

## ТРАНСПОРТ ТА ЛОГІСТИКА

УДК 656.2:669.013

©Парунакян В.Э.<sup>1</sup>, Маслак А.В.<sup>2</sup>, Аксёнов М.Л.<sup>3</sup>

### ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВНЕШНИХ ВАГОНОПОТОКОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*В статье проведена идентификация внешнего вагонотока крупного металлургического предприятия на основе функционального анализа. Разработана принципиальная схема модели переработки подвижного состава с выделением четырёх функциональных модулей. Рассмотрены основные внутренние функции каждого модуля.*

**Ключевые слова:** внешние вагонотоки, транспортно-грузовой комплекс, функционально-стоимостной анализ, система сдвоенных операций.

*Парунакян В.Е., Маслак Г.В., Аксёнов М.Л. Ідентифікація зовнішніх вагонотоків металургійних підприємств. У статті проведена ідентифікація зовнішнього вагонотоку великого металургійного підприємства на основі функціонального аналізу. Розроблено принципову схему моделі переробки рухомого складу з виділенням чотирьох функціональних модулів. Розглянуто основні внутрішні функції кожного модуля.*

**Ключові слова:** зовнішні вагонотоки, транспортно-вантажний комплекс, функціонально-вартісний аналіз, система здвоєних операцій.

*V.E. Parunakjan, A.V. Maslak, M.L. Aksenov. Identification of external car traffic volumes at iron and steel. This article presents identification of external car traffic volumes at large steel plant on the basis of functional analysis. A principal scheme of processing models of rolling stock with the release of four functional modules was given. Analyzed were the main internal features of each module.*

**Keywords:** external car traffic volume, transport and cargo complex, functional-cost analysis, system dual operations.

**Постановка проблемы.** В настоящее время с переходом к рыночным механизмам хозяйствования существенно изменились экономические условия и повысились внутрипроизводственные требования, что привело к усложнению работы промышленного железнодорожного транспорта.

Транспортное обслуживание металлургических предприятий функционально разделяется на работу с вагонами внешнего парка (приём сырья, вывоз готовой продукции) и внутрипроизводственные технологические перевозки (обслуживание переделов).

Обеспечение предприятия внешними перевозками является одной из важнейших составляющих всей его транспортной работы. При этом железнодорожный транспорт выполняет следующие основные функции: приём и выгрузку массового сырья; очистку подвижного состава после выгрузки; сортировку вагонов по их техническому и коммерческому состоянию; формирование порожних маршрутов и их сдачу на внешнюю сеть; формирование порожних подач в прокатные цеха для отгрузки готовой продукции; погрузку готовой продукции и отправление гружёных сдач на внешнюю сеть.

Таким образом, при продвижении внешнего вагонотока на предприятиях можно выделить два основных его маршрута: 1) приём и выгрузка массового сырья – отправление порож-

<sup>1</sup> д-р техн. наук, профессор, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

<sup>3</sup> ст. преподаватель, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

них маршрутов; 2) приём и выгрузка массового сырья – подача порожнего подвижного состава в прокатные цеха – погрузка готовой продукции и её сдача на внешнюю сеть, т.е. двоякие операции.

Анализируя существующую систему организации транспортного обслуживания в части внешних перевозок промышленных предприятий, следует отметить следующее.

В условиях рассогласованности ритмов работы производства и транспорта (меняющиеся режимы работы производственных цехов, неравномерность прибытия сырья, климатические условия и др.), при переработке вагонов внешнего парка (ВП) на предприятиях имеют место значительные межоперационные простои подвижного состава в транспортно-грузовых комплексах выгрузки сырья и погрузки готовой продукции. Так, при среднем обороте вагонов ВП на предприятиях, составляющем 30-35 час, он обычно превышает 50-55 часов. При этом в общей продолжительности его переработки, выгрузка-погрузка достигает 65-70 %.

Кроме того, в последнее время на продолжительность переработки внешнего вагонопотока на подъездных путях оказывает влияние наличия в вагонах ВП подвижного состава операторских компаний, доля которых постоянно растёт.

Такая ситуация приводит к значительному увеличению продолжительности использования вагонов ВП и, как следствие, транспортных затрат.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Сложившееся положение связано, в первую очередь, с тем, что существующая система управления внешними вагонопотоками предприятий недостаточно эффективна и не отвечает производственным требованиям. Это осложняет производственную ситуацию, приводит к существенному росту транспортных издержек и производственным потерям [1].

