

На правах рукописи

Гамс

Кашеева Наталья Вячеславовна

**ИНТЕРАКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ
СТАНЦИЙ**

05.22.08 – Управление процессами перевозок
(технические науки)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Екатеринбург – 2015

Работа выполнена в федеральном государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Уральский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВПО УрГУПС)

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент
Мишарин Александр Сергеевич

Официальные оппоненты:

Горелик Александр Владимирович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет путей сообщения», заведующий кафедры «Железнодорожная автоматика, телемеханика и связь» (ФГБОУ ВПО МИИТ)

Рязанова Екатерина Владимировна, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ростовский государственный университет путей сообщения», доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой» (ФГБОУ ВПО РГУПС)

Ведущая организация: открытое акционерное общество «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (ОАО «НИИАС»)

Защита состоится «27» «марта» 2015 г. в 14:00 часов на заседании диссертационного совета Д 218.013.01 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Уральский государственный университет путей сообщения» по адресу: 620034, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, д. 66, ауд. Б2-15 – зал диссертационных советов

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета и на сайте федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Уральский государственный университет путей сообщения». Адрес сайта, на котором размещена диссертация и автореферат: <http://www.usurt.ru>

Автореферат разослан « ____ » « _____ » 2015г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Тимухина Елена Николаевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования и степень её разработанности. Экономическое взаимодействие на транспорте может быть успешным только в том случае, если оно обеспечивается эффективными и надежными транспортными связями. Особенно остро эта проблема стоит сейчас, когда в рыночной экономике транспортные потоки стали существенно многоструйными, так как частные собственники вагонов предъявляют различные требования к пропуску и обработке своих вагонов, а размер переработки на одну и ту же величину потока значительно увеличился. Поэтому требуется резерв пропускной способности линий и перерабатывающей способности железнодорожных станций.

Параметры взаимодействия потока, технологии и структуры на крупных железнодорожных станциях настолько сложны и нелинейны, что корректно описать их аналитическими формулами невозможно. К тому же транспортные потоки чаще всего смешанные, частично случайные, частично управляемые, для которых и аналитические формулы не определены. Единственным на данное время адекватным методом является имитационное моделирование. По этой причине в задачи научного обеспечения Транспортной стратегии РФ на период до 2030 года включается «проведение имитационной экспертизы инвестиционных проектов развития транспортной инфраструктуры, в том числе создание имитационных систем, позволяющих моделировать объекты различных видов транспорта».

Подробное описание технологии работы крупной железнодорожной станции в имитационной модели составляет многие сотни тысяч строк, поэтому имитационная система имеет подсистему автоматизированного построения модели с развитым сервисом. Однако на современном этапе и этого уже недостаточно, в имитационной модели должна быть отражена адаптивность транспортного объекта, которая обеспечивается диспетчерским управлением. Игнорирование этого приводит к завышенным резервам технических средств.

Адаптивность железнодорожной станции предполагает наличие в имитационной модели активных реакций, адекватным складывающимся ситуациям. Опыт

показывает, что предвидеть все возможные трудные ситуации в работе действующих и проектируемых станций, особенно, таких как грузовые, припортовые и промышленные, невозможно. Необходимо создать аппарат для выявления такого рода ситуаций и отработки соответствующих реакций. Таким аппаратом может быть интерактивное моделирование, в котором сочетаются возможности компьютерной модели и интеллект технолога.

Проблеме расчета железнодорожных станций методом имитационного моделирования посвящено, в последнее время, ряд трудов российских и зарубежных ученых, на которые опирался автор: В.М. Акулиничев, А.Э. Александров, А.П. Батулин, А.Ф. Бородин, Н.П. Бусленко, А.В. Горелик, Ю.И. Ефименко, Е. Жук, П.А. Козлов, В. С. Колокольников, Б.А. Лёвин, Е. Лещинский, А.М. Лоу, В.Я. Негрей, О.В.Осокин, В.Ю. Пермикин, В.А. Персианов, Г. Потгофф, Е.В. Рязанова, Е.А. Сотников, И.Б. Сотников, К.К. Таль, Е.Н. Тимухина, Н.С. Усков, Н.Н. Шабалин, Р. Шенон, Т. Шрайбер и т.д. Однако даже возможностей имитационного моделирования в современных условиях уже недостаточно для усовершенствования процесса проектирования, с учетом минимизации резервов перерабатывающей способности станций, поэтому в диссертационном исследовании предлагается использование наиболее развитой интерактивной подсистемы моделирования.

Объектом исследования являются железнодорожные станции.

Предметом исследования является технологический процесс действующих и проектируемых железнодорожных станций на интерактивных моделях.

Целью исследования является разработка методических основ и технологии исследования действующих и проектируемых станций с помощью интерактивного моделирования.

