

УДК 656.212.5

В. Г. КУЗНЕЦОВ, кандидат технических наук, О. Н. ЛИСОГУРСКИЙ, старший преподаватель, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель, Е. И. УСЕНКОВ, начальник службы статистики, Т. В. ЛЫТКО, заместитель начальника службы статистики, Белорусская железная дорога, г. Минск

РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВАГОНОВ НА ОСНОВЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УЧЕТА ИХ СОСТОЯНИЯ И МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ

Развитие информационных технологий на железнодорожном транспорте позволяет реализовать новые принципы управления вагонным парком на полигоне железнодорожной сети любой сложности на основе пономерного учета операций с вагонами и всей необходимой совокупности их характеристик. Идентификация состояния и местонахождения каждого физического вагона позволяет создать в реальном масштабе времени динамическую модель перемещения вагонного парка и рассчитать исходные и производные показатели их использования. Представлен новый методический подход к расчету показателей работы и использования вагонов на основе пономерного учета, что позволяет совершенствовать структуру статистической базы данных железной дороги и перейти к адекватным моделям состояния вагонного парка.

В настоящее время в связи с увеличением на железных дорогах количества вагонов различных железнодорожных администраций и собственников, перехода части вагонов из инвентарного парка в собственность организаций на сети Содружества железных дорог актуальным является вопрос управления рабочим парком вагонов, изыскания способов уменьшения величины их оборота и порожнего пробега. Поэтому одной из основных задач является повышение точности и оперативности получения информации о местонахождении вагонов и выполнении с ними операций.

Актуализация данных учета вагонного парка на полигоне Белорусской железной дороги (далее БЧ), а также информации о характеристиках каждого вагона и совокупности операций, выполняемых с ним, может осуществляться на основе поездной и вагонной модели Информационной аналитической системы поддержки управленческих решений для грузовых перевозок (ИАС ПУР ГП) и «Автоматизированной системы пономерного учета, контроля дислокации, анализа использования и регулирования вагонного парка» (ДИСПАРК). Наличие таких данных позволяет перейти к более достоверному и качественному процессу управления грузовыми перевозками, рассчитывать показатели работы и использования вагонного парка на основе пономерного учета.

Для расчета показателей работы и использования вагонов необходима организация учета состояния и местонахождения вагонов на полигоне сети по установленному перечню их признаков, объектов сети, периодов расчетного времени и последовательности операций, выполняемых с вагонами. В каждый момент времени вагон может быть идентифицирован совокупностью исходных учетных данных. Текущая исходная информация формируется на основе данных систем ДИСПАРК и ИАС ПУР ГП о каждом вагоне за расчетный период их эксплуатации.

Можно выделить две группы основных показателей учета работы с вагонным парком:

1) использования вагонов – погрузка, выгрузка, оборот вагона и его составляющие, вагоно-часы простоя под технологическими операциями, потребный рабочий парк вагонов;

2) перемещения вагонов – прием и сдача по стыковым пунктам, пробег вагонов (и его составляющие), прием и сдача на подъездные пути, зачисление вагонов в резерв, перевод в нерабочий парк и обратно.

На Белорусской железной дороге по колее 1520 мм обращаются грузовые вагоны всех железнодорожных администраций стран Содружества. Соответственно, нормирование оборота вагона необходимо производить с учетом их принадлежности и форм собственности. Исходя из анализа основных участников транспортного рынка, парк вагонов можно классифицировать:

1) по принадлежности:

– парк вагонов, принадлежащих Белорусской железной дороге;

– парк, принадлежащий другим железнодорожным администрациям-собственникам;

2) форме принадлежности:

– железнодорожным администрациям: наличный парк, в распоряжении железнодорожной администрации; наличный, переданный в аренду;

– транспортным операторам (экспедиторских предприятий, грузовых операторов и т. п.): собственный парк; парк, взятый в аренду;

– предприятиям: собственный парк; парк, взятый в аренду.

Одним из наиболее важных показателей использования вагонного парка является *оборот вагона*, характеризующий качество реализации технологии перевозочного процесса, эффективность использования вагонного парка, а также являющийся фактором оценки потребности парка вагонов для обеспечения планируемых перевозок грузов.

