

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ МОЩНОСТИ
ГРУЗОВОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ
ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ. ЧАСТЬ II**

Предложен механизм реализации принципов функционально-стоимостного анализа (ФСА) для комплексной оценки существующей перерабатывающей способности грузовой станции и определения путей ее повышения.

Грузовые станции крупных промышленных предприятий характеризуются многофункциональностью, а их существенной особенностью являются колебания объема транспортной работы при относительно стабильном значении прибывающего вагонопотока.

Применение существующей методики расчета для оценки перерабатывающей способности такой станции и обоснования по повышению эффективности ее работы необходимых результатов не дает. Поэтому предложен новый подход к решению этой задачи и метод, основанный на функционально-стоимостном анализе с использованием его инверсной формы [1].

Целью настоящей статьи является разработка механизма реализации предложенного метода ФСА для комплексной оценки существующей перерабатывающей способности грузовой станции и определения путей ее повышения.

Общие принципы функционирования станций различных типов (сортировочных, грузовых и др.) одинаковы. Однако, формы проявления функций весьма разнообразны. Поэтому на первом этапе, с использованием классификационных признаков ФСА, осуществляется функциональная декомпозиция грузовой станции, как системотехнического комплекса (СТК) на подсистемы, а также обозначаются и оцениваются выполняемые ими функции [2, 3].

Смысл классификации заключается в разделении функций на такие виды, которые наиболее эффективно выражали бы основополагающие связи и характер анализируемой системы. При этом функция рассматривается как комплекс действий, дающий законченный результат при заданных параметрах, а общим классификационным признаком является разделение функций по характеру отношений между анализируемой системой и потребителем ее услуг, в данном случае с основным производством. Иначе говоря, классификация представляет собой декомпозицию системы на макроуровне.

Классификация функций любой системы (объекта) представлена на рис. 1. В соответствии с указанными отношениями функции делятся на внешние (общесистемные) и внутренние (внутрисистемные). По признаку удовлетворения требований потребителя внешние функции делятся на главные и второстепенные. Главная функция выражает сущность поведения системы, то ради чего она создана. Она всегда единственная и интегрирует все логические группы функций системы. Второстепенные, - это функции, повышающие удобство использования системы.

Внутренние функции – это действия и взаимосвязи внутри системы, обусловленные принципом ее построения и особенностями реализации внутренних возможностей системы. Они делятся на основные (рабочие) и вспомогательные (обеспечивающие). Основные функции – это действия и способности системы, работающие на главную функцию. Каждая из них выражает всегда только одну из частей поведения системы и выполняется внутрисистемными носителями. Вспомогательные функции создают предпосылки и условия для выполнения основных функций. Они формируют основные функции, а их число зависит от сложности функциональных связей системы.

¹ПГТУ, д-р техн. наук, проф.

²ОАО "ММК им. Ильича", инж.