Задачи исследования. Реализация цели включает решение следующих задач:

- исследование опыта расчета параметров железнодорожных станций и применяемых при этом подходов, в том числе имитационного моделирования;
- обоснование необходимости перехода к новому интерактивному этапу моделирования сложных железнодорожных станций;

- разработка технологии построения интерактивных моделей;
- разработка принципов выбора индикаторов и технологии их использования для перехода от автоматизированного процесса принятия решений к ручному;
- разработка технологии информационного обеспечения интерактивного процесса;
- анализ результатов интерактивного эксперимента.

Научная новизна работы. Предложены принципы и технология интерактивного исследования действующих и проектируемых железнодорожных станций, что позволит более корректно определять их будущие параметры. В том числе впервые предложены:

- принципы и технология построения интерактивных моделей;
- индикаторы для перехода модели с автоматического режима работы на ручной и обратно;
- принципы выбора индикаторов для конкретной модели, их классификация и методика использования;
- методические основы информационного и операционного обеспечения интерактивного процесса.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в разработке научных основ организации интерактивных процессов в имитационном моделировании железнодорожных станций. Разработанная в диссертации технология интерактивного моделирования позволит:

- выстроить адаптивную технологию и сформировать адекватную модель работы станции, которая покажет действительную пропускную способность системы и уровень возможного использования путей, сортировочных и грузовых устройств и локомотивов, т.е. более корректно рассчитывать и гармонично выбирать параметры сложных действующих и проектируемых станций;
- усовершенствовать процесс проектирования, не допуская как избыточной, так и недостаточной перерабатывающей способности.

Методология и методы исследования базируются на теории моделирова-

ния сложных транспортных систем, теории случайных процессов и теории оптимизации. Основой являлись труды ведущих ученых транспорта в области расчета и оптимизации железнодорожных станций.

Положения, выносимые на защиту:

- обоснование необходимости интерактивного подхода в моделировании железнодорожных станций;
- методика выбора и использования индикаторов для перехода модели с автоматического режима на ручной и обратно;
- способы информационного и операционного обеспечения интерактивного процесса;
- технология интерактивного процесса.

Степень достоверности и апробация результатов. Результаты исследований подтверждаются последовательным построением процесса исследования, корректной логикой в использовании математических методов и оптимизирующих процедур, а также практическими расчетами на имитационных моделях. В том числе методики и модели, предложенные в диссертационном исследовании, прошли многократные проверки экспериментами на железнодорожных станциях ОАО «РЖД» и показали соответствие результатов расчетов на интерактивных моделях параметрам и показателям функционирования реальных железнодорожных станций. Основные положения и результаты диссертации обсуждались и одобрены на международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития транспорта», МИИТ, Москва, 2012 г.; IV Всероссийской научно-технической конференции «Техническое творчество как средство развития конкурентоспособности и повышения качества инженерной деятельности», УрГУПС, Екатеринбург, 2012 г.; V Всероссийской научно-технической конференции «Техническое творчество как средство развития конкурентоспособности и повышения качества инженерной деятельности», УрГУПС, Екатеринбург, 2013 г.; Всероссийской научно-технической конференции (с международным участием) «Транспорт Урала», УрГУПС, Екатеринбург, 2013 г.; X mezinarodni vedecko-prakticka conference «Dny vedy - 2014», Praha, 2014 г.; X mezinarodni vedecko-

prakticka conference, Belgrade, 2014г.; Университетский научный семинар пирантов, УрГУПС, Екатеринбург, 2014г.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 13 работ, в том числе 6 – в ведущих изданиях из перечня, рекомендованного ВАК при Министерстве образования и науки РФ.

Структура и объём диссертации. Работа содержит 140 страниц машинописного текста, 74 рисунка, список использованной литературы составляет 130 наименований. Структура диссертации – введение, 4 главы, заключение, список использованной литературы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Рыночная экономика и структурные преобразования на железнодорожном транспорте существенно усложнили технологию работы железнодорожных станций. Транспортные потоки стали более многоструйными из-за наличия многих собственников подвижного состава, поэтому в процессах расформирования и формирования необходимо учитывать индивидуальные требования владельцев вагонов. Корректно рассчитать адекватные поставленной задаче параметры проектируемых станций стало еще труднее. В этих условиях все большую роль начинает играть развитая адаптивность станции, обусловленная соответствующим построением структуры и гибкой технологии. Спроектировать станцию с эффективной адаптивностью и тем самым избежать неоправданных резервов поможет перевод имитационных моделей в интерактивный режим, где будут сочетаться возможности компьютерной модели, интеллект и опыт технолога.

Во введении даётся обоснование актуальности темы исследования, степень ее разработанности, формулируются цель и задачи исследования, приводится научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов.

В первой главе показано состояние практики расчета параметров объектов в проектах развития транспортной инфраструктуры, а также приводится анализ

научных работ: разработки ведущих научных организаций отрасли, труды отечественных и западных учёных в области расчёта железнодорожных станций, технологии их работы, методов моделирования и оптимизации.

