

- 5 Евреенова Н.Ю. Выбор параметров транспортно-пересадочных узлов, формируемых с участием железнодорожного транспорта: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.08. М, 2014. 185 с.
- 6 Public Transport London. [Электронный ресурс]: The number of transport hubs. URL: <http://coastchlorinator.com/public-transport-london> (дата обращения: 26.05.2017)
- 7 Глик Ф.Г. Транспортно-пересадочные узлы в планировке города Минска // Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния : материалы XXI Междунар. (двадцать четвертой Екатеринбургской) науч.-практ. конф. (16–17 июня 2015 г.) / науч. ред. С.А. Ваксман. Екатеринбург : Изд-во АМБ, 2015. С.129-143.
- 8 Шагимуратова А.А. Методика оценки развития транспортно-пересадочных узлов железнодорожного транспорта [Электронный ресурс]: Интернет-журнал «Наукоедение» ISSN 2223-5167. Том 9, №1 (2017) Статья опубликована 15.02.2017. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/58TVN117.pdf> (дата обращения: 27.05.2017)
- 9 Пиир М.А. Определение необходимого количества пересадочных узлов при формировании комплексной транспортной системы крупного города // Современное состояние и перспективы развития транспортных систем крупного города. Свердловск : Полиграфист, 1974. С. 37–43.

УДК 625.1

© 2017 В. С. Тимченко

## МЕТОДИКА ОБОСНОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА «ЦЕНТРА СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВАГОНОВ» НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

В статье представлена методика обоснования эффективности строительства «Центра сервисного обслуживания вагонов» на основе авторской имитационной модели.

*Ключевые слова:* припортовый железнодорожный узел, грузовые вагоны, текущий ремонт вагонов, «центра сервисного обслуживания вагонов», экономический эффект.

**Введение.** На услугу текущего отцепочного ремонта (ТОР) вагонов [1] железнодорожные операторы, по оценкам аналитиков, тратят 20–60 млрд руб. в год.

Текущий отцепочный ремонт вагона (ТОР) – это особый вид услуги по ремонту грузового или порожнего вагона, с отцепкой от транзитных и прибывших в разборку поездов или от сформированных составов, перевод вагона в нерабочий парк и подача его на специализированные пути. Текущий отцепочный ремонт является одной из основных статей расходов любой компании, занимающейся перевозкой грузов железнодорожным транспортом, и оказывает огромное влияние на логистические издержки.

В [2] установлено, что каждый вагон эксплуатационного парка 2–3 раза в год поступает в текущий отцепочный ремонт, а четырехосные полувагоны даже несколько чаще, так как этот вид подвижного состава более чем в 3 раза интенсивнее используется в работе, чем любой другой вид вагонов.

Основной особенностью ТОР является его неплановый характер, чем обусловлена проблема прогнозирования данного вида работ. Как следствие, компании-операторы сталкиваются с постоянным ростом затрат на ТОР вагонов, что негативно сказывается на их финансовых результатах.

За последние годы количество и стоимость ТОРов в России существенно увеличились. В 2011 г. произошел значительный рост текущего отцепочного ремонта – на 57,8 %. За этот год количество текущих неисправностей увеличилось более чем в два раза. В 2014 г. был отремонтирован уже 1 255 631 вагон, что составляет 204,5 % уровня 2010 г.

Отцепка вагона от состава грузового поезда приводит к увеличению срока доставки груза при его следовании в грузе в состоянии и к задержкам в подаче вагонов или же к необходимости привлечения дополнительных вагонов или содержания резервов вагонного парка при движении вагона в порожнем состоянии.

Браки в поездной и маневровой работе по вагонному хозяйству одной из дорог ОАО «РЖД» представлены на рис. 1.