В дореформенный период эти вопросы остро не стояли, так как управление вагонопотоками основывалось на государственном регулировании взаимоотношений транспорта и промышленных предприятий. С позиций рыночной экономики использованию подвижного состава на подъездных путях посвящены лишь отдельные работы постановочного характера, которые существа проблемы не решают [2, 3]. Кроме того, на начальной стадии изучения находятся вопросы переработки вагонов различных собственников в условиях металлургических предприятий [4].

В связи с указанным, вопрос повышения эффективности управления вагонопотоками является актуальным и требует своего решения.

**Цель статьи** – идентификация внешних вагонопотоков металлургических предприятий для формализации задач последующего управления.

**Изложение основного материала.** Маршруты продвижения внешнего вагонопотока по путям промышленных предприятий зависят от многих факторов:

- а) структуры металлургического предприятия (наличие агломерационного и коксохимического производств), которая предопределяет величину внешнего вагонопотока и его интенсивность;
- б) поточности производства (прямопоточные и возвратнопоточные схемы планировочных решений предприятий);
- в) разветвлённой схемы транспортных коммуникаций.

В этих условиях играет большую роль наличие второго примыкания к подъездному пути. На этой основе можно выделить несколько вариантов взаимодействия магистрального и промышленного железнодорожного транспорта (рис. 1).

Так, по первому варианту осуществляется транспортное обслуживание металлургического комбината «Азовсталь», третий вариант является наиболее сложным и соответствует транспортной системе ПАО «ММК им. Ильича», который принимается в качестве базового для исследований.

Поступление сырья на комбинат производится как в вагонах общесетевого парка (вагоны Укрзализныци), так и в вагонах различных операторских компаний. Общее среднесуточное прибытие составляет 850-900 вагонов, при этом наблюдается увеличение вагонов-операторов, повышаются требования к их использованию и сдаче в порожнем состоянии.

Основная масса вагонов прибывает на грузовую станцию для агломерационного производства, где после выгрузки, очистки и сортировки часть вагонов следует под отгрузку готовой продукции, остальная – маршрутами порожних вагонов сдаётся на ВС. Отгрузка готовой про-

дукции производится по заявкам производства три раза в сутки на грузовых фронтах прокатных цехов предприятия. После погрузки, которая включает также документальное оформление металла и подвижного состава, вагоны следуют на ЗСС для формирования поездов и сдачи их на ВС.