В основу расчета оборота вагонов пономерным способом положен **принцип учета фактического цикла операций за оборот каждого вагона** на полигоне железной дороги. При этом, за время нахождения на железной дороге (администрации) вагон может совершать как несколько полных оборотов, так и часть цикла операций оборота. Для расчета показателей использования и пробега вагонов циклы операций оборота вагона следует рассматривать:

1) на полигоне БЧ – для вагонов, являющихся:

– собственностью БЧ, транспортных организаций и предприятий Республики Беларусь;

– собственностью железнодорожных администраций, транспортных организаций и предприятий иных государств («чужих» вагонов);

2) полигоне железнодорожных администраций других государств – для вагонов, являющихся собственностью БЧ, транспортных организаций и предприятий Республики Беларусь.

При номерном способе учета основной операцией использования вагона является конечная операция перемещения вагона и изменение его состояния:

- при следовании в порожнем состоянии – погрузка;
- при следовании в груженом состоянии – выгрузка.

Относительно этих операций с вагоном на Белорусской железной дороге может быть выполнен полный и неполный цикл операций между двумя погрузками (рисунок 1).

Для учета параметров эксплуатации вагонов принадлежности администрациям и собственникам иных государств возможны 10 схем единичных циклов вагонов. Вагоны могут поступать в груженом и порожнем состоянии. После приема вагона на БЧ по стыковому пункту возможно различное число операций с вагоном до момента его сдачи за пределы БЧ. При этом «чужой» вагон может совершать несколько полных циклов на полигоне БЧ.

При учете параметров эксплуатации вагонов принадлежности БЧ и собственников вагонов Республики Беларусь можно выделить 5 случаев, характеристика которых приведена в таблице 1.

Оборот вагона может рассчитываться для отдельного вагона инвентарного парка собственника и общего парка вагонов.

Таблица 1 – Варианты учета параметров эксплуатации вагонов

Варианты (случаи) учета	Состояние вагона	Цикл операций по обороту
1 При эксплуатации вагона на БЧ	Порожний – груженный	Полный (погрузка – выгрузка – погрузка)
2 При передаче вагона на железные дороги иных железнодорожных администраций	Груженный	Неполный (погрузка – сдача груженого)
	Порожний	Неполный (выгрузка – сдача порожнего)
3 При приеме вагона с железных дорог иных железнодорожных администраций	Груженный	Неполный (прием груженого – выгрузка)
	Порожний	Неполный (прием порожнего – погрузка)
4 При эксплуатации на железных дорогах иных железнодорожных администраций	Груженный	Неполный (выгрузка – погрузка; выгрузка – погрузка – выгрузка)
		Полный (выгрузка – погрузка – выгрузка – погрузка)
	Порожний	Неполный (погрузка – выгрузка)
		Полный (погрузка – выгрузка – погрузка)
5 При транзитном пропуске вагонов по железным дорогам иных железнодорожных администраций	Груженный	Неполный (прием груженого – сдача груженого)
	Порожний	Неполный (прием порожнего – сдача порожнего)

Оборот отдельного вагона представляет собой средневзвешенное время выполнения полных циклов операций за расчетный период (от начала эксплуатации, за год, квартал, месяц). Для расчета оборота необходимо учитывать продолжительность полных циклов операций с вагоном (от погрузки до погрузки независимо от полигона эксплуатации)

$$\theta_i = \frac{B_i(T)}{24U_i(T)}, \quad (1)$$

где $B_i(T)$ – суммарные затраты времени на выполнение работы вагонов,

$$B_i(T) = T_p - \sum_{j=1}^{k_{np}} T_{npj}, \quad (2)$$

T_p – продолжительность расчетного периода; $\sum_{j=1}^{k_{np}} T_{npj}$ – суммарное время нахождения вагона в нерабочем состоянии или за балансом рабочего парка вагонов за расчетный период; k_{np} – число переходов вагона с рабочего в нерабочий парк общего парка вагонов; $U_i(T)$ –