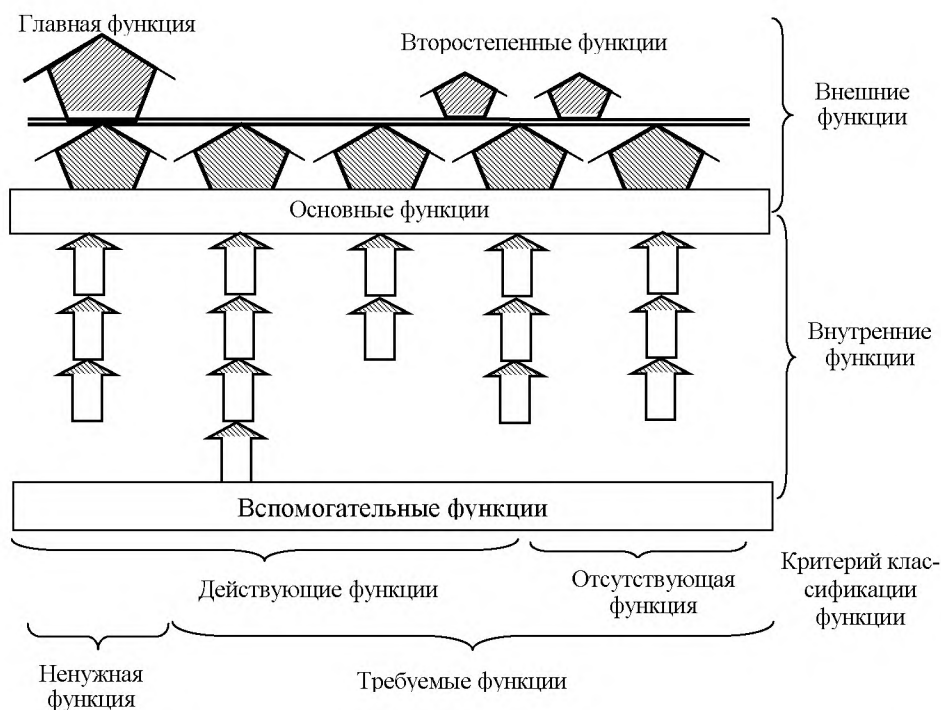


Рис. 1 – Классификация функций по методологии ФСА

В процессе реализации методологии ФСА функции делятся на действующие, которые система фактически выполняет, и требуемые, которые система должна иметь, чтобы полностью удовлетворять требованиям потребителя. Путем сравнения этих функций выделяются функции отсутствующие, которые система должна выполнять дополнительно для обеспечения требований потребителя, и ненужные, которые система выполняет, но в действительности они потребителю не требуются. Последние возникают как следствие незнания действительных потребностей производства или из-за недостаточной исследовательности проблемы.

Новые решения всегда должны устранять ненужные функции и по возможности исключать их носители.

Идентификация функций, их селекция, группировка по основным признакам и переструктуризация позволяет разобраться в функциональной анатомии рассматриваемой системы и, в соответствии требованиям потребителя, определить ее состояние и пути совершенствования.

В соответствии с принятой методологией и результатами ранее проведенного анализа [1] идентифицированы основные действующие функции грузовой станции, обслуживающей аглофабрику (рис. 2).

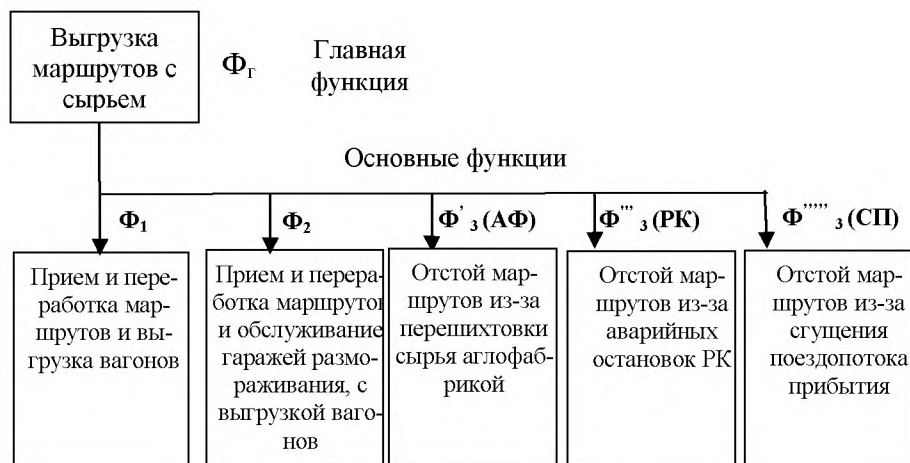


Рис. 2 – Основные действующие функции грузовой станции, обслуживающей аглофабрику

