

УДК 656.223.2

В. Г. КУЗНЕЦОВ, кандидат технических наук; О. И. БИК-МУХАМЕТОВА, младший научный сотрудник, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОСТОЯ ВАГОНОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ НА ОСНОВЕ ПОНОМЕРНОГО СПОСОБА ИХ УЧЕТА

Существующие информационные технологии на железнодорожном транспорте позволяют реализовать новые принципы учета состояния вагона и расчета показателей простоя вагонов на станциях на основе пономерного способа их учета. Представлена методика расчета показателей простоя вагонов на станции с учетом собственника вагона на основе пономерного способа учета.

Одним из важнейших факторов повышения эффективности управления вагонным парком является достоверный учет простоев вагона на станциях. В специальной прикладной программе «Автоматизированная система пономерного учета, контроля дислокации, анализа использования и регулирования вагонного парка» (ДИСПАРК) ведется учет дислокации и выполнения всех операций с вагоном в реальном режиме времени. Функциональные возможности ДИСПАРК позволяют перейти к более достоверному и качественному процессу учета состояния и расчета показателей простоя вагонов на станции на основе применения пономерного способа учета.

Учет простоя вагонов по станции может производиться несколькими методами в зависимости от потребности в уровне детализации простоя вагона по его элементам и целей его применения при расчете качественных показателей использования вагонного парка, а также наличия информации в ДИСПАРК об операциях с вагоном.

Первый метод

В данном методе выполняется учет по каждому, установленному технологией, элементу простоя. При этом за единицу учета принимается продолжительность выполнения какой-либо технологической операции с вагоном на станции:

$$t [t_j, t_{j+1}] = t_{j+1} - t_j, \quad (1)$$

где t_{j+1} , t_j – соответственно моменты времени начала выполнения j -й и $(j+1)$ -й технологической операции с вагоном на станции.

Методика расчета продолжительности элементов простоя, рассматриваемых согласно первого метода, представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Методика расчета элементов простоя

Элемент простоя	Момент начала элемента простоя	Момент окончания элемента простоя	Расчетная формула
По прибытию	Прибытие вагона на станцию	Окончание расформирования состава, отцепки вагона от поезда или перевода вагона в нерабочий парк	$t_{\text{при}} = t_{\text{расф(отц, пр)}} - t_{\text{пр}}$
При подаче на пункт выполнения грузовой операции	Окончание расформирования состава или отцепки вагона от поезда	Окончание подачи на грузовой пункт (подъездной путь)	$t_{\text{поді}} = t_{\text{под}} - t_{\text{расф(отц)}}$
Под грузовыми операциями	Окончание подачи на грузовой пункт (подъездной путь)	Окончание грузовой операции	$t_{\text{грі}} = t_{\text{гр}} - t_{\text{под}}$
При уборке с пункта производства грузовой операции	Окончание грузовой операции	Окончание уборки вагона с грузового пункта (подъездного пути)	$t_{\text{убі}} = t_{\text{уб}} - t_{\text{гр}}$
При уборке из ремонта	Включение вагона в рабочий парк	Окончание уборки вагона с путей ремонта	$t_{\text{убі}}^{\text{рем}} = t_{\text{уб}} - t_{\text{рп}}$
По формированию	Окончание уборки с пункта производства грузовых операций (ремонта) или расформирование состава	Окончание формирования состава поезда	$t_{\text{фі}} = t_{\text{оф}} - t_{\text{расф(уб)}}$
По отправлению	Окончание формирования состава поезда или прицепка вагона к поезду	Отправление вагона со станции	$t_{\text{оі}} = t_{\text{о}} - t_{\text{оф(приц)}}$

Следует отметить, что при расчете продолжительности элементов простоев необходимо учитывать дату выполнения операции. Так, если подача вагонов на грузовой пункт была выполнена 19.03.15 в 21 ч 40 мин, а грузовой операция закончилась 21.03.15 в 13 ч 45 мин, то время простоя вагона под грузовыми операциями составит 41 ч 05 мин.

В случае, когда на момент учета (окончания рас-

четного периода) на станции (t_k) с вагоном не будет завершен цикл операций, последний элемент простоя в расчетном периоде предлагается считать незавершенным, учет которого необходимо производить по моменту окончания расчетного периода:

$$t' [t_m, t_k] = t_k - t_m, \quad (2)$$

где t_m – момент начала выполнения последней m -й операции с i -м вагоном на станции учета в расчетном периоде; t_k – момент окончания расчетного периода (17-00 или 18-00).

