

УДК 681.3

## Особенности системы распределения ресурсов при формализации технологических процессов сортировочной станции

Е. А. ЕРОФЕЕВА

Предлагается способ формализации технологического процесса переработки транзитного вагонопотока на железнодорожной сортировочной станции, приведено описание используемых ресурсов, осуществляется формализация системы распределения ресурсов, изложен основной алгоритм взаимодействия системы распределения ресурсов с технологическими операциями и управляющей программой моделирования.

### 1. Введение

При планировании работы сортировочной станции Белорусской железной дороги обычно используются математические методы [1, глава 5]. Поскольку параметры технологического процесса переработки вагонопотока являются вероятностными и зачастую аналитические модели неадекватны, то поэтому необходимо использовать метод имитационного моделирования. С помощью имитации решаются задачи планирования грузоперевозок и разрабатываются средства исследования технологий переработки транзитного вагонопотока на железнодорожной станции [2]. При этом *объектом моделирования* в таких исследованиях является железнодорожная сортировочная станция, представляющая собой сложный комплекс технологически взаимосвязанных элементов и операций. *Предметом моделирования* в этом случае будет технологический процесс переработки транзитного вагонопотока (ТП ПТВ).

### 2. Формализация ТП ПТВ

Формализация ТП ПТВ осуществляется поэтапно. *На первом этапе* осуществляется переработка содержательного описания технологического процесса сортировки вагонопотоков на железнодорожной станции, результатом которой является иерархический граф технологических операций (ТХО). *На втором этапе* формализации ТП составляется сетевой график взаимодействия элементов с элементами СМО. Вершинами сетевого графика будут свершения событий в ТП на станции. Ребрами являются сами технологические операции. Специфические процедуры начала и конца выполнения ТХО обозначим как СНК, и, при этом, они не имеют продолжительности в модельном времени имитации.

### 3. СМО со сложной структурой транзакта

Поезда, поступающие в расформирование на станцию, и, соответственно, сформированные составы поездов представим в виде *сложных составных транзактов* (ССТ), имеющих следующую структуру: *информационный транзакт* (INTR – имитатор вагона); *кортеж* (COR – имитатор группы вагонов, находящихся рядом в составе); *состав* (SET\_COR – имитатор структуры поезда). Обслуживание сложных составных транзактов технологическими операциями производится в соответствии с информацией, находящейся в «теле» ССТ. Информация, содержащаяся в ССТ, влияет на следующие аспекты функционирования ИМ:

- 1) продолжительность модельного времени выполнения некоторых ТХО;
- 2) переход между технологическими операциями в сетевом графике;
- 3) выделение определенных ресурсов системой распределения ресурсов (СРР).

При составлении содержательного описания объекта моделирования были выделены три типа ресурсов: путевые, маневровые, людские. Все ресурсы являются дискретными, неделимыми величинами. Поэтому выделяется, передается и освобождается полностью, целиком некоторое число единиц ресурса. Перечень типов ресурсов приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень ресурсов с их условным обозначением.

Условное обозначение	Название	Тип	Количество единиц
RU_1	Приемная горловина	путевые	1
RU_2	Горочная горловина	путевые	1
RU_3	горка	путевые	1
RM_1	Путь ПП1	путевые	6
RM_2	ПТО ПП1	людские	4
RM_3	ПКО ПП1	людские	4
RM_4	ПТО ПО	людские	2
RM_5	ПКО ПО	людские	2
RM_6	ГМЛ	маневровые	3
RM_7	ВМЛ	маневровые	4
RM_8	Вытяжные пути СП-ПОПЗ	путевые	5
RM_9	Вытяжные пути СП-ПОП4	путевые	6
RM_10	Путь ПОПЗ	путевые	5
RM_11	Путь ПОП4	путевые	5

RU – неделимый ресурс, состоящий из одной единицы

RM – ресурс состоящий из нескольких равнозначных единиц

Особенностями путевых ресурсов является то, что один и тот же путевой ресурс может использоваться последовательно в нескольких ТХО. Кроме того, одна ТХО может использовать последовательно несколько путевых ресурсов (ТХО, отображающая перемещение по путям станции). Поэтому при формализации путевых ресурсов необходимо выполнить следующие действия: 1) выделить множества  $\{ТХО_k\}$ , для выполнения  $ТХО_k$  необходимо выделить *путевые ресурсы* станции; 2) разбить множества *путевого развития станции* на непересекающиеся подмножества *путей (горловин, стрелок)*  $\{RES_j\}$ , здесь  $RES_j$  – подмножество *путевых ресурсов*, необходимое для осуществления более чем одной  $ТХО_k$ ; 3) для каждой  $ТХО_k$  поставить в соответствие множество  $\{RES_j\}^k$ , где  $RES_j$  - подмножество *путевых ресурсов*, необходимое для осуществления данной  $ТХО_k$ , с указанием для каждого  $RES_j$  порядковый номер его захвата.