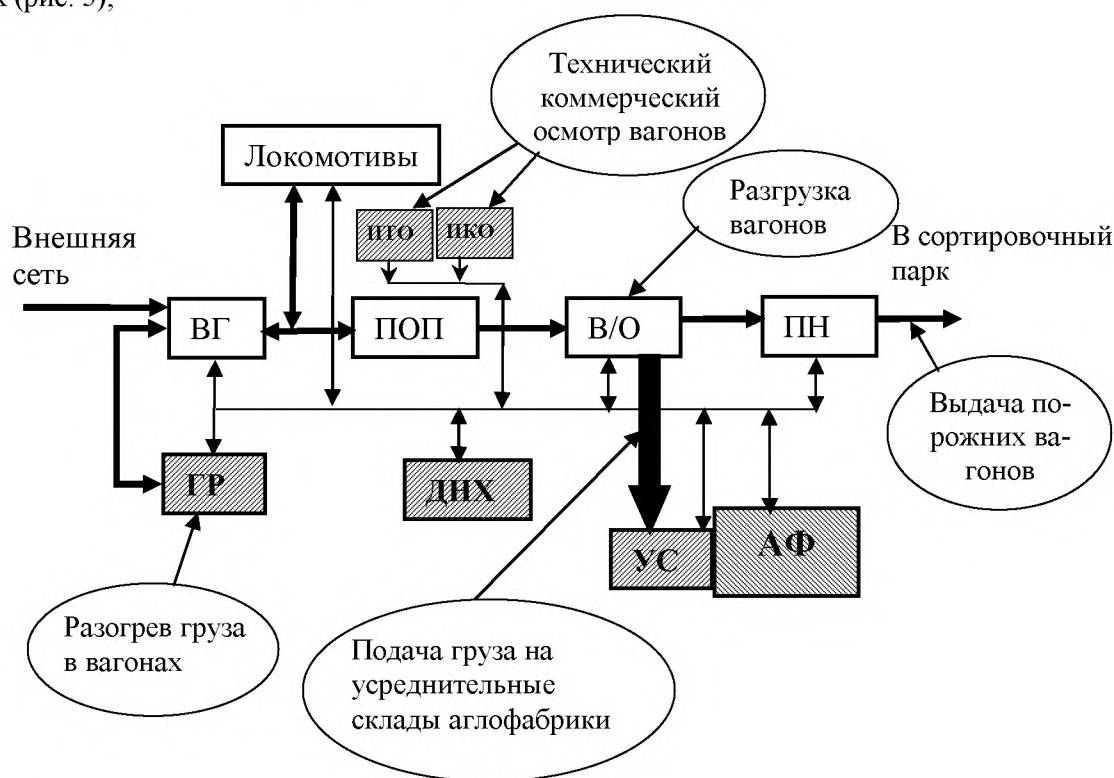
По результатам исследований установлено, что при заданном объеме вагонопотока (Q), реализация основных функций обуславливает выполнение определенного объема транспортной работы (A , ваг. час), включающей технологические операции по переработке, передвижению и простой вагонов. Базовый объем транспортной работы реализуется основными функциями Φ_1 и Φ_2 .

Вместе с этим, процесс переработки вагонопотока подвержен совместному или разделному действию основных функций Φ_3' , Φ_3'' и Φ_3''' , которые приводят к необходимости выполнения дополнительного объема транспортной работы ($A + \Delta A$).

При неизменной конструктивной схеме станции и ее технических устройств возрастающий объем транспортной работы существенно усложняет процесс переработки вагонопотока и приводит к значительному увеличению продолжительности переработки (T , час) и платы за пользование вагонами (C , грн.).

Для установления причин и оценки создавшегося положения выполняется второй этап функционального анализа, который предусматривает декомпозицию грузовой станции, как СТК, на подсистемы и заключается в его анализе на микроуровне. Он включает:

- морфологическое описание, представленное структурной моделью грузовой станции и формирующее представление о ее структуре, пространственно-временной организации, связях и границах (рис. 3);



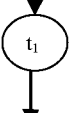
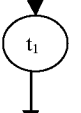
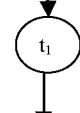
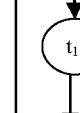
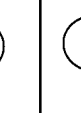
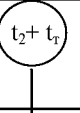
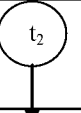
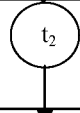
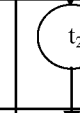
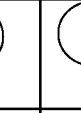
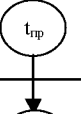
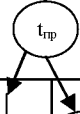
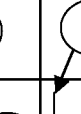
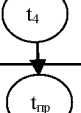
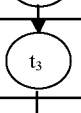
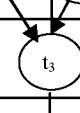
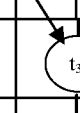
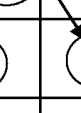
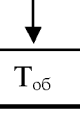
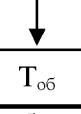
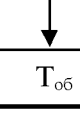
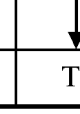
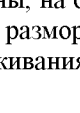
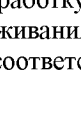
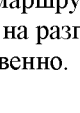
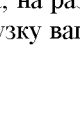
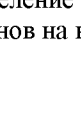
Условные обозначения:

- — потоки маршрутов, групп вагонов и движение локомотивов;
- — потоки информации и документов
- — технические устройства станции
- ▨ — здания и сооружения станции

Рис. 3 – Структурная модель (блок-схема) «грузовая станция»: ГР – гаражи размораживания; ДНХ – диспетчер станции; УС – усреднительные склады; АФ – авглофабрика

- маршрутно-технологическую модель, определяющую системные связи, которые образуют потоки: грузотранспортные (поезда, группы вагонов, локомотивы, грузы), информационные и документальные, а также формируют технологические траектории их передвижения и операции. То есть формируют вспомогательные функции для каждой основной функции (табл. 1).