Анализ применения разных методов расчета транспортных систем показал, что в условиях увеличения размера и сложности исследуемой железнодорожной станции лишь имитационное моделирование в большой степени учитывает все требования, предъявляемые к методу их расчета, и дает адекватную картину о рассматриваемом объекте. А применение методов имитационного моделирования для расчета и исследования действующих и проектируемых транспортных систем может быть актуальным, если системы моделирования будут иметь подсистемы достаточно высокого интеллектуального уровня.

Вторая глава посвящена методическим основам построения интерактивных моделей для проведения имитационной экспертизы проектов развития транспортной инфраструктуры.

Имитационной экспертизой является системное исследование, которое проводится с помощью экспериментов на модели, дающих возможность получить подробные параметры объекта как системы, а также полную характеристику и взаимодействие всех элементов станции. Имитационная модель должна достаточно полно отображать основные свойства объекта и протекающих в нем процессов. Исследование в диссертационной работе проводилось на основе имитационной системы ИСТРА, в которой предлагается использование наиболее развитой интерактивной подсистемы (рисунок 1).

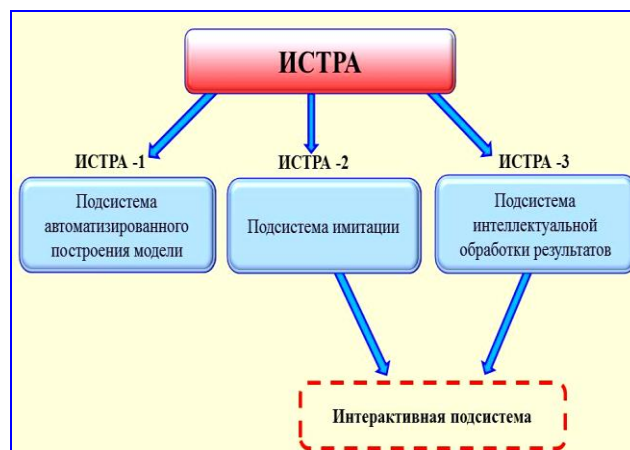


Рисунок 1 – Структура имитационной системы ИСТРА

Модель для интерактивного моделирования предусматривает много дополнительных разветвлений, так как она должна отражать возможность и автоматизированного, и ручного способа принятия решений (рисунок 2). Перед разветвлением будет находиться условие, где задаются границы для некоторого индикатора. Здесь верхние цепочки в последовательности операций означают автоматическое управление, а нижние – ручное. Автоматизированное управление должно отображать всю адаптивность, которую можно предвидеть до глубокого интерактивного исследования.

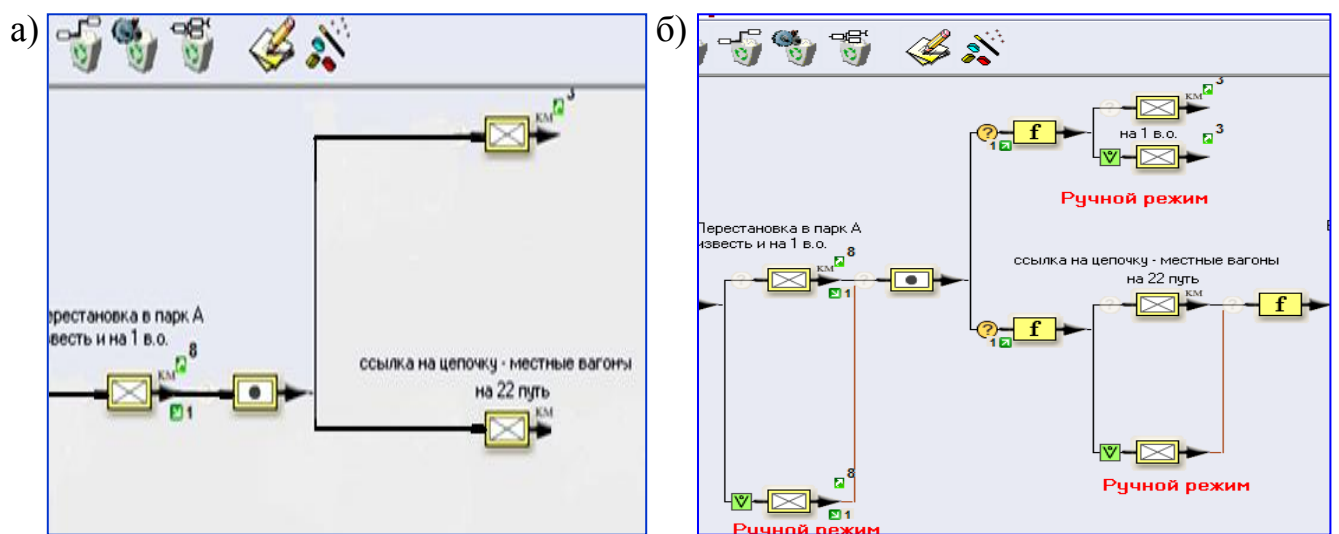


Рисунок 2 – Технологический процесс:

а) без использования интерактивного моделирования; б) с использованием интерактивного моделирования

В третьей главе предложены принципы выбора индикаторов для смены режима работы модели и разработана технология их использования в интерактивном процессе.