Второй метод

В данном методе производится учет простоя вагона в целом, без детализации по его элементам. При этом за единицу учета принимается полная продолжительность простоя вагона на станции (таблица 2) от момента прибытия до момента:

- отправления вагона со станции, учитываемый как *завершенный простой*;
- окончания расчетного периода, учитываемый как *незавершенный простой*.

Тогда *завершенный простой*:

$$t[t_{\text{пр}}, t_o] = t_o - t_{\text{пр}} - \sum_{j=1}^{k_{\text{пр}}} t_{\text{пр}(k)}, \quad (3)$$

где $t_{\text{пр}}$ – время прибытия вагона на станцию учета; t_o –

время отправления вагона со станции учета; $\sum_{k=1}^{k_{\text{пр}}} t_{\text{пр}(k)}$ –

суммарный простой вагона на станции учета в нерабочем парке от момента прибытия вагона на станцию учета до момента отправления со станции учета или момента окончания расчетного периода; $k_{\text{пр}}$ – количество переводов вагона из рабочего парка в нерабочий парк от момента прибытия вагона на станцию учета до момента отправления со станции учета или момента окончания расчетного периода.

Незавершенный простой:

$$t'[t_{\text{пр}}, t_k] = t_k - t_{\text{пр}} - \sum_{k=1}^{k_{\text{пр}}} t_{\text{пр}(k)}, \quad (4)$$

где t_k – момент окончания расчетного периода (17-00 или 18-00).

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

Идентификация состояния вагона на станции относительно расчетного периода	Расчетная формула	Схема идентификации моментов учета
Незавершенный простой		
<i>Прибытие вагона на станцию до начала расчетного периода и отправление после окончания расчетного периода</i>		
На момент окончания расчетного периода вагон находится в рабочем парке	$t_i [t_{\text{пр}}, t_k]$	
Вагон был переведен в нерабочий парк в течение расчетного периода и на момент окончания расчетного периода он находится в нерабочем парке	$t_i [t_{\text{пр}}, t_k] - t_{\text{пр}i}$	
Вагон был переведен в нерабочий парк в предыдущий расчетный период и на момент окончания расчетного периода он находится в нерабочем парке	$t_i [t_{\text{пр}}, t_k] - t_{\text{пр}i}$	
<i>Прибытие вагона на станцию в течение расчетного периода и отправление после окончания расчетного периода</i>		
На момент окончания расчетного периода вагон находится в рабочем парке	$t_i [t_{\text{пр}}, t_k]$	

Окончание таблицы 2

Идентификация состояния вагона на станции относительно расчетного периода	Расчетная формула	Схема идентификации моментов учета
На момент окончания расчетного периода вагон находится в нерабочем парке	$t_i [t_{\text{пр}}, t_{\text{к}}] - t_{\text{пр}i}$	
Завершенный простой		
<i>Прибытие вагона на станцию до начала расчетного периода и отправление в течение расчетного периода</i>		
Вагон отправлен со станции в течение расчетного периода	$t_i [t_{\text{пр}}, t_{\text{от}}]$	
Вагон в течение расчетного периода переводился в нерабочий парк	$t_i [t_{\text{пр}}, t_{\text{от}}] - t_{\text{пр}i}$	
<i>Прибытие и отправление вагона со станции в течение расчетного периода</i>		
Вагон отправлен со станции в течение расчетного периода	$t_i [t_{\text{пр}}, t_{\text{от}}]$	
Вагон в течение расчетного периода переводился в нерабочий парк	$t_i [t_{\text{пр}}, t_{\text{от}}] - t_{\text{пр}i}$	
<p>Условные обозначения:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ – отправление вагона со станции учета; ● – прибытие вагона на станцию учета; ◆ – момент учета вагона на конец расчетного периода; —▶ – нахождение вагона на станции учета между моментом прибытия и отправления; ...▶ – нахождение вагона в нерабочем парке. 		