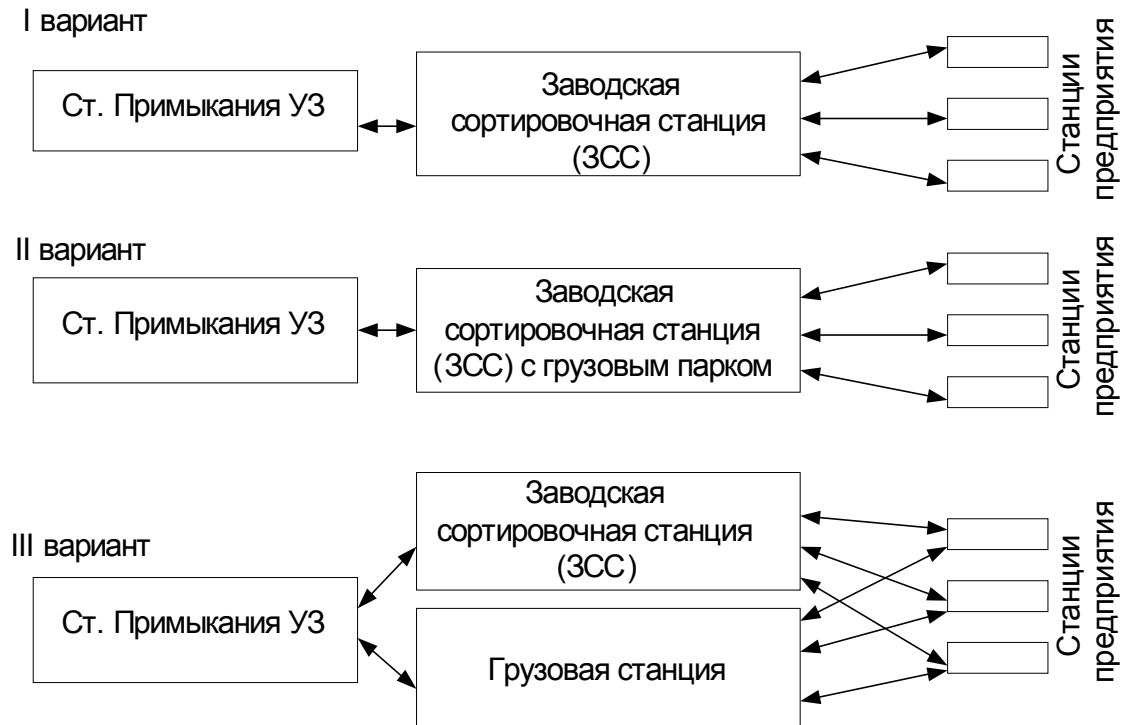


Рис. 1 – Маршруты продвижения вагонопотоков

Сортировочная работа по переработке сборных поездов и доставки их на станции назначения осуществляет ЗСС. Кроме того, на ЗСС прибывают маршруты с коксом в адрес доменного производства, которые проследуют станцию без переработки. Принципиальная схема движения внешних вагонопотоков представлена на рис. 2.

Анализ приведенной схемы показывает, что переработка вагонов внешнего парка на предприятии представляет собой сложную динамическую систему, состоящую из четырёх модулей. В качестве последних следует выделить транспортно-грузовой комплекс выгрузки сырья, транспортный комплекс по формированию порожних передач для отгрузки готовой продукции и отправки на ВС, транспортно-грузовой комплекс погрузки продукции, транспортный комплекс сдачи гружёных вагонов на ВС.

Для идентификации внешнего вагонопотока применяется функциональный анализ, обеспечивающий выделение и оценку функций рассматриваемой системы для её дальнейшего функционального синтеза, с целью формирования технико-экономического обоснования новых принципов продвижения вагонопотока по транспортной сети предприятия.

Указанные функции согласно общей теории функционально-стоимостного анализа (ФСА) распределены на следующие группы: внешние (общесистемные) и внутренние (внутри-системные). Внешние функции представлены главной и второстепенной функциями. Главная функция выражает сущность поведения системы и интегрирует все логические группы функций системы. Второстепенные – это функции, повышающие удобство использования системы (рис. 3) [5].

Внутренние функции – это действия и взаимосвязи внутри системы, обусловленные принципом её построения и особенностями реализации внутренних возможностей системы. Они делятся на основные (рабочие) и вспомогательные (обеспечивающие). Основные функции представляют собой действия и способности системы, работающие на главную функцию.