На рисунке 1 приведен пример взаимодействия ТХО с CPP (RAS – Resource allocation system) с запросами и возвращениями или передачей ресурсов. В скобках на рисунке 1 обозначены номера ТХО, расшифровка которых приведена в таблице 2.

Таблица 2 – список ТХО, участвующих в фрагменте сетевого графика на рисунке 1

№ ТХО	название ТХО
3-15a	Снятие ограждения
3-16	Заезд маневрового локомотива под состав и проверка сцепления. Задание на снятие закрепления
3-17	Снятие закрепления и доклад об этом дежурному по станции (ДСП). Разрешение на надвиг (вытягивание)
3-18	Выдача сортировочного листа исполнителям
3-20	Вытягивание состава из парка прибытия (ПП) и надвиг на горку
3-21	Роспуск и маневры с вагонами запрещенными к роспуску с горки (ЗСГ)
3-21a	Выбор операции для ликвидации окон на путях сортировочного парка (СП)

№ ТХО	название ТХО
3-24	Осаживание вагонов на путях СП
3-25	Подтягивание вагонов на путях СП

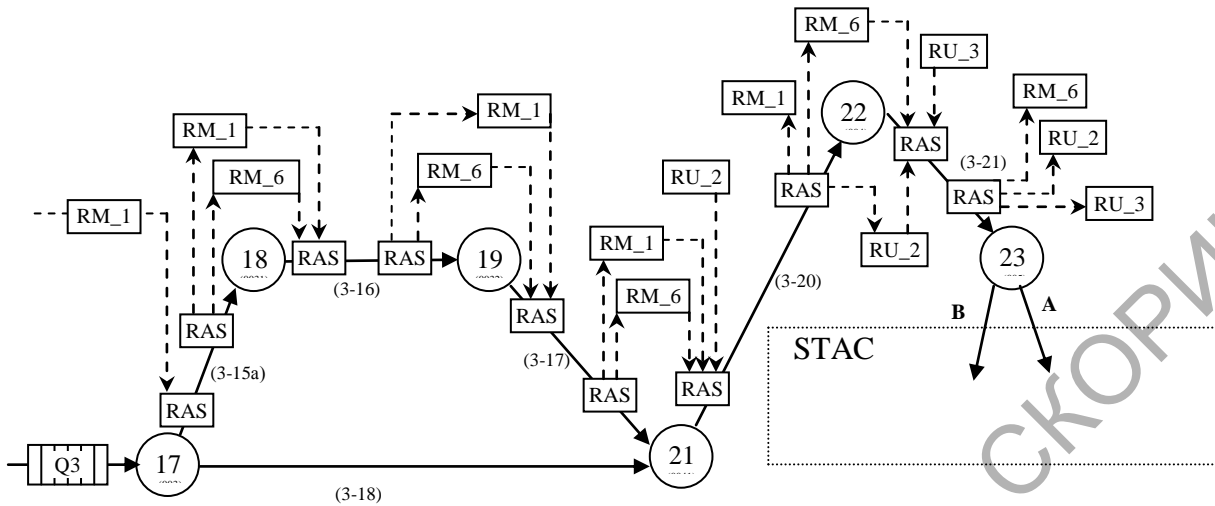


Рисунок 1 – Места взаимодействия ТХО с CPP на сетевом графике технологического процесса переработки транзитного вагонопотока.