*Расчет простоя
одного вагона на станции*

Простой i -го вагона на станции учета с незавершенным циклом операций определяется следующим образом:

1) в первом методе – как сумма завершенных и незавершенного элементов простоя на станции учета на

момент окончания расчетного периода, без учета простоя вагона в нерабочем парке:

$$t_i [t_{\text{пр}}, t_{\text{к}}] = \sum_{j=1}^{m-1} t_i [t_j, t_{j+1}] + t'_i [t_m, t_{\text{к}}], \quad (5)$$

где $\sum_{j=1}^{m-1} t_i [t_j, t_{j+1}]$ – сумма завершенных элементов

простоя i -го вагона на станции учета в рабочем парке; $t_i^i [t_m, t_k]$ – продолжительность незавершенного элемента простоя i -го вагона на станции учета в рабочем парке; m – количество операций с вагоном на станции учета на момент окончания расчетного периода.

2) во втором методе – как незавершенный простой вагона на момент окончания расчетного периода по формуле (4).

Простой i -го вагона на станции учета с заверренным циклом операций определяется следующим образом:

1) в первом методе – как сумма заверренных элементов простоя на станции:

$$t_i [t_{\text{пр}}, t_k] = \sum_{j=1}^{m-1} t [t_j; t_{j+1}]; \quad (6)$$

2) во втором методе – как заверренный простой вагона на станции на момент окончания расчетного периода и рассчитывается по формуле (3).

Расчет простоя одного собственного (арендованного) вагона

При учете простоя собственных или арендованных вагонов на станциях приписки арендаторов и собственников, а также на станциях, где у собственника (арендатора) вагона имеются собственные (арендованные) пути, из времени простоя необходимо исключать время нахождения этих вагонов на путях собственников и арендаторов.

Исходя из данного условия, *простой одного физического собственного (с) (арендованного (а)) вагона на путях собственников (арендаторов)* на конец расчетного периода можно определить двумя способами:

1) в первом методе – как сумма заверренных и неза-

вершенного элементов простоя по станции приписки собственника или арендатора вагона, за исключением простоя вагона в нерабочем парке и простоя на путях собственника (арендатора) и рассчитывается по формуле (5);

2) во втором методе – как заверренный или незавершенный простой без учета простоя вагона в нерабочем парке и простоя на путях собственника (арендатора) по формуле (таблица 3):

– при заверренном простое –

$$t^{c(a)} [t_{\text{пр}}, t_o] = t_o^{c(a)} - t_{\text{пр}}^{c(a)} - t_{\text{гп}}^{c(a)} [t_{\text{под}}, t_{\text{уб}}] - \sum_{j=1}^{k_{\text{пр}}} t_{\text{пр}j}^{c(a)}; \quad (7)$$

– при незавершенном простое –

$$t^{c,a} [t_{\text{пр}}, t_k] = t_k^{c(a)} - t_{\text{пр}}^{c(a)} - t_{\text{гп}}^{c(a)} [t_{\text{под}}, t_{\text{уб}}] - \sum_{j=1}^{k_{\text{пр}}} t_{\text{пр}j}^{c(a)}, \quad (8)$$

где $t_{\text{гп}}^{c(a)} [t_{\text{под}}, t_{\text{уб}}]$ – простой собственного (арендованного) вагона на путях собственника (арендатора).

Простой собственного или арендованного вагона на путях собственника (арендатора) вагона учитывается от момента подачи вагона на путь собственника (арендатора) до момента уборки вагона с пути:

– в случае уборки вагонов в течение расчетного периода –

$$t_{\text{гп}}^{c(a)} [t_{\text{под}}, t_{\text{уб}}] = t_{\text{уб}}^{c(a)} - t_{\text{под}}^{c(a)}; \quad (9)$$

– в случае уборки вагонов после окончания расчетного периода –

$$t_{\text{гп}}^{c(a)} [t_{\text{под}}, t_k] = t_k - t_{\text{под}}^{c(a)}. \quad (10)$$

Таблица 3 – Моменты идентификации нахождения собственных и арендованных вагонов на станциях приписки собственников и арендаторов при учете его простоя за расчетный период