Состояние станции в процессе работы можно оценить набором некоторых параметров, таким, как число вагонов на станции или в отдельных парках, число вагонов определенного типа или с определенным грузом, число работающих маневровых локомотивов и др. Среди многих параметров есть такие, значения которых соответствуют той или иной работоспособности станции. Назовем их индикаторами, которые разделим на две группы – параметры состояния и показатели процесса. Станция выполняет свои функции, если значение индикаторов находит-

ся в заданных границах. При выходе за эти границы станция быстро теряет работоспособность и вскоре «забывается». То есть должно выполняться логическое условие для индикаторов состояния

$$\forall i \in I \mid \underline{\gamma}_i \leq \gamma_i(t) \leq \bar{\gamma}_i, t \in T, \quad (1)$$

где I - множество индикаторов, $I \subset Y$,

Y - множество параметров,

γ_i - индикатор,

$\gamma_i(t)$ - значение индикатора γ_i в момент t ,

$\underline{\gamma}_i, \bar{\gamma}_i$ - соответственно минимальное и максимальное значение индикатора,

T - расчетный период.

Множества $I \equiv \{\underline{\gamma}_i\}$ и $I \equiv \{\bar{\gamma}_i\}$ определяют, по сути, «опасные» границы для состояния системы, при выходе за которые она перестает нормально функционировать.

Для каждой станции набор индикаторов I и множества \underline{I} и \bar{I} будут различными. Выявить их можно только экспериментами на модели. Характер экспериментов должен быть следующий. Станция работает в автоматическом режиме до тех пор, пока нет опасности потери работоспособности. С помощью анализа результатов работы станции находятся параметры, которые вызвали такой эффект, и определяют граничные значения $\underline{\gamma}_i$ и $\bar{\gamma}_i$. Затем эксперименты продолжают. В конечном счете, определяются множества I , \underline{I} и \bar{I} .

Как правило, значение одного индикатора состояния недостаточно. Чтобы определить близость к «опасной» границе, нужен некоторый их набор. Зачастую более чувствительны в этом смысле показатели процесса. Они определяют скорость приближения к одной из «опасных» границ.

$$\forall j \in J \mid \underline{\gamma}_j \leq \gamma_j(t) \leq \bar{\gamma}_j, t \in T, \quad (2)$$

где J - множество индикаторов процесса, $J \subset Y$,

$\gamma_j(t)$ - значение индикатора в момент t ,

$\underline{\gamma}_j, \bar{\gamma}_j$ - предельные границы для значения индикатора.

Итак, при переходе состояния за «опасную» границу происходит неконтролируемый рост задержек, станция теряет маневренность и, как следствие, работоспособность.

В общем случае пространство возможных состояний представляет собой гиперкуб, ограниченный предельными значениями индикаторов состояния и процесса (рисунок 3). В интерактивном моделировании модель может быть остановлена и по индикаторам состояния, и по индикаторам процесса. Так, например, для станции Новолипецк «опасной» границей будет увеличение вагонов свыше 1300 (рисунок 4).

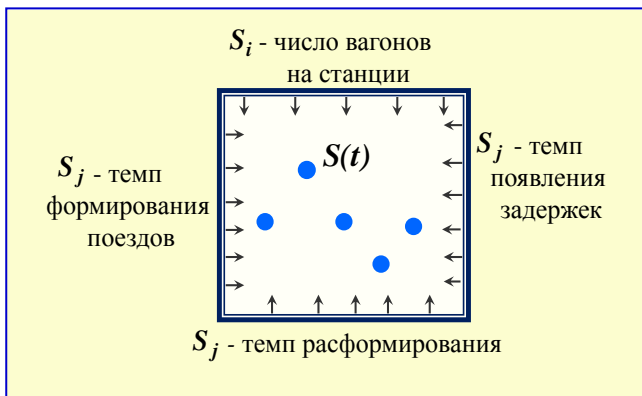


Рисунок 3 – Пример «опасных» границ для состояния системы

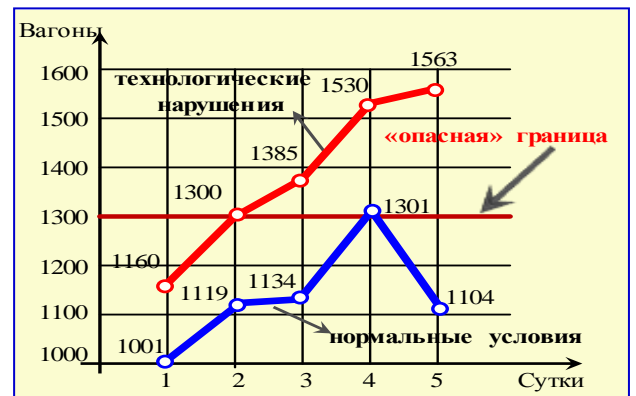


Рисунок 4 – «Опасная граница» для числа вагонов на станции

Эксперименты на модели реальной станции и анализ выдаваемых результатов позволяют определить логическую связь процессов, которые приводят к выходу состояния станции за «опасные» границы и вызывают потерю её работоспособности (рисунок 5).