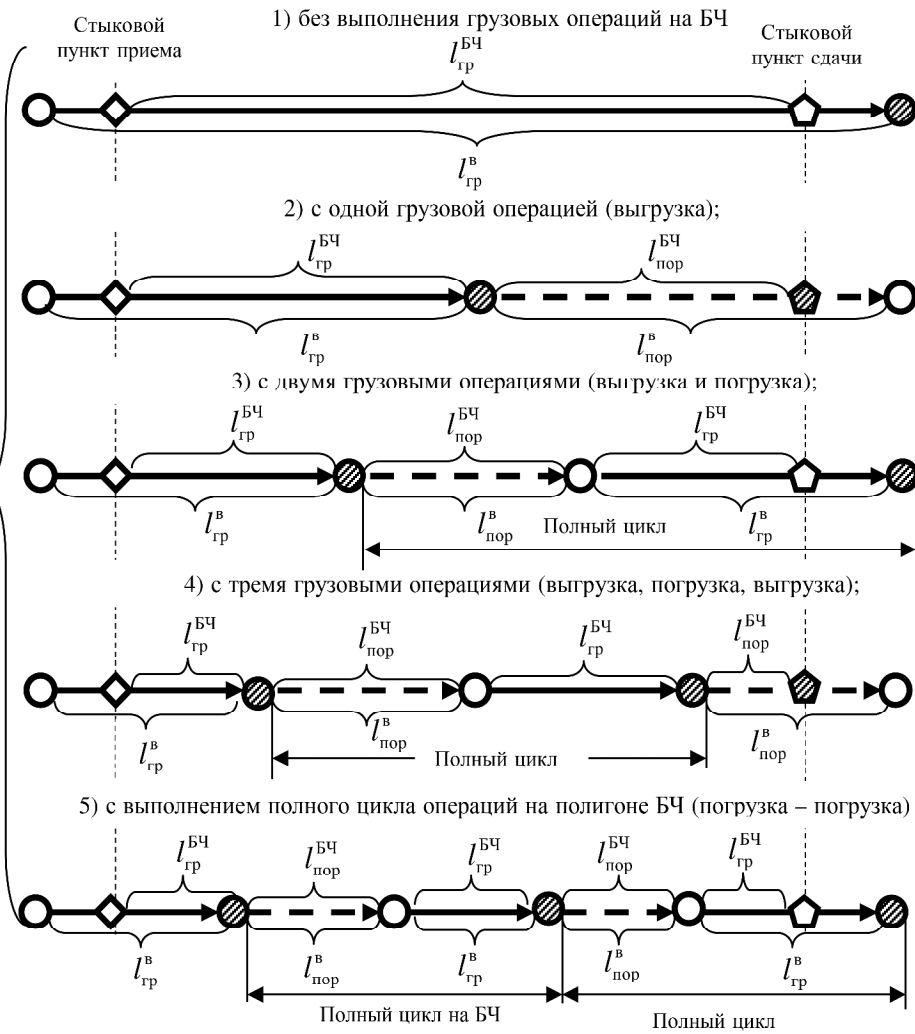
число полных циклов операций оборота вагона за расчетный период (между погрузками или выгрузками).

Для БЧ, работающей как с парком собственных вагонов, так и иных железнодорожных администраций, собственных других предприятий и арендованных, средневзвешенное значение оборота вагона рабочего парка можно определить по *конечному результату* работы с вагоном:

– для груженных вагонов

$$\bar{\theta}_{гр} = \frac{B_{гр}(t_n, t_k)}{24(U_v(t_n, t_k) + U_{сд}^{гр}(t_n, t_k))}, \quad (3)$$

где $B_{гр}(t_n, t_k)$ – суммарные затраты времени на выполнение работы груженными вагонами за период эксплуатации на полигоне дороги (отделения, района управления); $U_v(t_n, t_k)$ – число выгруженных вагонов за расчетные сутки на полигоне деления, района управления; $U_{сд}^{гр}(t_n, t_k)$ – число вагонов, переданных по стыковым пунктам дороги (отделения, района управления) за расчетные сутки;



Условные обозначения операций:

○ и ⊗ – погрузка и выгрузка вагона;

◇ и ◇ – прием вагона по межгосударственному стыковому пункту, соответственно грузного и порожнего;

◊ и ◊ – сдача вагона по межгосударственному стыковому пункту, соответственно грузного и порожнего;

- - → – перемещение вагона на порожнем рейсе;