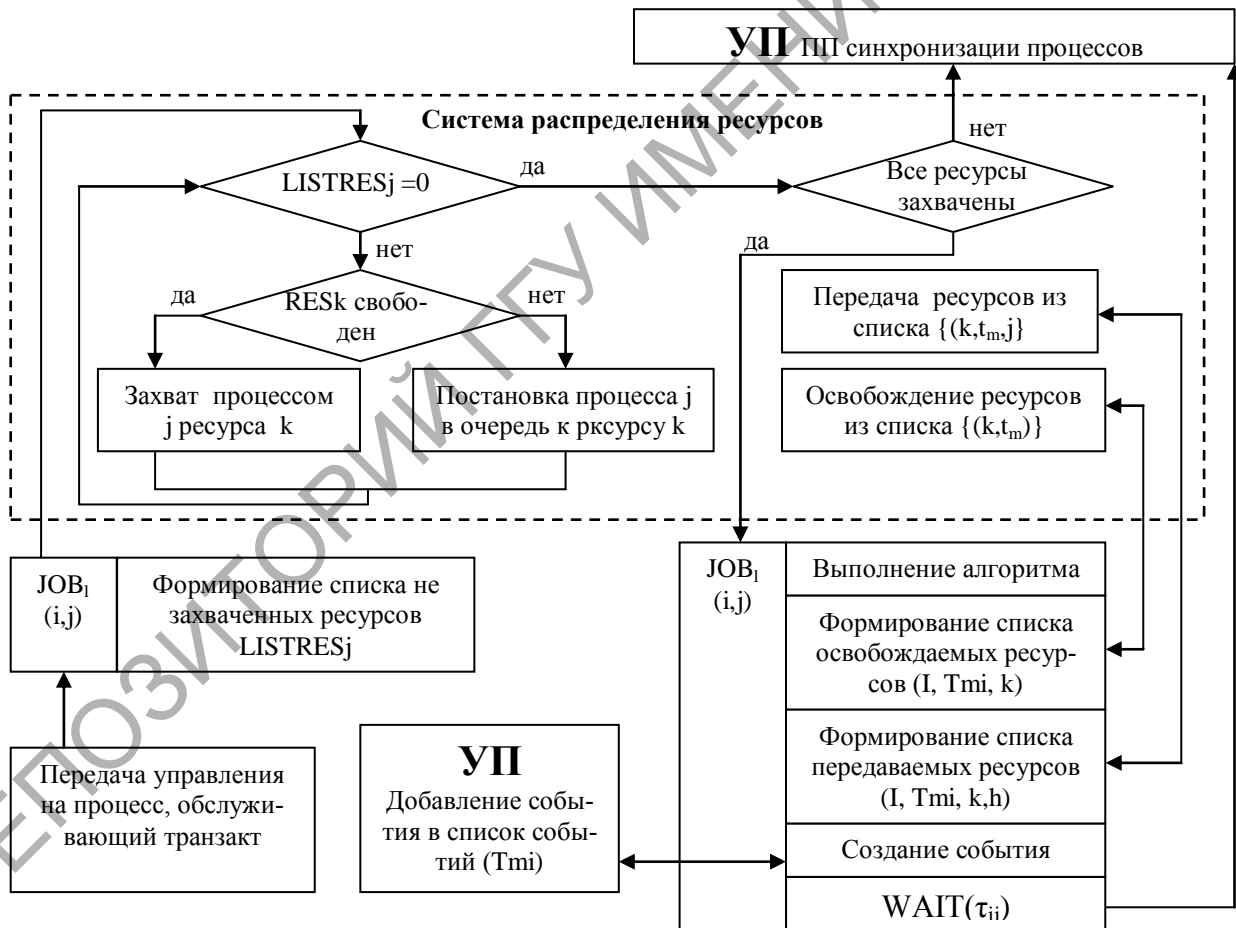


Рисунок 2 – Алгоритм взаимодействия процессов (ТХО) с системой распределения ресурсов.

Прямоугольник RAS – точка обращения к CPP. В прямоугольнике RM<sub>i</sub> либо RU<sub>j</sub> обозначено какой именно ресурс требует, возвращает либо передает ТХО. Пунктирная стрелка, идущая в прямоугольник RAS от прямоугольника RM<sub>i</sub> либо RU<sub>j</sub>, означает требование ресурса у CPP, а стрелка, идущая от прямоугольника RAS, означает возвращение ре-

сурса в CPP. Пунктирная стрелка, идущая от прямоугольника RAS одной ТХОк через некоторый ресурс к прямоугольнику RAS другой ТХОh, означает передачу ресурса RM<sub>i</sub> от ТХОк для ТХОh.

#### 4. Алгоритм функционирования CPP

Система распределения ресурсов (CPP) выполняет следующие операции: 1) выделения ресурса RES<sub>j</sub> для ТХОк по запросу, если ресурс свободен; 2) устанавливания ТХОк в очередь к ресурсу RES<sub>j</sub>, если ресурс занят; 3) освобождения ресурса RES<sub>j</sub>, возвращенного ТХОк, если ресурс не передается; 4) передачи ресурса RES<sub>j</sub>, возвращенного ТХОк, другой ТХОh при необходимости.

Для всех ТХО выделение ресурсов в CPP осуществляется согласно правил: 1) ресурсы одного типа захватываются все одновременно; 2) ресурсы разного типа захватываются независимо (но при их наличии).

Выполнение ТХО имитируется соответствующими процессами. Число экземпляров ТХО, выполняющихся в один промежуток времени, ограничено числом ресурсов, необходимых для выполнения конкретной ТХО. Алгоритм реализации взаимодействия процессов с CPP приведен на рисунке 2.

#### 5. Заключение

Итак, предложенная в статье формализация технологического процесса переработки транзитного вагонопотока на железнодорожной сортировочной станции и алгоритм системы распределения ресурсов являются техническим заданием на разработку программно-технологического комплекса имитации (ПТКИ) технологического процесса переработки транзитного вагонопотока (ТП ПТВ) железнодорожной сортировочной станции (ЖДССТ). В основу имитации положен транзактно-процессный способ имитации.

**Abstract.** The paper presents the formalization method of technological process of entraining in railway switchyard, the description of used resources. It also gives the basic algorithm of interaction of resources allocation system with technological operations and control program of simulation.

#### Литература

1. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на ж. д. транспорте / под ред. П. С. Грунтова // Москва: Транспорт, 1994. – 543 с.
2. Максимей, И. В. Имитационное моделирование на ЭВМ / И. В. Максимей // Москва: Радио и связь, 1998. – 232 с.
3. Ерофеева, Е. А. Метод исследования динамики формирования поездов на основе имитации технологического процесса ж. д. станции / Е. А. Ерофеева // Известия Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины, 2006 – №4 (37). – С. 24–28.