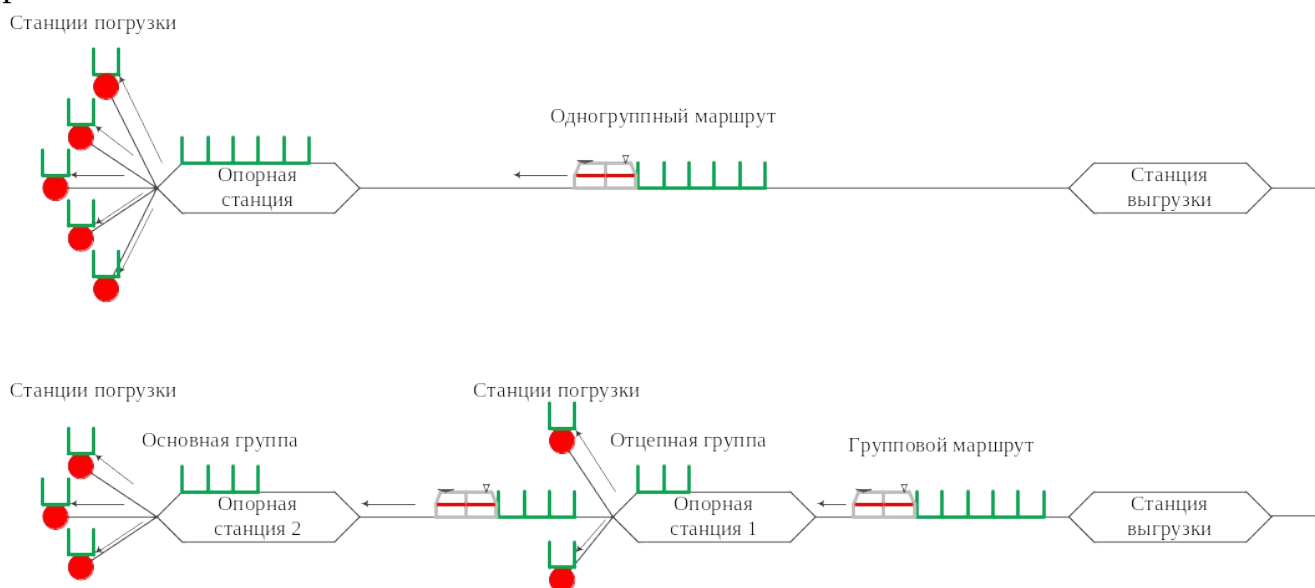
Как уже было отмечено в настоящей статье, в основу технологии перевозки лесного сырья на рассматриваемом полигоне положена ступенчатая маршрутизация. Вагоны, погруженные на станциях погрузки, передаются на опорные станции, где производится формирование составов груженых ступенчатых маршрутов в соответствии с установленными нормативами массы и длины поезда для маршрута каждого назначения. Далее сформированный маршрут следует до станции назначения. Формирование состава груженого ступенчатого маршрута также может осуществляться одновременно на нескольких опорных станциях. Схемы формирования составов груженых ступенчатых маршрутов представлены на рисунке 4.

Рисунок 4 – Схемы формирования составов груженых отправительских ступенчатых маршрутов



Аналогичным образом организована и перевозка порожних вагонов на станции погрузки. Станция выгрузки формирует состав порожнего маршрута из вагонов, освободившихся после выгрузки лесного сырья. Сформированный порожний маршрут следует до одной или нескольких опорных станций, где производится его расформирование. Порожние вагоны на опорных станциях распределяются по станциям погрузки, как показано на рисунке 5.

Рисунок 5 – Схемы формирования составов порожних маршрутов в распыление



Передача груженых вагонов со станций погрузки на опорные станции, равно как и передача порожних вагонов с опорных станций на станции погрузки, осуществляется в соответствии с технологиями местной работы, принятыми на соответствующих ж.д. участках.

Таким образом, следование вагона в составе поездов можно разбить на 4 фазы:

- следование груженого вагона со станции погрузки на опорную станцию в соответствии с технологией местной работы (местное сообщение);
- следование груженого вагона с опорной станции до станции выгрузки в составе груженого ступенчатого маршрута (дальнее сообщение);
- следование порожнего вагона со станции выгрузки до опорной станции в составе порожнего маршрута в распыление (дальнее сообщение);
- следование порожнего вагона с опорной станции до станции выгрузки в соответствии с технологией местной работы (местное сообщение).

Время следования груженых и порожних вагонов в фазах местного сообщения определялось по нормативному графику движения поездов за 2021-22 годы как разность графиковых времен отправления груженого вагона со станции погрузки и прибытия на опорную станцию, и, соответственно, графиковых времен отправления порожнего вагона с опорной станции и прибытия на станцию погрузки.

Время следования груженых и порожних вагонов в фазах дальнего сообщения определялось по нормативному графику движения поездов за 2021-22 годы как сумма времен следования по бригадным участкам, входящим в маршрут

движения поезда. Время следования по каждому бригадному участку определено как отношение протяженности участка к участковой скорости грузовых поездов.