→ – перемещение вагона на грузном рейсе

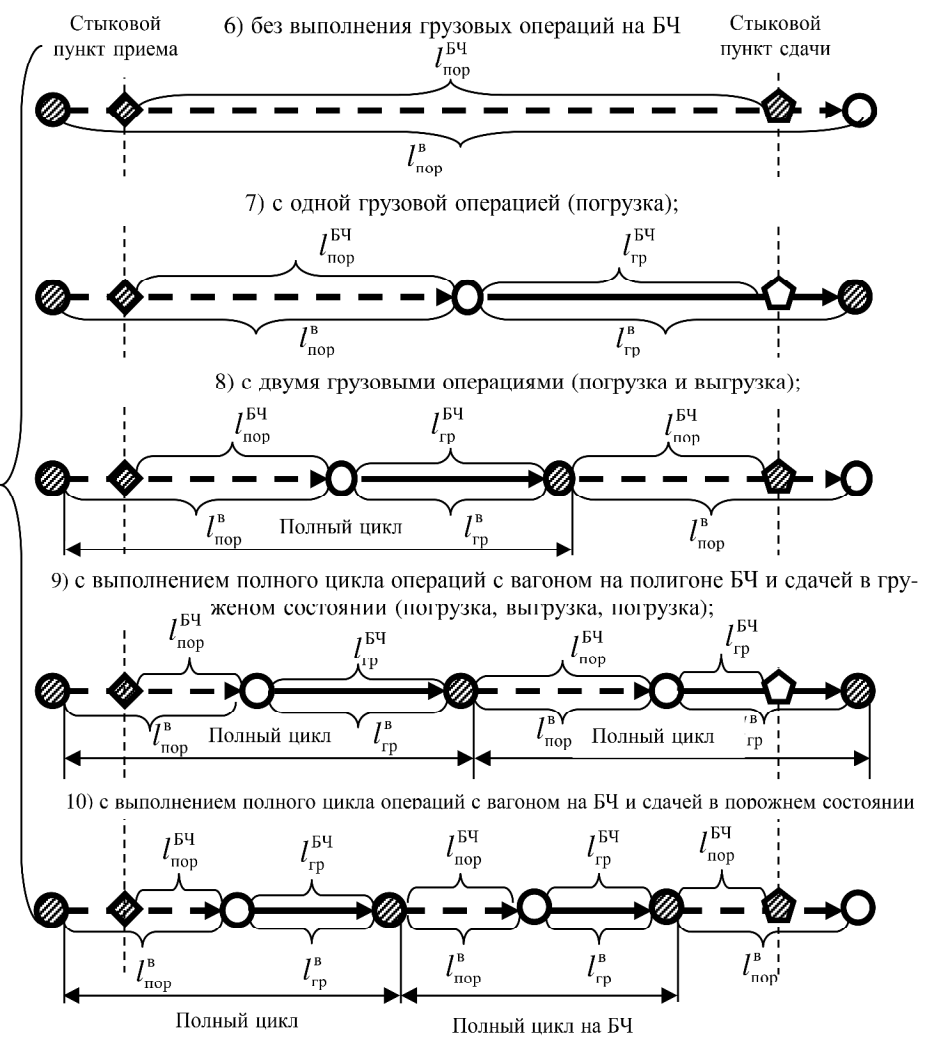


Рисунок 1 – Циклы эксплуатации вагона, поступившего на БЧ в грузном (1–5) и порожнем (6, 7) состоянии

– для порожних вагонов

$$\bar{\vartheta}_{\text{пор}} = \frac{B_{\text{пор}}(t_n, t_k)}{24(U_{\text{п}}(t_n, t_k) + U_{\text{сд}}^{\text{пор}}(t_n, t_k))}, \quad (4)$$

где $B_{\text{пор}}(t_n, t_k)$ – суммарные затраты времени на выполнение работы порожними вагонами за период эксплуатации на полигоне дороги (отделения, района управления); $U_{\text{п}}(t_n, t_k)$ – число погруженных вагонов за расчетные сутки на полигоне дороги (отделения, района управления); $U_{\text{сд}}^{\text{пор}}(t_n, t_k)$ – числа порожних вагонов, переданных по стыковым пунктам дороги (отделения, района управления) за расчетные сутки.