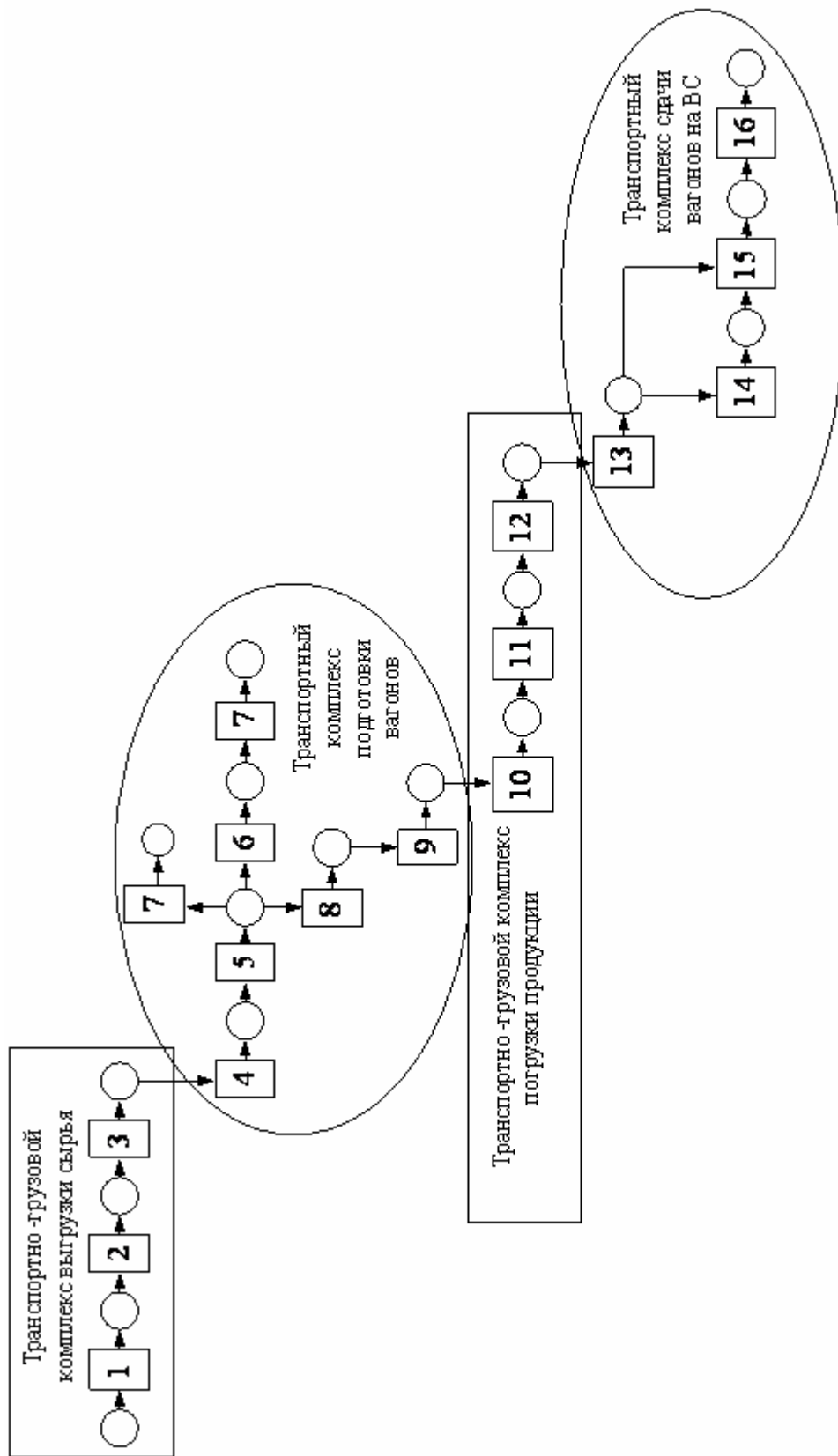


Рис. 2 – Схема движения внешних вагонопотоков на базовом предприятии:

1 – прибытие маршрутов сырья с ВС, приёмо-сдаточные операции; 2 – выгрузка грузов; 3 – накопление порожних вагонов; 4 – очистка вагонов после выгрузочных операций; 5 – сортировка порожних вагонов; 6 – накопление порожних вертушек; 7 – формирование порожних составов и управление на ВС; 8 – формирование порожних передач для цехов предприятия под отгрузку готовой продукции; 9 – доставка порожних вагонов на станции отгрузки готовой продукции; 10 – постановка вагонов на грузовой фронт цеха; 11 – погрузка вагонов; 12 – уборка гружёных вагонов с грузового фронта и формирование вывозных передач; 13 – доставка гружёных передач на ЗСС; 14 – накопление поездов и управление на ВС; 15 – технический и коммерческий осмотр составов, документальное оформление сдачи; 16 – формирование поездов и отправленне на ВС

При исключении любой основной функции главная функция в принципе не может быть реализована. Вспомогательные функции создают предпосылки и условия для выполнения основных функций. Они формируют основные функции, а их число зависит от сложности функциональных связей системы, при исключении вспомогательной функции работоспособность исследуемой системы сохраняется, но ухудшаются некоторые показатели качества. С этих позиций рассмотрим главную, основные и вспомогательные функции каждого модуля исследуемой системы.