Время нахождения вагона на технических станциях определялось как сумма времен простоя вагона на опорной станции и попутных технических станциях, на которых предполагается выполнение технических операций с составами груженых и порожних маршрутов, в составе которых следует вагон.

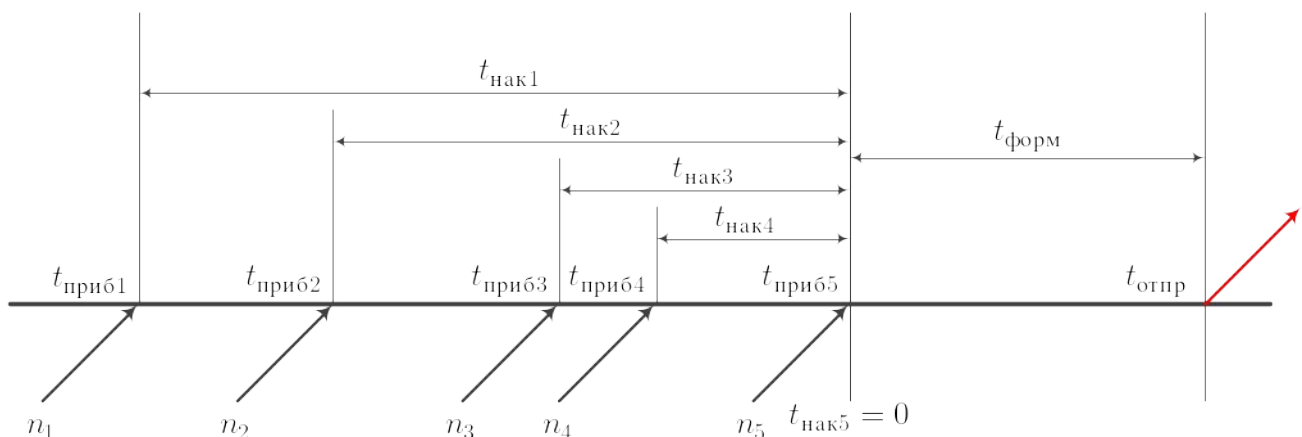
Время нахождения груженого вагона на опорной станции можно разделить на две составляющие:

- время нахождения вагона в накоплении. Оно определяется как разность графиковых времен прибытия вагона на опорную станцию и прибытия на опорную станцию замыкающей группы вагонов, после прибытия которой начинается формирование состава груженого ступенчатого маршрута. Среднее время нахождения вагона в накоплении определялось по нормативному графику движения поездов на 2021-22 годы;

- время на формирование и ожидание отправления груженого ступенчатого маршрута. Оно складывается из непосредственно времени на формирование состава груженого ступенчатого маршрута и времени ожидания сформированным поездом свободной нитки графика движения поездов. Учитывая, что точное расписание движения груженых маршрутов не известно, авторы настоящей статьи взяли на себя смелость экспертно оценить время на все операции, связанные с формированием состава и ожидание отправления груженого ступенчатого маршрута на уровне 6,0 ч. В случае, если на опорной станции предусмотрена прицепка прицепной группы вагонов, то время нахождения на такой опорной станции оценивается на уровне 3,0 ч.

Процесс накопления груженых вагонов и формирования состава груженого ступенчатого маршрута отражен на рисунке 6.

Рисунок 6 – Процесс накопления груженых вагонов и формирования состава груженого ступенчатого маршрута на опорной станции.



Среднее время нахождения вагона в накоплении можно определить по формуле:

$$\bar{t}_{\text{нак}} = \frac{\sum n_i t_{\text{нак}i}}{\sum n_i}; \quad (1)$$

где: $n_i t_{\text{нак}i}$ – вагоно-часы простоя в накоплении i -й группы вагонов;
 n_i – количество вагонов в i -й группе.

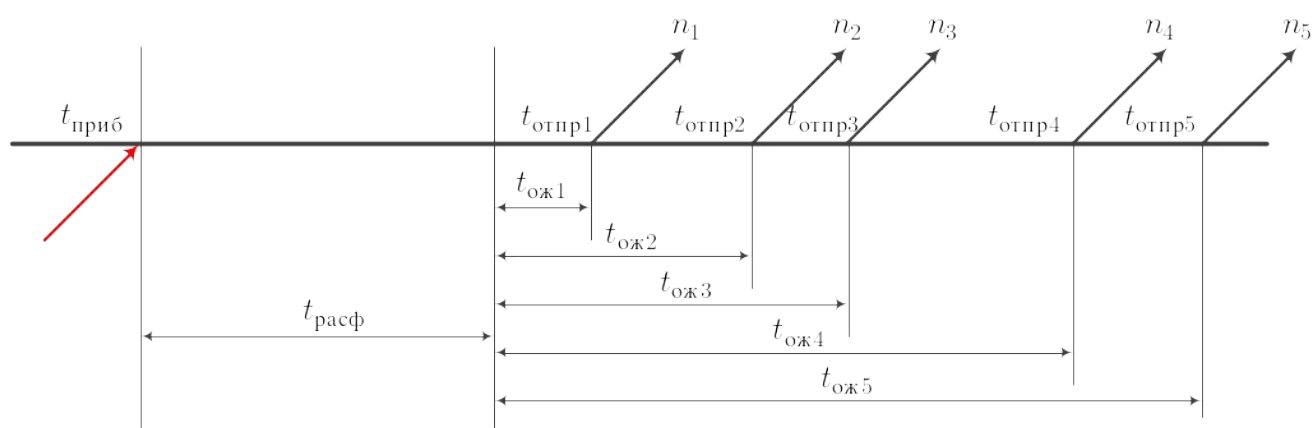
Схожим образом определяется и время нахождения на опорной станции порожнего вагона. Оно также складывается из двух составляющих:

– время на ожидание расформирования и расформирование состава порожнего маршрута, прибывшего в распыление. Авторами настоящей статьи экспертно оценено время ожидания расформирования и на все операции, связанные с расформированием состава порожнего маршрута, на уровне 6,0 ч;

– время ожидания отправления порожнего вагона на станцию погрузки. Оно определено как разность графического времени прибытия порожнего маршрута в распыление, и времени отправления порожнего вагона с опорной станции на станцию погрузки (за вычетом времени на ожидание расформирования и расформирование состава порожнего маршрута, прибывшего в распыление).

Процесс расформирования состава порожнего маршрута, прибывшего в распыление, и ожидания отправления порожних вагонов на станции погрузки отражен на рисунке 7.

Рисунок 7 – Процесс расформирования состава порожнего маршрута, прибывшего в распыление, и ожидания отправления порожних вагонов на опорной станции.



Среднее время нахождения вагона в ожидании отправления можно определить по формуле:

$$\bar{t}_{\text{ожс}} = \frac{\sum n_i t_{\text{ожс}i}}{\sum n_i}; \quad (2)$$

где: $n_i t_{\text{ож}i}$ – вагоно-часы простоя в ожидании отправления i -й группы вагонов;

n_i – количество вагонов в i -й группе.

Время нахождения вагона в составе поезда на технической станции определялось как сумма времени, необходимого на выполнение технических операций с поездом и времени ожидания поездом свободной нитки графика движения поездов. Учитывая, что точное расписание движения груженных маршрутов не известно, авторы настоящей статьи взяли на себя смелость экспертно оценить время на все операции, связанные с нахождением поезда на технической станции на уровне 2,0 ч (для сортировочных станций) и 3,0 ч (для участковых станций). Время нахождения поезда на опорной станции, где предусмотрена отцепка отцепной группы вагонов, также оценивается на уровне 3,0 ч.

Время нахождения вагона на станции погрузки определялось по нормативному графику движения поездов на 2021-22 годы как разность графиковых времен прибытия на станцию погрузки и отправления со станции погрузки, но не менее 18,0 ч.

Время нахождения вагона на станции выгрузки авторами статьи экспертно оценено на уровне 24,0 ч.

Таким образом, по вышеописанному алгоритму, нормативный оборот вагона был рассчитан от каждой из 109 станций погрузки до каждой из 6 станций выгрузки.

Потребный парк вагонов для перевозки лесного сырья в адрес каждого лесоперерабатывающего комбината определен по формуле:

$$n_{\text{норм}j} = K_{\text{ТОР}} \sum n_{ij} O_{ij}, \quad (3)$$

где: $n_{\text{потр}j}$ – потребный парк вагонов для перевозки лесного сырья в адрес j -й станции выгрузки, ваг.;

$K_{\text{ТОР}}$ – коэффициент, учитывающий нахождение вагонов в текущем отцепочном ремонте; в настоящем исследовании $K_{\text{ТОР}}$ принят равным 1,07;

n_{ij} – мощность вагонопотока на направлении от i -й станции погрузки до j -й станции выгрузки, ваг./сут.;

O_{ij} – нормативный оборот вагона на направлении от i -й станции погрузки до j -й станции выгрузки, сут.

Результаты расчета сведены в таблицу 6.

Таблица 6 – Нормативный оборот вагона и потребный парк вагонов на полигоне перевозок лесных грузов

Параметр	Станции выгрузки						
	Волжск	Полой	Правдинск	Тихоново	Койты	Низовка	Всего
Оборот вагона, сут.	5,8	5,1	5,7	5,5	5,1	4,6	5,3
Потребный парк вагонов, ед.	127	88	117	104	153	84	674

Список литературы:

1. Осипов В.Т. Маршрутизация перевозок грузов// М.: Транспорт, - 1973 – 200с.
2. В.Н. Зубков, Н.Н. Мусиенко. Управление эксплуатационной работой. План формирования поездов. Учебное пособие. Часть 3 – 2016 – 127с.