Таблица 1 – Маршруты основных транспортных потоков грузов станции и затраты времени на их выполнение

Вспомогательные функции (операции в элементах станции)		Основные функции				
		Φ_1	Φ_2	Φ_3'	Φ_3''	Φ_3'''
Горловина (передвижение маршрутов и групп вагонов)						
Приемо-отправочный парк (технологические операции, отстой вагонов)	технолог. операции					
	простой					
гаражи размораживания груза (разогрев груза)	разогрев груза					
	простой					
Вагоноопрокидыватели (выгрузка вагонов)						
Парк накопления (накопление групп вагонов)						
Общие затраты времени		$T_{об}$	$T_{об}$	$T_{об}$	$T_{об}$	$T_{об}$

Примечание: t_1 , t_2 , t_t , $t_{пр}$, t_3 , t_4 – время на занятие горловины, на обработку маршрута, на разделение маршрута на группы вагонов, на простой в ПОП или гаражах размораживания, на разгрузку вагонов на вагоноопрокидывателях, на разогрев груза в гаражах размораживания соответственно.

Исходя из принципов методологии ФСА и основываясь на результатах проведенного анализа, можно отметить следующее:

- для бесперебойной работы грузовой станции требуемыми основными функциями являются Φ_1 и Φ_2 . Они характеризуются установившимся технологическими траекториями с законченным комплексом операций (вспомогательных функций) и в совокупности формируют главную функцию грузовой станции $\Phi_{гл}$. В связи с указанным они определяют основные затраты времени и расход ресурсов на переработку вагонопотока;

- основные функции Φ_3' , Φ_3'' и Φ_3''' проявляются периодически, носят случайный характер, не содержат законченного комплекса операций (вспомогательных функций) и представляют собой локальный участок технологической траектории основных функций Φ_1 и Φ_2 . В конечном итоге именно рассматриваемые функции являются основными носителями неоправданных потерь времени и нерационального расходования ресурсов, что приводит к существенному увеличению затрат на реализацию главной функции грузовой станции.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить следующее:

- из числа действующих основных функций к числу требуемых для работы грузовой станции относятся только основные функции Φ_1 и Φ_2 ;

- основные функции Φ_3' , Φ_3'' и Φ_3''' характеризуются общей целью и содержанием действий и их следует объединить в единую функцию Φ_3 – отстоя груженных составов с последующей выгрузкой вагонов.

Модернизированная функциональная схема основных действующих функций представлена на рис. 4.



Рис. 4 – Укрупненный перечень основных действующих функций грузовой станции

Наличие функции Φ_3 подтверждает, что в существующих условиях перерабатывающая способность станционных мощностей была определена без учета влияния случайных факторов, особенно в условиях зимнего режима работы грузовой станции и по этой причине ее нельзя считать ненужной (избыточной). Наиболее рациональным в данном случае является дополнительный учет выполнения комплекса действий функции Φ_3 и других потерь, связанных с зимним режимом работы грузовой станции в составе функций Φ_1 и Φ_2 .

Следовательно, эффективная работа многофункциональной грузовой станцией будет достигаться за счет обеспечения соответствия: величины фактического объема транспортной работы ($A + \Delta A$), имеющего место при выборочном или совместном выполнении основных функций Φ_1 , Φ_2 и Φ_3 , – и возможного объема этой работы (A_s), зависящего от ее перерабатывающей мощности, которая определяется конструкцией станции (принципиальной схемой, конструкцией и параметрами технических устройств и др.). При постоянном значении вагонопотока грузовой станции (Q) и нормативного времени оборота вагона на станции (T_n) можно записать, что:

$$A + \Delta A \leq A_s, \text{ вагоно.час/сутки} \quad (1)$$

Таким образом, одним из критериев оценки, определяющим работу многофункциональной грузовой станции следует считать объем транспортной работы ($A + \Delta A$).