Логическая цепочка говорит о том, что чем ближе процесс к выходным блокам, тем ближе её работоспособность к нижней допустимой границе. Последние два блока означают уже её потерю.

Итак, чем раньше мы хотим остановить модель, тем более ранний блок рассматривается для выбора индикатора. На основании экспериментов и анализа их результатов можно определить перечень индикаторов.



Рисунок 5 – Логическая связь процессов, определяющих потерю работоспособности станции

Индикаторы состояния:

γ_1 - число вагонов в сортировочном парке,

γ_2 - число вагонов в предгорочном парке,

γ_3 - число вагонов в приемо-отправочном парке,

γ_4 - число вагонов на станции.

Индикаторы процесса:

γ_5^* - величина задержек за время $(t - \Delta\tau, t)$,

здесь t - текущий момент, $\Delta\tau$ - период подсчета, например, 1 час;

γ_6^* - число сформированных поездов за время $(t - \Delta\tau, t)$;

γ_7^* - число отправленных поездов за время $(t - \Delta\tau, t)$;

γ_8^* - число расформированных поездов за время $(t - \Delta\tau, t)$;

γ_9^* - число непринятых поездов за период $(t - \Delta\tau, t)$.

Для каждого индикатора задаются предельные границы, означающие, что выход за них означает скорую потерю работоспособности.

Для индикаторов $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5^*$ - это будут верхние границы.

Для индикаторов $\gamma_6^*, \gamma_7^*, \gamma_8^*, \gamma_9^*$ - важными будут нижние границы. То

есть условиями останковки будут нарушения условий:

$$\forall \gamma_i \in J_1 | \gamma_i \leq \gamma_i(t), \forall \gamma_j \in J_2 | \gamma_j(t) \leq \bar{\gamma}_j, \quad (3)$$

$$J_1 \equiv (\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5^*),$$

$$J_2 \equiv (\gamma_6^*, \gamma_7^*, \gamma_8^*, \gamma_9^*).$$

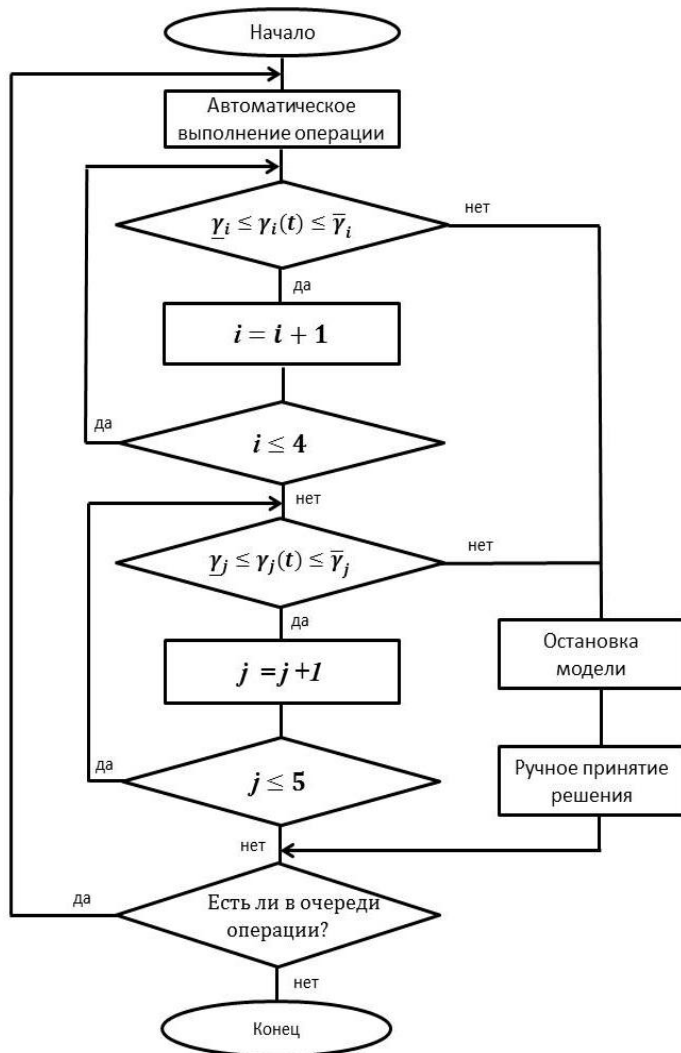


Рисунок 6 – Алгоритм работы интерактивной модели

Логическая важность индикаторов определяется, по ти, последовательностью блоков в логической цепочке. В тате, определен алгоритм полнения операции в интерактивной модели (рисунок 6).