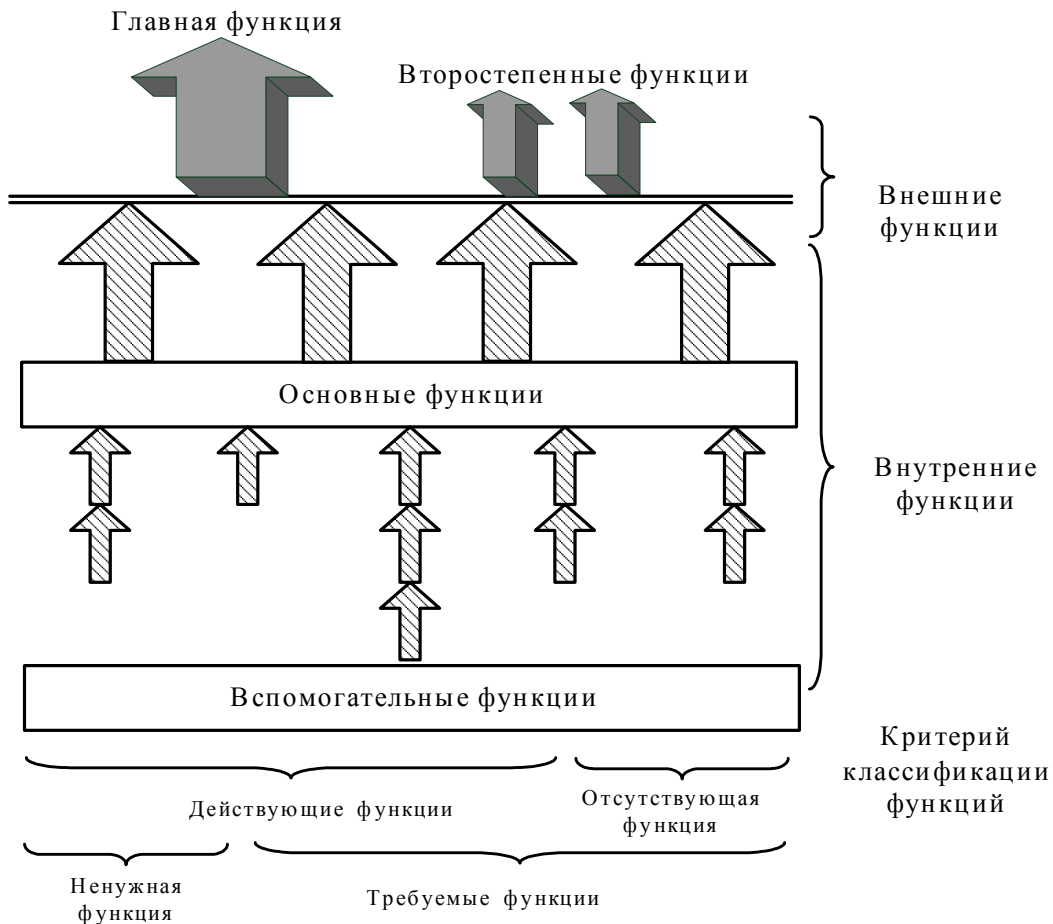


Рис. 3 – Классификация функций по методологии ФСА

В качестве главной функции  $\{\Phi\}$  выступает переработка вагонов внешнего парка с минимальным временем нахождения подвижного состава на путях предприятия.

Основные функции модулей вытекают из их назначения. Так для первого модуля характерна функция выгрузки подвижного состава в зимнее и летнее время  $\{\Phi_1\}$ . Второй модуль содержит функцию формирования порожних маршрутов и передач для отправки на ВС и в цеха предприятия соответственно  $\{\Phi_2\}$ . Основной функцией третьего модуля является погрузка готовой продукции в прокатных цехах  $\{\Phi_3\}$ . Четвёртый модуль предполагает одну основную функцию – формирование и сдачу гружёных продукцией завода вагонов на ВС  $\{\Phi_4\}$ .

Исходя из вышеизложенного, записывается функциональная модель переработки вагонов внешнего парка комбината. Она представляет собой кортеж функций:

$$M = \langle \Phi, \Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \Phi_4 \rangle. \quad (1)$$

Для реализации основных функций каждый модуль имеет множество вспомогательные функции, которые приведены в таблице.

Основные и вспомогательные функции характеризуются временными параметрами прохождения вагонопотока  $\{N\}$  через каждый модуль системы. Общее время пребывания в каждом

модуле состоит из продолжительности технологических операций, время на выполнение которых  $\{t_{техн}\}$  нормируется, а также из ожидания выполнения последующих технологических операций, время которого  $\{t_{ож}\}$  носит вероятностный характер:

$$T = \sum t_{техн} + \sum t_{ож}, \text{ ч.} \quad (2)$$

Таблица

Идентификация вспомогательных функций системы

Основная функция системы	Вспомогательная функция	Обозначение вспомогательной функции
1	2	3
Выгрузки подвижного состава в зимнее и летнее время $\{\Phi_1\}$	Приём маршрутов с ВС, подготовка к выгрузке	$\{\Phi_{11}\}$
	Отстой гружёных маршрутов в парке приёма станции	$\{\Phi_{12}\}$
	Выгрузка вагонов на вагоноопрокидывателях разгрузочного комплекса	$\{\Phi_{13}\}$
	Накоплением вагонов после выгрузки в накопительно-отправочном парке станции	$\{\Phi_{14}\}$
	Технический и коммерческий осмотр подвижного состава	$\{\Phi_{15}\}$
Формирование порожних маршрутов и передач для отправки на ВС и в цеха предприятия $\{\Phi_2\}$	Очистка порожних вагонов	$\{\Phi_{21}\}$
	Сортировка порожних вагонов	$\{\Phi_{22}\}$
	Накопление порожних маршрутов и передач с последующим формированием и отправлением	$\{\Phi_{23}\}$
Погрузка готовой продукции в прокатных цехах $\{\Phi_3\}$	Отстой порожних передач с последующей постановкой на грузовые фронта	$\{\Phi_{31}\}$
	Погрузка готовой продукции, оформление сопроводительной документации	$\{\Phi_{32}\}$
	Отстой гружёных передач с последующим формированием и отправлением на ЗСС	$\{\Phi_{33}\}$
Формирование и сдача гружёных вагонов на ВС $\{\Phi_4\}$	Накопление маршрутов с готовой продукцией	$\{\Phi_{41}\}$
	Сдача гружёных вагонов на ВС, документальное оформление подвижного состава	$\{\Phi_{42}\}$

Графическое представление идентификации действующих рассмотренных функций и временных нормативов на их выполнение приведено на рис. 4.