В результате для вагонов общего парка

$$\bar{\vartheta} = \bar{\vartheta}_{\text{гр}} + \bar{\vartheta}_{\text{пор}}. \quad (5)$$

Суммарные затраты времени на выполнение *работы груженными вагонами* за период эксплуатации на полигоне дороги (отделении, районе управления) определяются путем учета времени нахождения каждого вагона на полигоне дороги от момента приема вагона в груженом состоянии на полигон дороги (отделение, район управления) или погрузки до момента выгрузки вагона или передачи с полигона дороги (отделения, района управления) в груженом состоянии:

$$B_{\text{гр}}(t_n, t_k) = \sum_{i=1}^{n_1} T_i(t_{\text{пр}}^{\text{гр}}, t_{\text{сд}}^{\text{гр}}) + \sum_{i=1}^{n_2} T_i(t_{\text{пр}}^{\text{гр}}, t_{\text{в}}) + \sum_{i=1}^{n_3} T_i(t_{\text{п}}, t_{\text{сд}}^{\text{гр}}) + \sum_{i=1}^{n_4} T_i(t_{\text{п}}, t_{\text{в}}) - \sum_{j=1}^{k_{\text{пр}}} T_{\text{пр}j}. \quad (6)$$

Суммарные затраты времени на выполнение *работ порожними вагонами* за период эксплуатации на полигоне дороги (отделения, района управления) определяются путем учета времени нахождения каждого вагона на полигоне дороги от момента приема вагона в порожнем состоянии на полигон дороги (отделения, района управления) или выгрузки до момента погрузки вагона или передачи с полигона дороги (отделения, района управления) в порожнем состоянии:

$$B_{\text{пор}}(t_n, t_k) = \sum_{i=1}^{n_1} T_i(t_{\text{пр}}^{\text{пор}}, t_{\text{сд}}^{\text{пор}}) + \sum_{i=1}^{n_2} T_i(t_{\text{пр}}^{\text{пор}}, t_{\text{п}}) + \sum_{i=1}^{n_3} T_i(t_{\text{в}}, t_{\text{сд}}^{\text{пор}}) + \sum_{i=1}^{n_4} T_i(t_{\text{в}}, t_{\text{п}}) - \sum_{j=1}^{k_{\text{пр}}} T_{\text{пр}j}. \quad (7)$$

Для расчета оборота вагона необходимо учитывать простой вагонов между операциями, характеризующими изменение состояния вагона или его местонахождения:

1) прием вагона на железнодорожную администрацию (дорогу, отделение);

2) сдача вагона с железнодорожной администрации (дороги, отделения);

3) прием вагона на техническую станцию;

4) отправление вагона с технической станции;

5) погрузка груза в вагон;

6) выгрузка груза из вагона;

7) передача вагонов на пункты выполнения грузовых операций;

8) передача вагонов на станцию с пунктов выполнения грузовых операций;

9) перевод вагонов из рабочего в нерабочий парк:

– резерв, запас;

– ремонт;

– для собственных вагонов – передача на подъездные пути собственника;

– для арендованных вагонов – передача вагонов на подъездные пути арендатора;

10) перевод вагонов из нерабочего в рабочий парк:

– из резерва, запаса;

– из ремонта;

– для собственных вагонов – передача с подъездного пути собственника;

– для арендованных вагонов – передача вагонов с подъездного пути арендатора.

Суммарные затраты времени простоя при выполнении технологических операций с вагонами за расчетный период (сутки) на станции определяются исходя из учета прибытия и отправления вагонов за расчетный период, а также наличия вагонов на конец расчетного периода. Учет простоя каждого вагона осуществляется по 4 видам нахождения вагона на станции (рисунок 2):

1) вагон прибывает до расчетного периода и отправляется со станции после расчетного периода. Учет простоя осуществляется от момента прибытия i -го вагона на станцию до конца расчетных суток t_{kj} :

$$t_{pi}^{\text{B}1}(t_{n(j-s)}, t_{kj}) = (t_{ki1}^{\text{B}} - t_{ni1}^{\text{B}}) + \sum_{j=1}^s T_{ij} - \sum_{j=1}^{k_{\text{пр}}} T_{\text{пр}j}, \quad (8)$$

где t_{ni1}^{B} – время прибытия проезда на станцию в первые сутки учета; $\sum_{j=1}^s T_{ij}$ – простой вагона на станции, рав-

ный кратным суткам между первыми и последними сутками учета простоя; s – число суток между первыми и последними сутками учета; T_{ij} – продолжительность расчетного периода, сут;