Таким образом, состояние станции и характер протекающих в ней процессов характеризует целый ряд параметров. Предельные их значения определяют, по сути, «опасные границы», при выходе за которые станция теряет работоспособность. Те из них, которые более информативны, следует выбирать в качестве индикаторов для определения момента останковки модели.

Глава 4 посвящена разработке информационного и операционного обеспечения интерактивного процесса.

Технолог, для того чтобы иметь возможность принимать обоснованные решения, должен иметь всю необходимую информацию (рисунок 7).

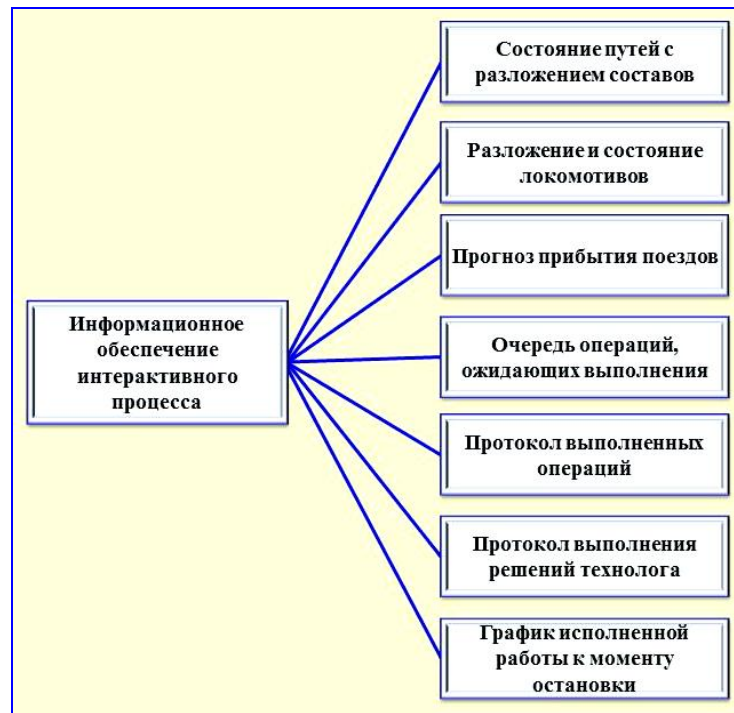


Рисунок 7 – Информационное обеспечение интерактивного процесса



Рисунок 8 – Алгоритм действия технолога

Он должен видеть момент остановки модели на графике исполненной работы, состояние путей, расположение и состояние локомотивов, очередь операций в модели, протокол выполненных операций (рисунок 8). Но ему нужно оценить не только мгновенное состояние системы, но и происходящие процессы. Далее излагаются методические основы информационного обеспечения процесса принятия решения и примерные информационные формы.

Для быстрой оценки состояния парков технологу удобно видеть уровень заполнения путей в графическом виде - в предгорочном (рисунок 9) и в сортиро-

вочном парках (рисунок 10).

Технолог сразу видит, какие свободные локомотивы (по типам) находятся в каких районах станции. То есть, каким потенциалом он обладает для принятия технологических решений. Состояние технологического процесса можно оценить по очереди операций в модели (рисунок 11). На рисунке зелёным цветом отображена операция, которая будет выполняться первой, оранжевым – которая не была выполнена и снова поставлена в очередь.

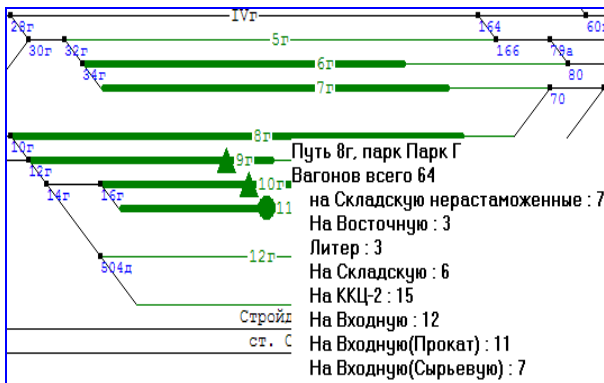


Рисунок 9 – Составы поездов с разложением в предгорочном парке

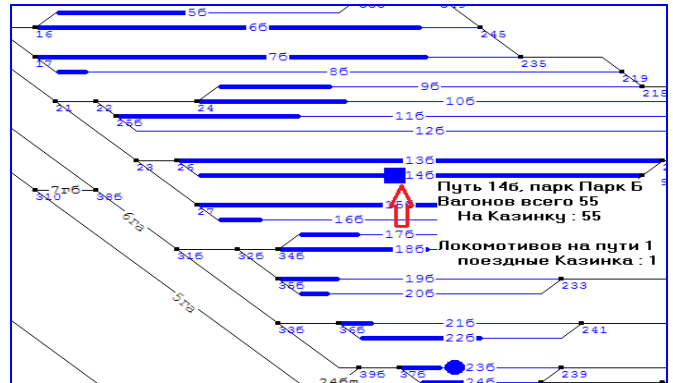


Рисунок 10 – Состояние сортировочного парка

Можно посмотреть, какие операции были выполнены перед этим. Важно отделить операции, выполнение которых задавала модель, от операций, которые были выполнены по решению технолога. То есть технолог видит, какие решения он принимал, а по состоянию системы – к чему это привело (рисунок 12).