Следует отметить, что продолжительность технологических операций для каждой из рассматриваемых основных функций будет иметь своё специфическое содержание. При этом всегда существует такая вспомогательная функция в любом модуле системы, технологические операции которой будут формировать не только общую продолжительность нахождения вагонотока в ТГК или ТК, но и частично влиять на межоперационные простои.

Кроме того величина времени ожидания связана с влиянием различных факторов эксплуатационного, производственного и природного (независимого) характера.

На основе вышеизложенного рассмотрим функционирование каждого модуля системы. Так, формирующей общее время пребывания вагонов в первом модуле является функция выгрузки вагонов на вагоноопрокидывателях, чёткая и ритмичная работа которых непосредственно связана с остальными вспомогательными функциями ТГК.

Возникновение продолжительности ожидания функции выгрузки связано с такими факторами:

- производственный фактор – изменение очередности разгрузки поездов, связанное с качеством поступившего сырья (дополнительная переработка и простой вагонов в парке приёма в ожидании выгрузки);

- эксплуатационный фактор – внеплановые и аварийные остановки разгрузочного комплекса (дополнительный простой вагонов в парке приёма в ожидании устранения неисправностей);
- независимый фактор – неравномерность прибытия поездов с сырьём с внешней сети (дополнительная переработка и простой вагонов в парке приёма станции в ожидании выгрузки).