Однако, для одного и того же путевого развития, функции (Φ_1 , Φ_2 , Φ_3), выполняемые станцией, в различных условиях динамически перераспределяются, что существенно увеличивает объем транспортной работы. Для оценки величины этих колебаний вводится коэффициент динамичности станционной работы, который определяется из условия

$$A + \Delta A \leq k_d \cdot Q \cdot T_n, \text{ вагоно.час/сутки}, \quad (2)$$

где k_d – коэффициент динамичности.

Преобразуя формулу (2) получаем

$$k_d = \frac{A + \Delta A}{T_n \cdot Q}, \quad (3)$$

Вместе с этим необходимо учитывать, что увеличение объема транспортной работы для одной и той же путевой схемы станции приводит к существенному увеличению загрузки станционных мощностей $N_{ст} = \{N_1, N_2, N_3, J_p\}$.

В связи с указанным необходим баланс между ростом объема транспортной работы и перерабатывающей мощностью станции. Аналитическое выражение динамического баланса станции имеет вид

$$\frac{A + \Delta A}{T_n} \leq N_{cm} \text{ вагонов/сутки}, \quad (4)$$

где N_{cm} – показатель перерабатывающей способности станции, ваг/сутки.

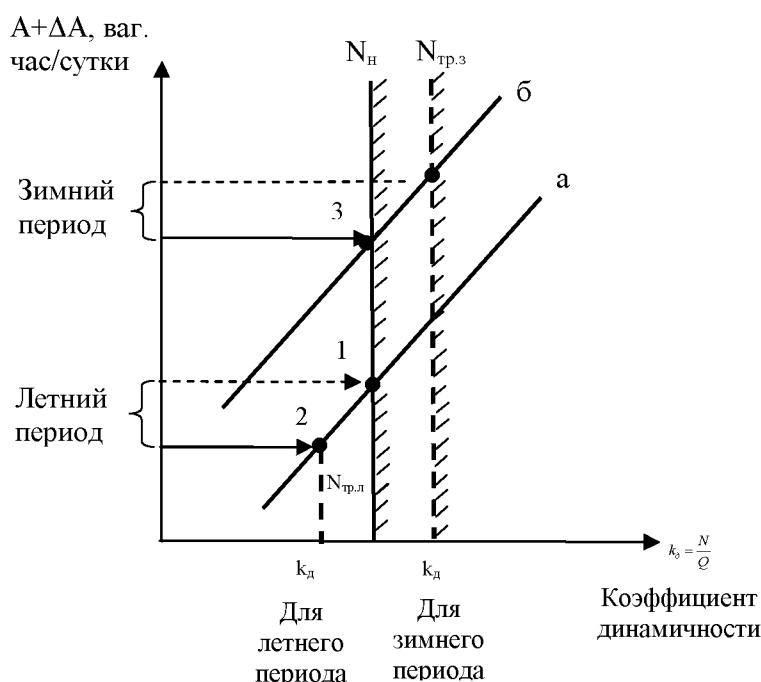
Преобразуя формулы (2 и 4) и считая, что $k_d = f(N_{cm} \rightarrow s)$ получаем значение коэффициента динамичности, отражающее отношение перерабатывающей мощности станции к заданному вагонопотоку. При этом эквивалентом коэффициента динамичности с $k_{дэ} = 1$ следует принимать объем транспортной работы, выполняемый по основной функции Φ

$$k_d = \frac{N_{cm}}{Q} \quad (5)$$

Подход к оценке перерабатывающей мощности железнодорожных станций на основе динамического баланса, как наиболее полно отражающий сложность существующих условий процесса переработки вагонопотока, получает применение и на магистральных дорогах [4].

Следовательно, другим критерием, определяющим работу многофункциональной грузовой станции является коэффициент динамичности, устанавливающий ограничение на объем транспортной работы, обусловленный наличной перерабатывающей мощностью, связанной с конструкцией станции.

Графическая интерпретация динамического баланса перерабатывающей мощности грузовой станции представлена на рис. 5.



α — зависимость объема транспортной работы от коэффициента динамичности в летний период;
 β — зависимость объема транспортной работы от коэффициента динамичности в зимний период.