Идентификация состояния вагона на станции относительно расчетного периода	Расчетная формула	Схема идентификации моментов учета
Незавершенный простой		
<i>Прибытие собственного (арендованного) вагона на станцию до начала расчетного периода и отправление после окончания расчетного периода</i>		
Вагон был подан и убран в текущем расчетном периоде	$t_{c(a)} [t_{\text{пр}}^{c(a)}, t_k] - t_{\text{гп}}^{c(a)}$	
Вагон был подан в предыдущем расчетном периоде, а убран в текущем расчетном периоде	$t_{c(a)} [t_{\text{пр}}^{c(a)}, t_k] - t_{\text{гп}}^{c(a)}$	
Вагон был подан в текущем расчетном периоде и на момент окончания расчетного периода находится на грузовом пункте	$t_{c(a)} [t_{\text{пр}}^{c(a)}, t_k] - t_{\text{гп}}^{c(a)}$	

Окончание таблицы 3

Идентификация состояния вагона на станции относительно расчетного периода	Расчетная формула	Схема идентификации моментов учета
Вагон был подан в предыдущий расчетный период и на момент окончания расчетного периода находится на грузовом пункте	$t_{c(a)} [t_{\text{пр}}^{c(a)}, t_{\text{к}}] - t_{\text{гр}}^{c(a)}$	
<i>Прибытие собственного (арендованного) вагона на станцию в течение расчетного периода и отправление после окончания расчетного периода</i>		
Вагон был подан и убран в текущем расчетном периоде	$t_{c(a)} [t_{\text{пр}}^{c(a)}, t_{\text{к}}] - t_{\text{гр}}^{c(a)}$	
Вагон был подан в текущем расчетном периоде и на момент окончания расчетного периода находится на грузовом пункте	$t_{c(a)} [t_{\text{пр}}^{c(a)}, t_{\text{к}}] - t_{\text{гр}}^{c(a)}$	
Завершенный простой		
<i>Прибытие собственного (арендованного) вагона на станцию до начала расчетного периода и отправление в течение расчетного периода</i>		
Вагон подан в предыдущем периоде	$t_{c(a)} [t_{\text{пр}}^{c(a)}, t_{\text{от}}^{c(a)}] - t_{\text{гр}}^{c(a)}$	
Вагон подан в текущем периоде	$t_{c(a)} [t_{\text{пр}}^{c(a)}, t_{\text{от}}^{c(a)}] - t_{\text{гр}}^{c(a)}$	
<i>Прибытие и отправление собственного или арендованного вагона со станции в течение расчетного периода</i>		
Вагон отправлен со станции в течение расчетного периода	$t_{c(a)} [t_{\text{пр}}^{c(a)}, t_{\text{от}}^{c(a)}] - t_{\text{гр}}^{c(a)}$	
<p>Условные обозначения:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ – отправление вагона со станции учета; ● – прибытие вагона на станцию учета; ◆ – момент учета вагона на конец расчетного периода; —▶ – нахождение вагона на станции учета между моментом прибытия и отправления; ••▶ – нахождение вагона на станции учета в нерабочем парке; ▲ – подача-уборка вагона на пути собственника (арендатора) вагона. 		

Средний простой вагона на станции

Для определения среднего простоя вагона на станции учета необходимо найти суммарный простой вагонов на станции (суммарные вагоно-часы простоя).

Суммарный простой вагонов на станции учета на момент окончания расчетного периода

$$\sum B = \sum_{i=1}^{n_3} t_i^3 + \sum_{i=1}^{n_{нз}} t_i^{нз}, \quad (11)$$

где $\sum_{i=1}^{n_3} t_i^3, \sum_{i=1}^{n_{нз}} t_i^{нз}$ – соответственно суммарный простой вагонов с заверренным и незаверренным простоем на станции учета; n_3 – число вагонов с заверренным простоем на момент окончания расчетного периода; $n_{нз}$ – число вагонов с незаверренным простоем на станции на момент окончания расчетного периода.

Число вагонов с заверренным простоем на момент окончания расчетного периода

$$n_3 = n_0 + n_{искл}, \quad (19)$$

где n_0 – число вагонов, отправленных со станции учета за расчетный период; $n_{искл}$ – число вагонов, исключенных из АБД ПВ (автоматизированного банка данных парка грузовых вагонов) в расчетном периоде.

Число вагонов с незаверренным простоем на станции на момент окончания расчетного периода

$$n_{нз} = R_p^{(17)} + \Delta R_{нр(p \rightarrow нр)}^{(17)}, \quad (12)$$

где $R_p^{(17)}$ – рабочий парк вагонов на 17-00 (18-00) на станции учета; $\Delta R_{нр(p \rightarrow нр)}^{(17)}$ – часть нерабочего парка вагонов на 17-00 (18-00), которая включает вагоны, переведенные из рабочего парка в нерабочий за время простоя на станции учета.