2) вагон прибывает до расчетного периода и отправляется со станции в течение расчетного периода. Учет простоя осуществляется от момента прибытия i -го вагона на станцию до момента отправления со станции в расчетные сутки t_{oj} :

$$t_{pi}^{\text{B}2}(t_{n(j-s)}, t_{oj}) = (t_{ki1}^{\text{B}} - t_{ni1}^{\text{B}}) + \sum_{j=1}^{s-1} T_{ij} + t_{oj} - \sum_{j=1}^{k_{\text{пр}}} T_{\text{пр}j}, \quad (9)$$

где t_{oij}^B – время нахождения вагона на станции до отправления в расчетные сутки;

3) вагон прибывает на станцию в расчетный период и отправляется со станции после расчетного периода. Учет простоя осуществляется от момента прибытия

i -го вагона на станцию в расчетные сутки t_{nj} до конца расчетных суток t_{kj} :

$$t_{pi}^{B3}(t_{nj}, t_{o(j+s)}) = (t_{kij}^B - t_{nij}^B) - \sum_{j=1}^{k_{np}} T_{npi}; \quad (10)$$

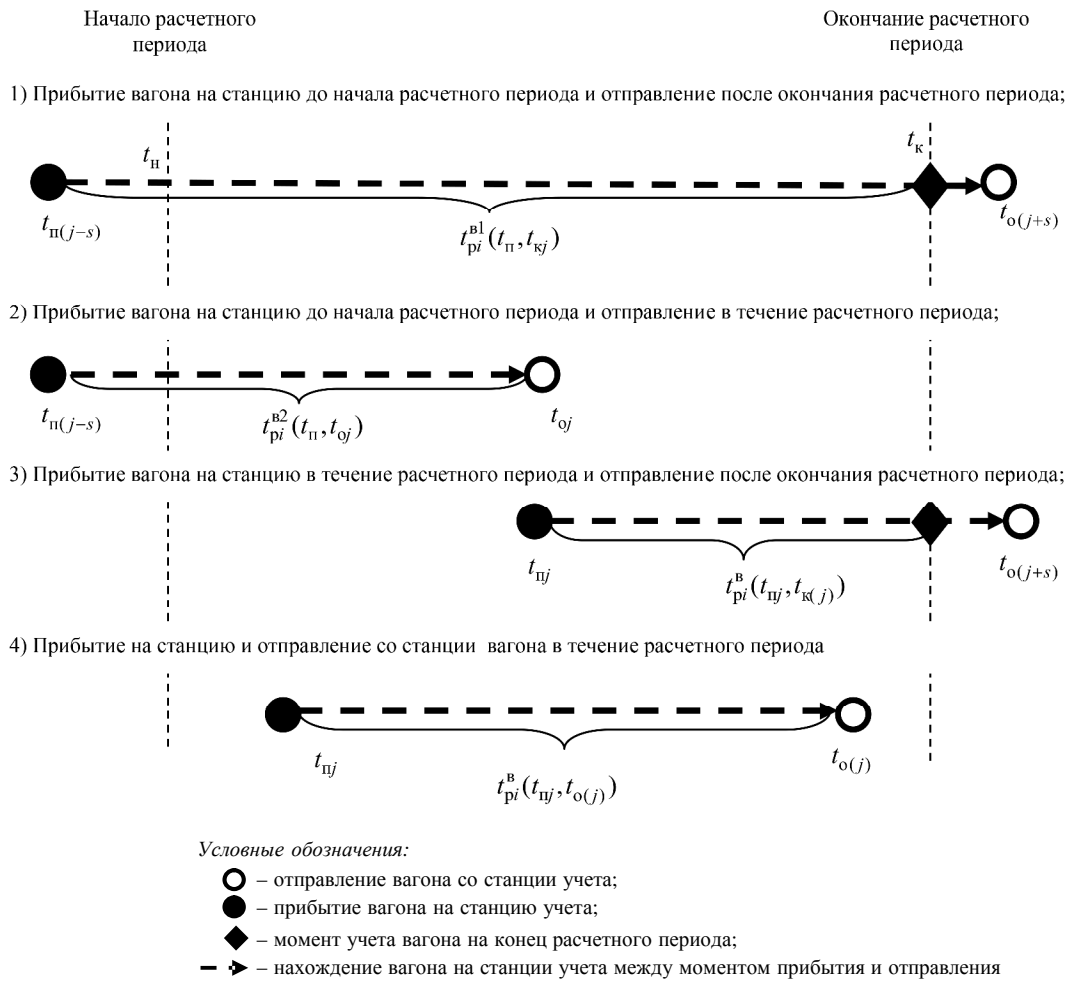


Рисунок 2 – Моменты идентификации нахождения вагонов на станциях при учете его простоя за расчетный период