Рис. 5 – Графическая интерпретация баланса перерабатывающей мощности грузовой станции

Из приведенного графика следует, что в рассматриваемых эксплуатационных условиях, наличная перерабатывающая мощность станции в летний период (1) превышает требуемую (2), а в зимний период она (3) оказывается значительно ниже требуемой (4).

Проведенные исследования показали, что при постоянном вагонопотоке и увеличении объема транспортной работы, связанном с динамическим перераспределением выполняемых функций, именно коэффициент динамичности является критерием определения требуемого уровня перерабатывающей мощности грузовой станции.

Следовательно, разработанная методика с использованием коэффициента динамичности позволяет для конкретной величины объема транспортной работы определять текущие значения, а также прогнозировать требуемый уровень перерабатывающей мощности как отдельных технических устройств, так и грузовой станции в целом рассматривая различные варианты совершенствования ее конструкции или внедрения новых организационно-управленческих мероприятий.

Согласно методологии функционально-стоимостного анализа конкретные технические решения должны приниматься на основе оценки и сравнения потерь, обусловленных дополнительной транспортной работой, связанной с выполнением неучтенных или ненужных функций и простоев, и затрат необходимых затрат на их реализацию (C_3). Данное условие выражается зависимостью

$$C_3 \leq \frac{24 \cdot T_p \cdot \Delta A \cdot \Pi}{T_n \cdot Q}, \text{ грн./сутки} \quad (6)$$

где ΔA – дополнительная транспортная работа на выполнение неучтенной или ненужной функции, ваг.час/сутки;

Π – тариф платы за пользование вагонами, грн/час;

T_p – расчетный период, сут.

Заменяя в (6) значение вагонопотока по формуле (5) позволяющее учесть существующий уровень перерабатывающей способности станции получаем

$$C_3 \leq \frac{24 \cdot T_p \cdot k_d \cdot \Delta A \cdot \Pi}{T_n \cdot N_{cm}}, \text{ грн.} \quad (7)$$

Выражение (7) представляет собой величину затрат, которые могут быть использованы для увеличения перерабатывающей способности станции, компенсирующее потери на дополнительную транспортную работу.

Направлением дальнейших исследований, определяемое как функциональный синтез является разработка математической модели и алгоритма установления зависимости, увязывающей объем транспортной работы и перерабатывающей мощности станции и учитывающей вероятностный характер динамического перераспределения функций в различных эксплуатационных условиях, с последующим выбором новых технических решений развития станции.

Выводы

1. Для оценки перерабатывающей мощности железнодорожной станции введен показатель транспортной работы, включающий технологические операции, непроизводительные перемещения и простой вагонов.
2. Установлено, что, несмотря на наличие стабильного вагонопотока, выполнение станцией ряда функций, обусловленных действием случайных факторов, существенно увеличивает именно объем транспортной работы, который превышает перерабатывающую мощность станции, приводит к ее блокированию и значительным производственным потерям.
3. Предложена методика оценки перерабатывающей мощности станции для различного объема транспортной работы, в которой за критерий соответствия принимается коэффициент динамичности, отражающий ее нормативное значение для заданной величины вагонопотока.
4. Предложен показатель, определяющий соотношение издержек и потерь, обусловленных дополнительной транспортной работой, и затрат на техническое развитие станции, в основу которого положен коэффициент динамичности.

Перечень ссылок

1. *Парунакян В.Э.* Методика оценки перерабатывающей мощности грузовой железнодорожной станции промышленного предприятия. Часть I / *В.Э. Парунакян., В.А. Бойко* // Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту: Зб.наук.пр. – Маріуполь, 2007. – Вип. № 17. – С. 193 – 197.
2. *Влчек В.* Функционально-стоимостной анализ в управление: Сокр. пер. с чеш. / *В. Влчек.* – М.: Экономика, 1986. – 176 с.
3. *Панков В.А.* Функционально-стоимостной анализ технических и организационно-экономических систем (ФСА/ФСУ): Учеб. пособие / *В.А. Панков, С.В. Ковалевский, А.П. Бившев.* – Д.: Новый мир, 2005. – 257 с.
4. *Бородин А.Ф.* Эффективно использовать станционные мощности / *А.Ф. Бородин* // Железнодорожный транспорт. – 2006. - № 9. – С. 41 – 49.

Рецензент: Ю.В. Гусев
канд. техн. наук, доц., ПГТУ

Статья поступила 03.04.2008