Очередь операций

№	Название операции	Поступлен
2851	Уборка порожних на 1г (концентрат)	[2] 13:27
2913	Полурейс локомотива резервом (КМ) 15 16 [16а. п. парка вагон	[2] 13:27
2018	Расформирование длинного разборочного с Казинки с заездс	[2] 13:30
288	Расформирование разборочного со Входной [6г п. парка Пар	[2] 13:31
2448	Вызов поездного локомотива с Восточной стандарт (15б)	[2] 13:36

Рисунок 11 – Очередь операций в модели

Протокол

ID	Имя операции	Время
2289	Подача вывозного локомотива на 22б (на ККЦ-2) [22б п. парка Парк	[2] 13:07
749	Прием с Чугуна маршрута с концентратом	[2] 13:08
1429	Уборка локомотива с 1б в район "на сеть" [С 1б п. парка Парк Б в рай	[2] 13:10
45	Прием со Входной разборочного	[2] 13:10
2817	Окончание формирования на Казинку на Калининград 6б путь	[2] 13:11
1130	Расформирование сборного с Проката [5г п. парка Парк Г	[2] 13:12

Рисунок 12 – Протокол выполненных операций

Для принятия правильных решений, технологу нужно не только видеть пре-

дыдущую ситуацию, но и оценить ближайшую будущую, то есть ему необходим прогноз прибытия поездов с разложением составов.

Представленный перечень информации позволяет технологу оценить состояние системы, протекаемых технологических процессов и сформулировать меры по удалению состояния объекта от «опасных» границ. То есть предложить решения, которые не смогла найти имитационная модель.

Операционное обеспечение должно предоставлять технологу во время останова модели возможность выбирать и осуществлять любые решения, предусмотренные технологическим процессом. Кроме того он может производить изменения в технологии, повышая ее гибкость и увеличивая адаптивность станции (рисунок 13). Он может включить в очередь любую из возможных технологических операций. Или удалить какую-то операцию. А выбор этот в системе моделирования весьма широк.



Рисунок 13 – Возможные решения технолога в интерактивном процессе

Внесением изменения в стандартный технологический процесс технолог может вывести станцию и критического состояния и передать управление модели. Если модель опять остановится по некоторому индикатору, интерактивный процесс должен быть продолжен технологом.

Таким образом, интерактивное моделирование представляет собой более развитый аппарат для исследования сложных проектируемых систем железнодорожного транспорта.

Интерактивный эксперимент на примере станции Новоліпецк заключается в следующем. В выходной горловине сортировочно-отправочного парка произошел сход. Работа модели останавливается, когда резко возрастают суммарные

задержки. То есть индикатором является показатель процесса, в данном случае «суммарные задержки за 1 час», предел был установлен «20 составо-часов за 1 час».



Рисунок 14 – Задержки при выполнении операций

Остановка работы модели произошла в 14 час вторых суток, к этому моменту суммарные задержки достигли величины 26,7 составо-часов за 1 час. Анализ показал, что наибольшие задержки возникают в зоне окончания формирования сортировочно-отправочного парка. Технолог перенес часть операций формирования составов на горку. Задержки стали уменьшаться и через некоторое время станция

начала работать в установившемся режиме (рисунок 14).

Таким образом, наиболее представительными индикаторами являются индикаторы процесса и, в первую очередь, величина суммарных задержек при выполнении технологических операций. Индикаторы состояния отображают возникновение трудной ситуации с некоторым временным сдвигом и это необходимо учитывать при остановке модели.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации предложена технология исследования действующих и проектируемых железнодорожных станций на основе интерактивного моделирования. Сочетание возможностей компьютера, а также интеллекта и опыта технолога позволяют сформировать рациональную реакцию транспортной системы в возникающих трудных ситуациях, корректно отобразить ее возможную адаптивность и тем самым более корректно рассчитать перерабатывающую способность.

В том числе решены следующие задачи:

1. Обоснована необходимость перехода к новому, интерактивному этапу моделирования железнодорожных станций, когда на этапе проектирования трудно заранее предусмотреть возможные затруднения в работе и, соответственно, сформировать необходимую реакцию для сохранения работоспособности транспортного объекта.

2. Предложены принципы и технология построения интерактивных моделей, позволяющая снизить суммарные задержки на 24,7%, и, соответственно повысить перерабатывающую способность железнодорожной станции и уровень возможного использования путей, сортировочных и грузовых устройств, а также локомотивов.