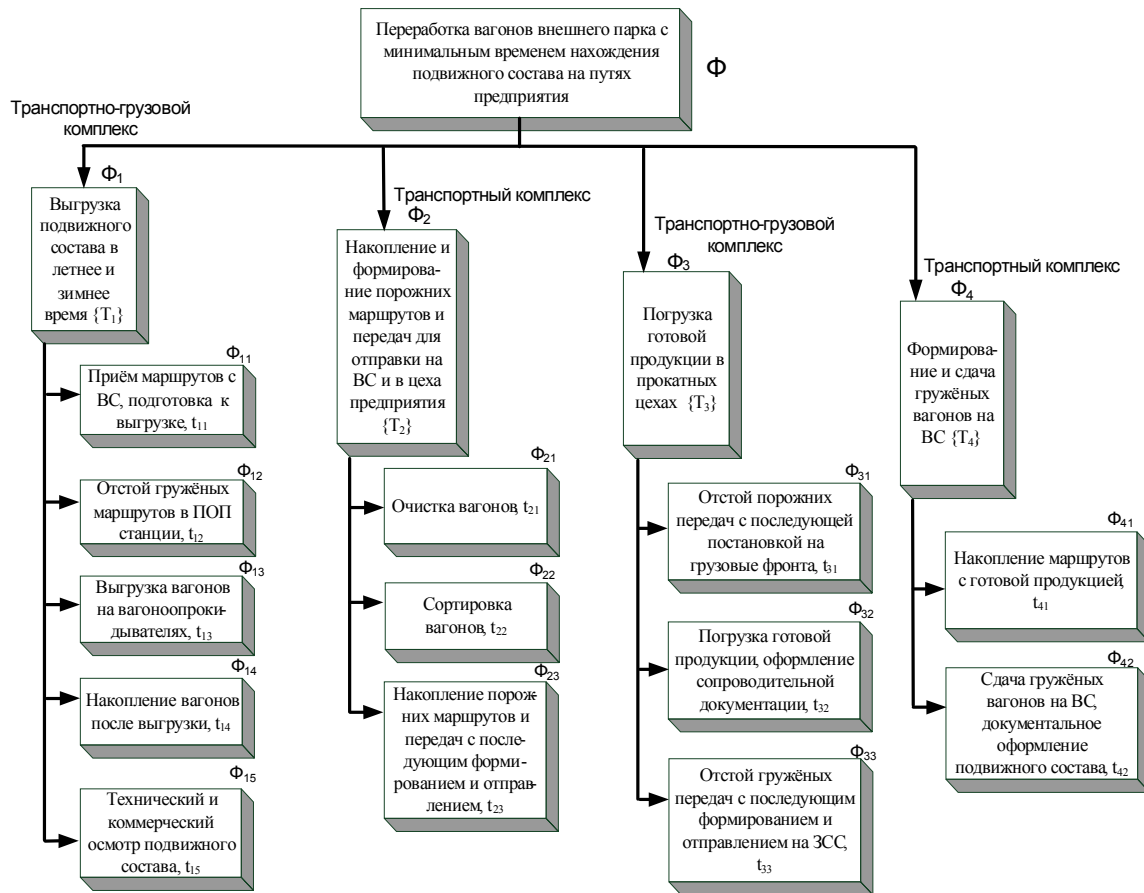


Рис. 4 – Функции транспортной системы по переработке вагонов внешнего парка

Таким образом, общее время нахождения в ТК выгрузки можно представить выражением:

$$T_1 = t_{11} + t_{12} + t_{13} + t_{14} + t_{15} + \sum t_{ож}, \text{ ч.} \quad (3)$$

Исследования второго модуля позволили установить, что ведущей функцией является накопление порожних составов. В данном вопросе следует выделить весомый эксплуатационный фактор – наличие различных собственников подвижного состава, что предъявляет дополнительные требования к дальнейшему их использованию. Сортировка и накопление вагонов в рассматриваемом модуле производится по собственникам, по техническому состоянию вагонов, по номенклатуре отгружаемых грузов, по адресу получателя. Кроме того введены определённые условия возврата порожних вагонов их владельцам.

Отмеченные обстоятельства приводят к значительному объёму транспортной работы и, как следствие, к дополнительным межоперационным простоям:

$$T_2 = t_{21} + t_{22} + t_{23} + \sum t_{ож}, \text{ ч.} \quad (4)$$

Разнообразие коммерческих предложений в существующих условиях требует самостоятельного рассмотрения функций сортировки и накопления вагонов для последующего формирования новых подходов к управлению вагонопотоками предприятий.

Третий модуль непосредственно связан с производственным ритмом и особенностями погрузочных операций в прокатных цехах. Поэтому формирующей функцией является отгрузка

готовой продукции. В существующих условиях производство и промышленный транспорт работают в разных ритмах. Это приводит к дополнительному отстоя на станциях порожних вагонов перед подачей на грузовые фронта, а также гружёных групп вагонов в ожидании сопроводительной документации из прокатных цехов. Кроме того, на общую продолжительность пребывания подвижного состава в транспортно-грузовом комплексе влияет такой эксплуатационный фактор, как отсутствие свободного вывозного локомотива. Данный показатель определяет продолжительность третьей функции модуля:

$$T_3 = t_{31} + t_{32} + t_{33} + \sum t_{ож}, \text{ ч.} \quad (5)$$

Работа последнего транспортного модуля тесно связана с эксплуатационной деятельностью станции примыкания УЗ, а именно выполнения ею плана формирования поездов. В значительной мере указанный независимый фактор влияет на продолжительность пребывания в четвёртом модуле гружёного подвижного состава:

$$T_4 = t_{41} + t_{42} + \sum t_{ож}, \text{ ч.} \quad (6)$$

Таким образом, идентификация внешнего вагонопотока связана с решением научной задачи, в основе которой лежит оптимизационная модель нахождения временного показателя функционирования системы. При этом критерием эффективности является минимум затрат ( $z$ ), включающих затраты на переработку внешнего вагонопотока в ( $n$ ) транспортно-грузовых комплексах ( $C_{ТГК}^i$ ) и ( $m$ ) транспортных комплексах ( $C_{ТК}^k$ ) предприятия. Целевая функция модели принимает следующий вид:

$$Z = \varphi \left[ \sum_{i=1}^n C_{ТГК}^i ; \sum_{k=1}^m C_{ТК}^k \right] \rightarrow \min, \text{ ч.} \quad (7)$$

Для настоящего времени проблема организации транспортного обслуживания в части внешних перевозок промышленных предприятий не находил комплексного решения. Отдельно рассматривались узлы выгрузки и погрузки, что создавало существенный разрыв в общей цепи продвижения вагонопотоков. Кроме того не учитывалось влияние группы факторов производственного, эксплуатационного и внешнего характера.

Предлагаемый подход позволяет проанализировать, поставить и решить научную задачу управления внешними вагонопотоками в системе сдвоенных операций, при этом неотъемлемой её частью является отработка методов организации переработки вагонов различных собственников.