4) вагон прибывает на станцию и отправляется со станции в расчетный период. Учет простоя осуществляется от момента прибытия i -го вагона на станцию в расчетные сутки t_{nj} до момента отправления в расчетные сутки t_{oj} :

$$t_{pi}^{B4}(t_{nj}, t_{oj}) = (t_{oij}^B - t_{nij}^B) - \sum_{j=1}^{k_{np}} T_{npi}. \quad (11)$$

Количественным показателем, характеризующим перемещение вагонов, является *пробег вагонов*.

На полигоне БЧ за расчетный период (сутки) он определяется идентификацией пробега каждого вагона между станциями сети, по которым производится учет выполнения технологических операций (прием и отправление с технических станций, прием и отправление со станций выполнения грузовых операций, прием и отправление со станций передачи вагонов в рабочий и изъятия из рабочего парка).

Можно установить три вида перемещения вагона между станциями учета пробега в зависимости от его нахождения за расчетный период (рисунок 3):

– в движении от начала расчетных суток до прибытия на станцию учета ($S_{pi}^B(t_n, t_n)$);

– в движении между станциями учета ($S_{pi}^B(t_{oj}, t_{n(j+1)})$);

– в движении между станцией учета и моментом окончания расчетных суток ($S_{pi}^B(t_o, t_k)$).

В общем виде пробег i -го вагона за расчетные сутки

$$S_{pi}^B(t_n, t_k) = S_{pi}^B(t_n, t_n) + \sum_{s=1}^k S_{pis}^B(t_{oj}, t_{n(j+1)}) + S_{pi}^B(t_o, t_k), \quad (12)$$

где k – число перемещений вагонов между станциями учета выполнения технологических операций оборота вагона.

Таким образом, пономерной учет пробега и простоя вагонов по объектам железной дороги является основой формирования статистических данных и расчета производных показателей использования вагонов. Применение новых методов расчета показателей позволяет сформировать новую модель анализа работы вагонного парка, основанную на учете динамики перемещения каждого вагона, находящегося в эксплуатации, а также с учетом цикла операций за время оборота в груженом и порожнем состоянии на полигоне железнодорожной сети. Переход к пономерной статистической базе данных дает возможность использовать методы оптимизации управления вагонным парком с учетом собственника вагонов, маршрутов доставки грузов и регулирования порожних вагонов.

Получено 09.11.2011

V. G. Kuznetsov, O. N. Lisogurskiy, E. I. Usenkov, T. V. Lytko. Calculation of parameters of use of coaches on the basis of the automated account of a condition and a site of the car of working park.

The development of information technologies on the railway transportation allows to realize new principles of management of the wagon park on range of the railway network of any complexity, on the basis of under the account of operations with wagons and the whole their essential characteristics. The identification of the state and the location of each physical coach allows to create the dynamic model of wagon park in real time and to calculate initial and derivative parameters of the use of coaches. The methodical approach to calculation of parameters of the work and the use of coaches on the basis of under the account is subscribes and allows to reform the structure of a statistical database of the railway and to pass to adequate models of the condition of the wagon park.

Список литературы

1 Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте / П. С. Грунтов, Ю. В. Дьяков, А. М. Макарошкин [и др.] ; под общ. ред. П. С. Грунтова. – М. : Транспорт, 1994. – 543 с.

2 **Ковалев, В. И.** Управление парками вагонов стран СНГ и Балтии на железных дорогах России / В. И. Ковалев, С. Ю. Елисеев, А. Т. Осьминин; под ред. В. И. Ковалева, С. Ю. Елисеева, Е. Ю. Мокейчива. – М. : Маршрут, 2006. – 245 с.

3 **Тишкин, Е. М.** Автоматизация управления вагонным парком / Е. М. Тишкин. – М. : Интекс, 2000. – 224 с.

4 Инструкция по учету простоя грузовых вагонов на железнодорожной станции на Белорусской железной дороге. – Минск : Белорусская железная дорога, 2008.