3. Предложены индикаторы для перехода модели с автоматического режима на ручной и обратно, принципы их выбора для конкретной модели, классификация и методика использования для определения возникающей трудной ситуации; описаны границы «опасного состояния», когда модель необходимо передавать на ручное управление.

4. Разработаны методические основы информационного и операционного обеспечения интерактивного процесса. Проведен интерактивный эксперимент, выполнен анализ его результатов, который доказывает эффективность применения интерактивного подхода в имитационном моделировании. Применение интерактивного моделирования позволило повысить адаптивность железнодорожной станции Новоліпецк и, соответственно, ее производительность, что привело к сокращению затрат инвестиционных средств на 26%.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации, входящие в перечень изданий, рекомендованных ВАК Министерства и образования и науки Российской Федерации:

1. Кащеева Н.В., Тимухина Е.Н. Исследование снижения функциональных возможностей станций при сходах подвижного состава/ Н.В. Кащеева, Е.Н. Тиму-

хина// Транспорт: наука, техника и управление. – 2013. – №1. – С.51–54.

2. Кашеева Н.В., Козлов П.А., Пермикин В.Ю. К теории построения транспортных узлов/ Н.В. Кашеева, П.А. Козлов, В.Ю. Пермикин// Транспорт Урала. – 2013. – №3. – С. 8–10.

3. Кашеева Н.В., Тимухина Е.Н., Мягков А.В. Зависимость показателей работы транспортной системы от параметров технологических линий/ Н.В. Кашеева, Е.Н. Тимухина, А.В. Мягков // Транспорт: наука, техника и управление. – 2013. – №11. – С. 36–38.

4. Кашеева Н.В., Мишарин А.С. Интерактивное исследование проектируемых железнодорожных станций/ Н.В. Кашеева, А.С. Мишарин// Транспорт Урала. – 2014. – №2. – С.3–6.

5. Кашеева Н.В., Четвериков В.А., Окулов Н.Е. Исследование заводских сортировочных станций с помощью имитационного моделирования/ Н.В. Кашеева, В.А. Четвериков, Н.Е. Окулов// Транспорт: наука, техника и управление. – 2014. – №3. – С. 58–62.

6. Кашеева Н.В., Осокин О.В., Колокольников В.С. Автоматизированное построение имитационных моделей/ Н.В. Кашеева, О.В. Осокин, В.С. Колокольников // Транспорт: наука, техника и управление. – 2014. – №5. – С. 50–53.

Монография:

1. Кашеева Н.В., Тимухина Е.Н. Повышение функциональных и адаптивных свойств ж.д. станций// Монография. –LAP LAMBERT Akademik Publishing, Germany, 2013. – 222 с.

Публикации, не входящие в перечень изданий ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации:

1. Кашеева Н.В., Тимухина Е.Н. Влияние отказа устройств автоматики на показатели работы транспортной системы// Сб. тр. V всерос. научно-технич. конф. фил. УрГУПС/ Техническое творчество как средство развития конкурентоспособности и повышения качества инж. деятельности. – УрГУПС, 2013. – С. 6–9.

2. Кашеева Н.В., Тимухина Е.Н. Метод повышения эксплуатационной надежности станции при сходах подвижного состава // Сб. тр. международ. научно-

практ. конф./ Проблемы и перспективы развития транспорта. – М.: МИИТ, 2012. – С.153–154.

3. Кашеева Н.В., Тимухина Е.Н. Проблемы расчета и обеспечения работоспособности железнодорожных станций при технологических сбоях// Сб. тр. IV всерос. научно-техн. конф. фил. УрГУПС/ Техническое творчество как средство развития конкурентоспособности и повышения качества инж. деятельности. – УрГУПС, 2012. – С. 32–35.

4. Кашеева Н.В., Тимухина Е.Н. Функциональная надежность теоретические основы и принципы расчета/ Н.В. Кашеева, Е.Н. Тимухина// Сб. науч. тр. мол. уч., спец., асп. и маг./ Современные проблемы транспортного комплекса в России. – Магнитогорск: МГТУ, 2012. – С. 98–108.

5. Кашеева Н.В., Тимухина Е.Н., Четвериков В.А., Окулов Н.Е. Имитационная экспертиза проектов развития промышленных железнодорожных станций// Materialy X mezinarodni vedecko-prakticka conference «Dny vedy - 2014». – Dil 33. – Praha, 2014. – С. 54-56.

6. Кашеева Н.В., Тимухина Е.Н., Окулов Н.Е. Активация адаптивных технологий работы промышленных станций с помощью модели// Materialy X mezinarodni vedecko-prakticka conference. – Belgrade, 2014. – С. 51-53.

Кашеева Наталья Вячеславовна

ИНТЕРАКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ

05.22.08 – Управление процессами перевозок (технические науки)

Подписано в печать
27.01.2015

Формат 60×84 1/16
Тираж 100 экз.

Объем усл.печ.л 1,0
Заказ

Издательство УрГУПС, 620034, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66