Суммарный простой вагонов по элементам:

– по прибытию –

$$\sum B_{пр} = \sum_{i=1}^n t_{прi}; \quad (13)$$

– при подаче –

$$\sum B_{под} = \sum_{i=1}^{n_m} t_{подi}; \quad (14)$$

– под грузовыми операциями –

$$\sum B_{гр} = \sum_{i=1}^{n_m} t_{гри}; \quad (15)$$

– при уборке –

$$\sum B_{уб} = \sum_{i=1}^{n_m} t_{убi}; \quad (16)$$

– при уборке из ремонта –

$$\sum B_{уб}^{рем} = \sum_{i=1}^{n_{пр}} t_{убi}^{рем}; \quad (17)$$

– по формированию –

$$\sum B_{\phi} = \sum_{i=1}^n t_{\phi i}; \quad (18)$$

– по отправлению –

$$\sum B_o = \sum_{i=1}^n t_{oi}, \quad (19)$$

где n – учетный парк вагонов за расчетный период времени T ; n_m – учетный парк местных вагонов за расчетный период времени T ; $n_{пр}$ – учетный парк вагонов, убранных из ремонта, за расчетный период времени T .

Средний простой вагона на станции учета

$$\bar{t} = \frac{\sum B}{n_o + n_{искл} + R_p^{(17)} + \Delta R_{нр(p \rightarrow нр)}^{(17)}}. \quad (20)$$

Средний простой вагона по элементам:

– по прибытию –

$$\bar{t}_{пр} = \frac{\sum nt_{пр}}{n}; \quad (21)$$

– при подаче –

$$\bar{t}_{под} = \frac{\sum nt_{под}}{n_m}; \quad (22)$$

– под грузовыми операциями –

$$\bar{t}_{гр} = \frac{\sum nt_{гр}}{n_m}; \quad (23)$$

– при уборке –

$$\bar{t}_{уб} = \frac{\sum nt_{уб}}{n_m}; \quad (24)$$

– при уборке из ремонта –

$$\bar{t}_{уб}^{рем} = \frac{\sum nt_{уб}^{рем}}{n_{пр}}; \quad (25)$$

– по формированию –

$$\bar{t}_{\phi} = \frac{\sum nt_{\phi}}{n}; \quad (26)$$

– по отправлению –

$$\bar{t}_o = \frac{\sum nt_o}{n}. \quad (27)$$

Учет суммарных вагоно-часов и среднесуточного простоя вагонов целесообразно вести по следующим уровням детализации показателя:

– по роду подвижного состава (крытые, платформы, полувагоны, цистерны, рефрижераторные секции, прочие);

– собственнику вагона (собственные и арендованные перевозчиками, собственные и арендованные операторских компаний, собственные и арендованные предприятий и организаций Республики Беларусь и других государств);

– состоянию вагона (груженный, порожний);

– категории вагонопотока (транзитный без переработки, транзитный с переработкой и местный вагон).

Пономерный способ учета простоя вагонов на станциях является основой расчета производных показателей использования вагонов всех собственников на инфраструктуре железнодорожного транспорта. Применение метода пономерного учета и расчета показателей позволяет сформировать новую модель анализа работы станции, основанную на пооперационном учете местонахождения и состояния каждого вагона,

находящегося в эксплуатации, а также с учетом рода подвижного состава, его принадлежности, состояния и вида сообщения.

Список литературы

1 Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте. / П. С. Грунтов [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. Мокейчева. – 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 : утв. приказом Начальника Белорусской ж. д. от 11.12.2008 г. № 547Н. – Минск : Белорусская ж. д., 2008. – 14 с.

5 Расчет показателей использования вагонов на основе автоматизированного учета состояния и местонахождения вагона рабочего парка / В. Г. Кузнецов [и др.] // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. – 2011. – № 2. – С. 29–35.

Получено 02.03.2015

V. G. Kuznetsov, O. I. Bik-Mukhametova. Method of calculation the downtime cargo rail vehicles on the basis of a number way of their account.

Existing information technologies for rail transport allow you to implement new accounting principles state of the car and of calculating demurrage at the stations on the basis of a number way of their account. Presents the method of calculation of demurrage at the station, taking into account the owner of the car on the basis of a number way of their account.