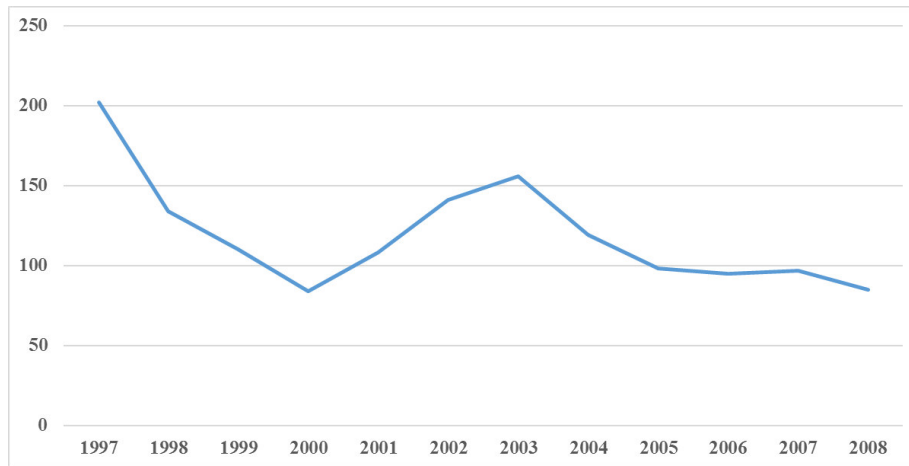


Рис. 1. Браки в поездной и маневровой работе по вагонному хозяйству одной из дорог ОАО «РЖД»

Из них, неисправность вагона, в результате которой допущена задержка поезда сверх времени, установленного графиком движения на один час и более для той же дороги, представлена на рис. 2.

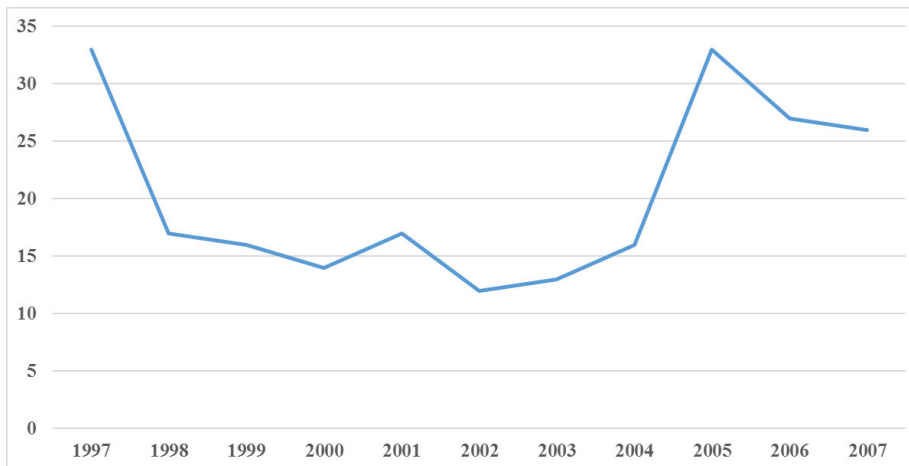


Рис. 2. Неисправность вагона, в результате которой допущена задержка поезда сверх времени, установленного графиком движения на один час и более для одной из дорог ОАО «РЖД»

Рассмотрим технологию работы железнодорожного оператора вагонов, специализирующегося на перевозке нефтеналивных грузов при обслуживании нескольких нефтеналивных заводов (А<sub>і</sub>), рассредоточенных на территории РФ, отгружающих свою продукцию в адрес одного из морских портов РФ (Б).

Особенностью существующей технологии работы является необходимость устранения влияния на процент маршрутизации вагонопотока с мет погрузки, отцепок вагонов в ТОР при их движении в порожнем состоянии. Для этого приходится содержать значительный резерв вагонного парка во всех пунктах погрузки, так как вагоны, отцепленные для ТОР в пути следования, отправляются в различные вагоноремонтные депо (ТОР), что вызывает увеличение расстояния их следования по сравнению с кратчайшим (рис. 3) и сложность с прогнозированием времени их исключения из рабочего парка оператора, особенно при их ремонте на сортировочных станциях в таких железнодорожных узлах, как Московский и Санкт-Петербургский, где наблюдаются значительные непроизводительные простои вагонов, а суммарное время от поступления вагона в узел, до его отправки из узла исчисляется несколькими сутками.

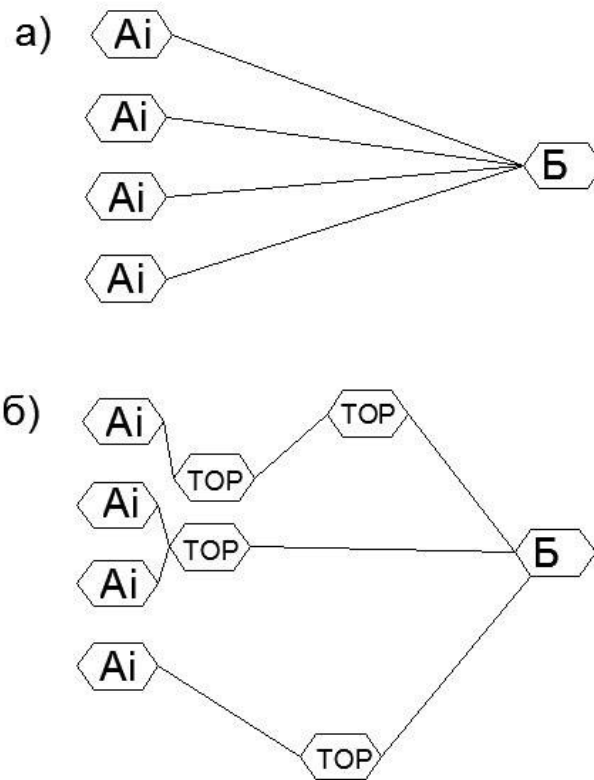


Рис. 3. Схема увеличения расстояния следования вагонов, направляемых в TOP, по сравнению с кратчайшим

Длительность нахождения вагонов в TOP (рис. 4) для сортировочной станции одного из крупнейших железнодорожных узлов РФ (рис. 4).

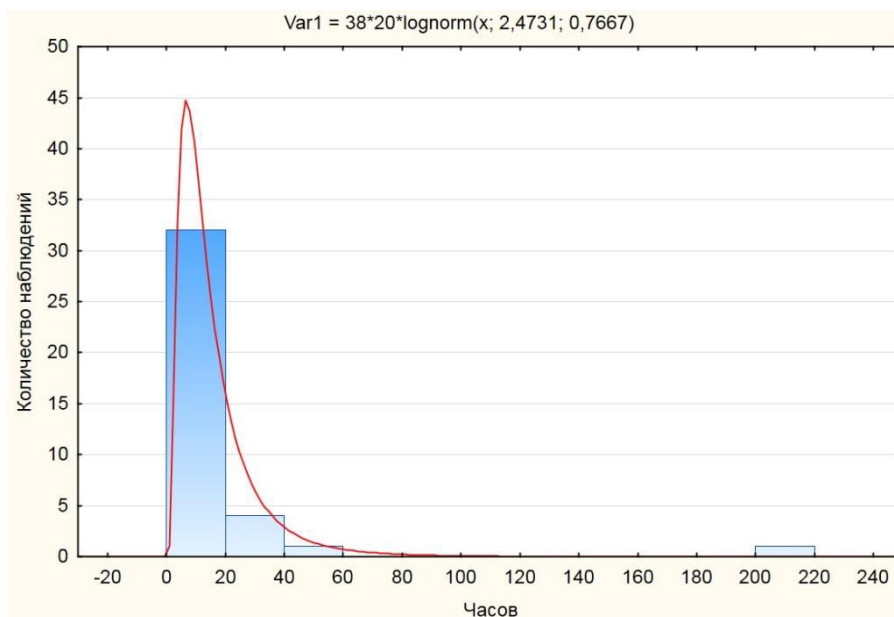


Рис. 4. Длительность нахождения вагонов в TOP

Общее время нахождения вагонов, следующих в TOP на станции, представлено на рис. 5.

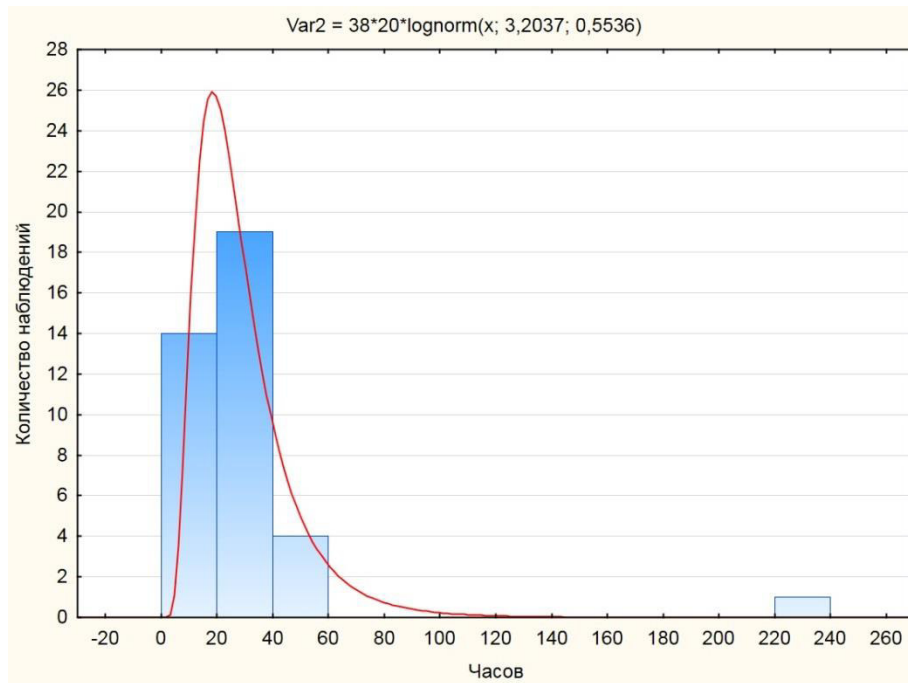


Рис. 5. Общее время нахождения вагонов, следующих в ТОР на станции

К причинам завышенных длительностей нахождения вагонов в ТОР относятся: очередь на обслуживание, отсутствие средств на личном счету собственника подвижного состава, отсутствие запчастей на данную модель вагонов, перенаправление вагона на деповской ремонт, для вагонов стран СНГ – ожидание оформления документов, вагоны с опасными грузами и т.д.

Одним из возможных вариантов оптимизации работы операторской компании является строительство собственного «Центра сервисного обслуживания вагонов» в припортовом узле или на железнодорожной станции, прилегающей к припортовому узлу.

Цель строительства «Центра сервисного обслуживания вагонов» в предпортовом железнодорожном узле – увеличение маршрутизации с порожнего вагонопотока, следующего из-под выгрузки в морском порту, поэтому обслуживание повагонных отправок не предусматривается.

Заинтересованной стороной, кроме операторов, специализирующихся на нефтеналивном грузе, могут выступать операторы, специализирующиеся на угольных перевозках, имеющих массовый характер, а в отдельных портах также для обслуживания платформ для контейнерных перевозок.

80 % ТОР вызвано неисправностью колесных пар. Сервисный центр должен производить ТОР по более жестким требованиям для исключения отцепок вагонов от маршрута в пути следования (толщина гребня должна быть не менее 26 мм).

По статистике, затраты на доставку вагона в ремонтное депо для ТОР и выполнение этого ремонта выше, чем ставка за их выполнение, поэтому РЖД выгодно будет сократить количество ТОРов.

«Центр сервисного обслуживания вагонов» обеспечит:

- осмотры вагонов,
- плановые виды ремонтов,
- профилактический текущий отцепочный ремонт, для исключения отцепки вагонов в пути следования и замена колесных пар,
- промывочно-пропарочные операции котла цистерны,
- пополнение исправными вагонами до полной длины (необходим горячий резерв вагонов),
- «холодную» подготовку (для цистерн – протяжку клапана нижнего сливного прибора),
- формирования отправительских маршрутов.

Предполагаемый эффект от строительства «Центра сервисного обслуживания вагонов» обслуживания подвижного состава, включающий станцию промывки и пропарки цистерн, в портовом узле позволит

- 1) увеличить маршрутизации порожнего вагонопотока;
- 2) исключить заинтересованность сотрудников вагонной службы необоснованно отправлять вагоны в депо при частых спорах, как правило, у крупных собственников вагонов (в финансовом плане, а не по количеству вагонов в парке) и вагоноремонтных депо;
- 3) снизить рабочий парк вагонов (нет необходимости держать горячий резерв в пунктах погрузки для обеспечения 100 % маршрутизации с мест погрузки);
- 4) операторским компаниям исключить ручное управление посредством подсыла годных вагонов в техническом и коммерческом отношениях вагонов к местам погрузки для обеспечения 100 % маршрутизации с мест погрузки взамен отцепленных в ремонт вагонов и содержания горячего резерва в местах погрузки;
- 5) содержать «горячий резерв» вагонов в порту, а не в местах погрузки, что позволит сократить количество вагонов в резерве за счет их концентрации в одном месте, а не распыления по станциям погрузки (с учетом того, что у крупного оператора их может быть несколько десятков);
- 6) сократить сроки доставки грузов в порт и время следования порожнего состава до станции погрузки за счет исключения стоянок на отцепку неисправных вагонов от состава поезда (в среднем, 3–4 часа на отцепку) и ожидания его отправления по следующей доступной нитке графика.

Также следует учесть дополнительный эффект, оценка которого на основании статистических данных вызывает затруднение:

- 1) снижение количества отцепок в пути следования для выполнения ТОР с заменой колесных пар (полный оборот вагона из порта и назад в порт при кольцевых маршрутах): если вагон отцепляется в течение месяца после ремонта, депо получает выговор, но такие случаи на сети имеют единичный характер;
- 2) сокращение фактических (не тарифных) поездо-километров движения по сети, т.к. ремонтные депо и станции промывки-пропарки не всегда находятся на кратчайшем пути следования поездопотока (оптимизация вагонопотоков);
- 3) высвобождение пропускной способности железнодорожных направлений, перерабатывающих способностей технических станций и ремонтных депо в пути следования;
- 4) обеспечение движения по твердым ниткам кольцевых маршрутов не только в порт, но и из порта;
- 5) исключение движения забракованных к погрузке вагонов на ТОР (текущий отцепочный ремонт) со станций погрузки, так как даже крупные станции погрузки не всегда имеют участки проведения ТОР;
- 6) высвобождение части локомотивного парка при сокращении количества поездов, следующих от станций погрузки и технических станций в пути следования в адрес вагоноремонтных депо;
- 7) исключение движения отцепленных вагонов через крупные узлы, такие как Санкт-Петербургский, нормативные сроки доставки в ремонтные депо которых могут достигать нескольких суток, а фактическое время движения и нахождения в их пределах значительно превышают нормативные.

Суммарные затраты при работе по технологии без «Центра сервисного обслуживания вагонов», за рассматриваемый период предлагается рассчитывать по формулам (табл. 1).

Методика расчета затраты при работе по технологии без «Центра сервисного обслуживания вагонов»

№ п/п	Формулы	Обозначения	Пояснения	Единицы измерения
1	$C_{о.в.}^i = \Delta c_{пл}^i \Delta N^i t^i$	$C_{о.в.}^i$	Сокращение затрат от оптимизации вагонопотоков	руб.
		$\Delta c_{пл}^i$	Снижение платы перевозчику операторской компанией от организации отправительских маршрутов	руб.
		$\Delta N^i$	Увеличение количества поездов в сутки отправляемых маршрутами	
2	$C_{н.о.в.}^i = \Delta m^i \Delta n^i \Delta c_{р.р.}^i t^i$	$C_{н.о.в.}^i$	Сокращение затрат от устранения заинтересованности сотрудников вагонной службы в необоснованном отправлении вагонов в депо	руб.
		$\Delta m^i$	Количество отцепленных вагонов в одной отцепке	
		$\Delta n^i$	Количество отцепок в пути следования которые оператор считает необоснованными в день	
		$\Delta c_{р.р.}^i$	Стоимость проведения ремонтных работ которые оператор считает необоснованными	руб.
3	$C_{рез}^i = m c_{ар}^i t^i$	$C_{рез}^i$	Сокращение затрат от резерва рабочего парка вагонов	руб.
		$m$	Резерв рабочего парка вагонов	
		$c_{ар}^i$	Стоимость аренды вагона в день	руб./сут
4	$C_M^i = n c_{зп}^i t^i$	$C_M^i$	Сокращение затрат от исключения операторскими компаниями ручного управления для обеспечения 100%-й маршрутизации с мест погрузки	руб.
		$n$	Сокращение рабочего штата операторской компании	
		$c_{зп}^i$	Заработная плата сотрудников в сутки	руб./сут
		$t^i$	Период моделирования	сут
5	$C_{в.р.}^i = \Delta m c_{ар}^i t^i$	$C_{в.р.}^i$	Сокращение затрат от сокращения количества вагонов в резерве за счет их концентрации в одном месте	руб.
		$\Delta m$	Снижения количества вагонов в горячем резерве	
6	$C_{о.о.}^i = m^i t^i (t_{ст}^i c_{п-ч}^i + t_{ож}^i c_{в-ч}^i)$	$C_{о.о.}^i$	Сокращение затрат от исключения стоянок на отцепку неисправных вагонов от состава поезда и ожидания его отправления по следующей доступной нитке графика	руб.
		$t_{ст}^i$	Длительность стоянки на отцепку неисправных вагонов от состава поезда	ч
		$t_{ож}^i$	Длительность ожидания неисправными вагонами отправления по следующей доступной нитке графика	ч
		$c_{п-ч}^i$	Расходная ставка поезда-часа стоянки поезда на станции	руб.
		$c_{в-ч}^i$	Расходная ставка вагоно-часа стоянки вагона на станции	руб.
		$m^i$	Количество отцепок в пути следования в день	
7	$C_3 = C_{о.в.}^i + C_{н.о.в.}^i + C_{рез}^i + C_M^i + C_{в.р.}^i + C_{о.о.}^i$	$C_3$	Эффект от строительства Сервисного центра обслуживания подвижного состава в предпортовом узле	руб.

Структура авторской имитационной модели, позволяющей оценить эффективность строительства «Центра сервисного обслуживания вагонов», реализованная в среде имитационного моделирования Anylogic с использованием системнодинамического подхода [3–6] представлена на рис. 6.

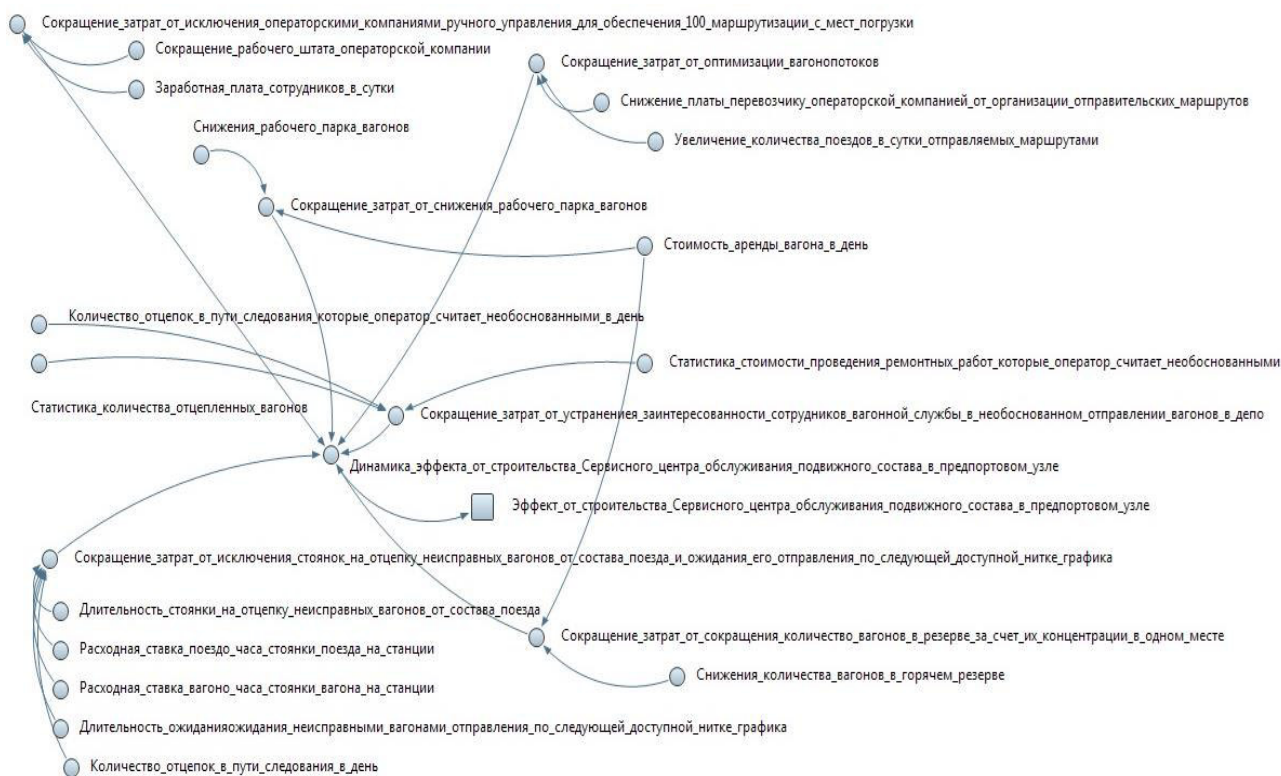


Рис. 6. Структура авторской имитационной модели, позволяющей оценить эффективность строительства «Центра сервисного обслуживания вагонов»

Шаг моделирования имитационной модели составляет 1 сутки.

Имитационная модель позволяет рассчитать экономическую эффективность строительства «Центра сервисного обслуживания вагонов».

Уменьшение количества и продолжительность времени нахождения вагонов, следующих в ТОР на станции, возможно после строительства «Центра сервисного обслуживания вагонов».

Для оценки срока окупаемости «Центра сервисного обслуживания вагонов» по утвержденной методике [7] необходимо по каждому поезду, направляемому за отчетный прошлый годный период, получить от ОАО «РЖД» или заинтересованного владельца вагонов соответствующие статистические данные.

Дисконтированный срок окупаемости строительства парка отстоя составов определяется выражением:

$$DPP = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} > I_0, \quad (1)$$

где  $n$  – число периодов инвестирования,

$CF_t$  – приток денежных средств в расчетный период  $t$ ,

$r$  – коэффициент дисконтирования;

$I_0$  – величина исходных капитальных вложений в нулевой период.

Коэффициент дисконтирования – это процентная ставка, используемая для перерасчета будущих потоков доходов в единую величину текущей стоимости, определяется по формуле:

$$r = \frac{1}{(1+E)^{(n-1)}}, \quad (2)$$

где  $E$  – норма дисконта,

$(n-1)$  – промежуток между оцениваемым периодом и моментом приведения, годы.

При получении исходных данных разработанная методика позволит проводить технико-экономические обоснования строительства «Центра сервисного обслуживания вагонов».

**Заключение.** По мнению автора, устранение перечисленных затрат при строительстве «Центра сервисного обслуживания вагонов» в припортовых железнодорожных узлах даст в

масштабе сети железных дорог РФ положительный эффект, окупающий экономические затраты на реализацию проекта, и позволит стабилизировать работу многих загруженных железнодорожных направлений и технических станций, являющихся «узкими местами».

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

- 1 Джумайло А. За ремонт вагонов никто платить не хочет // Коммерсантъ. № 80 от 08.05.2015. С. 9.
- 2 Савин Г.В., Гиниятуллин Р.Н., Потапцева Е.В. Специфика формирования стоимости текущего отцепочного ремонта в Российской Федерации // Управленец. 2016. № 4. С. 58–65.
- 3 Тимченко В.С., Ковалев К.Е., Хомич Д.И. Имитационное моделирование на железнодорожном транспорте: монография / Саарбрюккен, Германия: LAP. LAMBERT Academic Publishing, 2017. 172 с.
- 4 Тимченко В.С. Система поддержки принятия решений оценки эффективности мероприятий по сокращению количества отставленных от движения грузовых поездов // Современный стиль управления. 2016. С. 348–352.
- 5 Тимченко В.С. Система поддержки принятия решений оценки эффективности мероприятий по сокращению количества отставленных от движения грузовых поездов // Современные технологии поддержки принятия решений в экономике. 2016. С. 174–176.
- 6 Тимченко В.С. Методика обоснования строительства парка отстоя в припортовом железнодорожном узле // Вестник транспорта Поволжья. 2015. № 4. С. 44–49.
- 7 Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (утв. Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ 21.06.1999 N ВК 477), утверждены Министерством экономики РФ, Министерством финансов РФ и Государственным комитетом РФ по строительной, архитектурной и жилищной политике от 21 июня 1999 г. №ВК 477. 257 с.