### Выводы

1. Проанализирована система сдвоенных операций крупного металлургического предприятия и разработана принципиальная схема продвижения внешнего вагонопотока. Выделены четыре модуля, в которых осуществляется переработка подвижного состава: транспортно-грузовой комплекс выгрузки сырья, транспортный комплекс подготовки вагонов, транспортно-грузовой комплекс погрузки готовой продукции и транспортный комплекс сдачи вагонов на внешнюю сеть. В соответствии с методологией ФСА определена главная и основные функции каждого модуля, а также влияющие факторы.
2. Установлено, что особое место в процессе продвижения внешнего вагонопотока занимает транспортный модуль подготовки вагонов по техническому и коммерческому состоянию, а также принадлежности вагонов различным собственникам, с последующей сортировкой и накоплением. При этом необходимо получение и переработка информации для распределения вагонопотока.
3. Проведённая идентификация внешнего вагонопотока является основой для решения научной задачи управления системой сдвоенных операций.

### Список использованных источников:

1. Парунакян В.Э. Основные принципы формирования логистической системы производственно-транспортного комплекса промышленных предприятий / В.Э. Парунакян // Вестник Восточноукр. нац. ун-та им. В. Даля. – Луганск, 2010. – №10 (152), ч. 1. – С. 159-173.
2. Парунакян В.Э. Концепция повышения эффективности управления вагонопотоками пред-



- приятий / В.Э.Парунакян, В.А. Бойко, Ю.В.Гусев // Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту: Зб. наук. пр. – Маріуполь, 2003. – Вип. № 13. – С. 264-268.
3. Шмулевич М.И. Автоматизированные системы управления промышленным транспортом. / М.И. Шмулевич // Промышленный транспорт XXI век. 2008 г. - №1. – С. 45-49.
  4. Турпак С.М. Організація перевезень продукції гірничо-металургійного комплексу у приватних вагонах // Сборник научных трудов Национального горного университета. – 2004. – № 19. С. 123 – 126.
  5. 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. 264-268.

**Bibliography:**

1. Parunakyan V.E. The basic principles of the logistics system of production and transport complex industrial / V.E. Parunakyan // Vestnik Vostochnoukr. nats. un-ta im. V. Dalya. – Lugansk, 2010. – №10 (152), ch. 1. – P. 159-173. (Rus.)
2. Parunakyan V.E. The concept of improving the management of enterprises wagon / V.E. Parunakyan, V.A. Boyko, Yu.V.Gusev // Visnik Priazov. derzh. tehn. un-tu: Zb. nauk. pr. – Mariupol, 2003. – Vip. № 13. – P. 264-268. (Rus.)
3. Shmulevich M.I. Automated systems for managing industrial vehicles. / M.I. Shmulevich // Promyshlennyiy transport 21 vek. 2008 g. - №1. – P. 45-49. (Rus.)
4. Turpak S.M. Transportation arrangement of the mining and smelting complex in private cars. // Sbornik nauchnyih trudov Natsionalnogo gornogo universiteta. – 2004. – № 19. P. 123 – 126. (Ukr.)
5. Parunakyan V.E. Methods of assessment of the processing power of the cargo railway station of the industrial enterprise. Chast I / V.E.Parunakyan, V.A. Boyko // Visnik Priazov. derzh. tehn. un-tu: Zb. nauk. pr. – Mariupol, 2007. – Vip. №17. – P. 264-268. (Rus.)

Рецензент: В.К. Губенко  
д-р техн. наук, проф. ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 26.03.2012

УДК 656.073

©Нефёдова Я.И.<sup>1</sup>, Мнацаканян М.С.<sup>2</sup>, Кузьмина Е.В.<sup>3</sup>

**ОЦЕНКА СЕРВИСА ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПОСРЕДНИКА**

*Исследованы тенденции, оказывающие влияние на процесс распределения экспортных грузопотоков отечественных предприятий. Исследованы параметры оценки сервиса логистического посредника. Формализована задача определения наиболее квалифицированного сотрудника фирмы-посредника. Предложен расчет по выбору наиболее квалифицированного сотрудника на основании экспертной оценки интегрального показателя уровня квалификации.*

**Ключевые слова:** логистический посредник, канал распределения, уровень сервиса, интегральный показатель, весовой коэффициент.

**Нефёдова Я.И., Мнацаканян М.С., Кузьмина О.В. Оцінка сервісу логістичного посередника.** Досліджені тенденції, що обумовлюють вплив на процес розподілу експортних вантажопотоків вітчизняних підприємств. Досліджені параметри оцінки сервісу логістичного посередника. Формалізоване завдання визначення най-

<sup>1</sup> канд. тех. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

<sup>2</sup> аспирант, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

<sup>3</sup> ассистент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь