

Методы повышения эффективности автоматизированной системы оперативного управления на железнодорожном транспорте

Н.А. Москат

Ростовский государственный университет путей сообщения

Аннотация: Изложены основные этапы развития автоматизированной системы оперативного управления (далее АСОУП) на железнодорожном транспорте, проблематика эффективности работы указанной системы. Описаны методы повышения эффективности АСОУП, представлена модель обработки информационных потоков.

Ключевые слова: АСОУП, АСОУП-2, АСОУП-3, дорожно-сетевая база данных, таблица текущего состояния, информационное сообщение, транспортная система, тематическая таблица, эффективность, железнодорожный транспорт.

Введение

АСОУП уходит своими корнями в далекий 1983 год и на настоящий момент остается одной из центральных транспортных систем, регулярно обновляясь и пополняясь новыми данными. На начальном этапе создания АСОУП реализовывались модели поездов, локомотивов и специального подвижного состава [1]. Были открыты возможности для постоянного совершенствования управления эксплуатационной работой на сети дорог. Система предоставила возможность руководителям и оперативному персоналу дорог получать комплексное представление об эксплуатационной обстановке на подлежащих контролю полигонах достаточно оперативно. В распоряжении работников находилась информация о наличии, размещении и состоянии вагонных парков; перемещении и дислокации поездов; наличии, дислокации и состоянии локомотивов; погрузке, выгрузке и т.д. Благодаря данной информации возникла возможность составления прогнозов, оперативного планирования работы. Способность к решению некоторых прикладных задач системы позволила вести контроль по соблюдению технологической дисциплины, своевременно реагировать и ликвидировать выявленные нарушения.

Посредством АСОУП, оперативным работникам дорог предоставлялся комплект технологических документов по требуемому составу. Система стала основой при создании комплекса новых информационных систем и задач в сфере управления перевозочным процессом.

Однако практически на каждом информационно-вычислительном центре функционировал уникальный набор прикладных задач АСОУП, что накладывало трудности на сопровождение системы.

Еще одним существенным недостатком АСОУП было то, что база данных системы являлась закрытой для других дорожных систем. Поэтому, процесс создания автоматизированных систем предполагал построение для каждой из них собственной базы данных (под конкретную систему). В процентном соотношении на поддержание локальных баз данных АСОУП приходилось 69% всего выхода.

Ряд информационных систем, получая результаты из АСОУП, осуществлял процесс обработки, используя собственные алгоритмы. Возникла ситуация, когда на всех уровнях управления данные об одних и тех же событиях различны. На вопросы сходимости баз данных тратятся большие ресурсы, однако результат остается неутешительным. Что связано либо с ошибками программного обеспечения, либо с тем, что возможно различное толкование одних и тех же ситуаций. Сходимость линейного и дорожного уровней еще хуже. Исследованию показателей качества информационно-вычислительных систем железнодорожного транспорта посвящена работа [2].

Другая проблема – пользовательский интерфейс. В результате массовых «собственных» разработок систем, касающихся одних и тех же технологических процессов, но имеющих различные интерфейсы и базы данных, создание общего (единого) интерфейса всех уровней управления без глобальной перестройки ряда внедренных систем стало невозможно.

Начиная с 2000 года, был поставлен вопрос о создании на основе базы данных АСОУП единой дорожно-сетевой базы перевозочного процесса.

Результатом стала спроектированная база данных АСОУП, построенная на *DB/2* (база данных (далее БД) АСОУП-2). Указанная база данных ведется, базируясь на информации АСОУП, с переводом на нее прикладных комплексов системы. Данная стратегия была сформированная с целью обеспечения открытости базы данных АСОУП. Таким образом, возникла возможность для создания транспортных систем, которые могли обращаться к данным системы АСОУП-2. Появляются системы дорожно-сетевого уровня СИРИУС, ОСКАР-М и др. Кроме того, функционал БД АСОУП-2 существенно превосходит функционал БД АСОУП.

Модификация БД АСОУП на основе анализа трафика

База данных АСОУП-2 строилась как единая дорожно-сетевая база данных. В ее состав включена оперативная, прогнозная, архивная, плановая и нормативная составляющие по всем объектам слежения – таким как поезда, вагоны, контейнеры и пр. Архитектура БД АСОУП-2 предусматривает также модификацию ряда элементов базы данных или средств их ведения.

Спектр таблиц единой дорожно-сетевой базы данных АСОУП-2 представляет собой модель, обеспечивающую ведение информационных цепочек операций по всем объектам перевозочного процесса, а также унификацию процесса подготовки отчетных данных.

Обработка информационных потоков АСОУП-2 может быть представлена в виде модели (рис. 1):

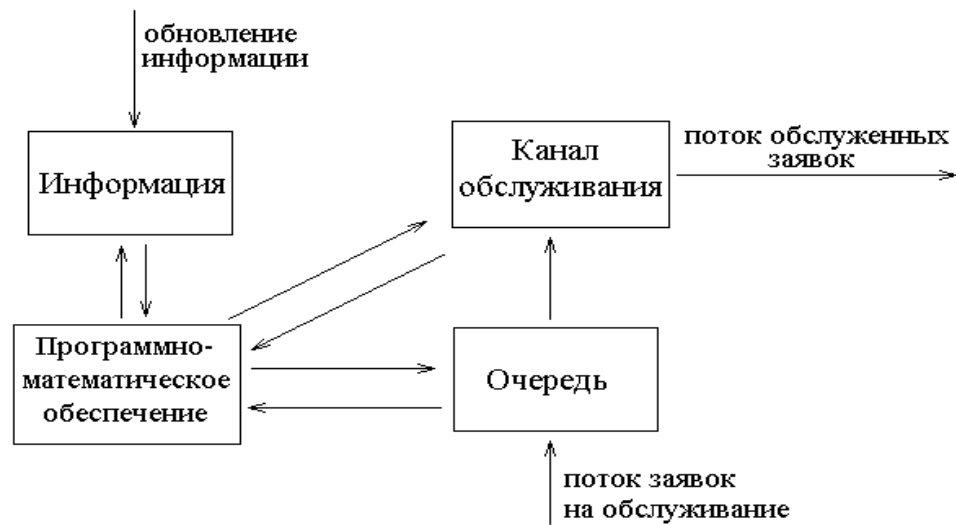


Рис. 1 – Модель обработки информационных потоков АСОУП-2

Расчет статистических оценок математических ожиданий для входящего трафика m_x , и исходящего – m_y :

$$m_x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n},$$

$$m_x = 1,254 \cdot 10^6,$$

$$m_y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n},$$

$$m_y = 2,612 \cdot 10^8.$$

Дисперсия (второй центральный момент) x :

$$D_x = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - m_x)^2}{n - 1},$$

$$D_x = 2,159 \cdot 10^{10}.$$

Дисперсия (второй центральный момент) y :

$$D_y = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - m_y)^2}{n - 1},$$

$$D_y = 8,536 \cdot 10^{15}.$$

Для формирования выборок экспериментальных данных с целью исследования указанных характеристик рассматривалось содержимое журналов протоколирования запросов к серверу баз данных.

Более детальный анализ информационных потоков АСОУП представлен в [3], статистических характеристик АСОУП Северо-Кавказской железной дороги в [4]. Вероятностному анализу своевременности предоставления информации в автоматизированных системах управления железнодорожным транспортом посвящена работа [5]. Ключевую роль в процессе передачи информационных сообщений имеет также надежность функционирования отраслевых информационных сетей [6].

Кроме того, следует понимать, что функционал БД АСОУП-2 не ограничен лишь организацией взаимодействия АСОУП со смежными системами. Это лишь небольшая составляющая. БД АСОУП-2 базируется на принципиальной схеме построения, представляющей собой интеграционную информационную среду всех систем, касающихся перевозочного процесса.

Основным принципиальным отличием от ранее существовавшей системы является то, что в случае использования информации для решения более чем одной задачи, такая информация обязана находиться в базе данных АСОУП-2. В случае соблюдения данного условия, необходимость стыковки различных систем между собой, организация своих правил обмена отпадает. Поэтому основным направлением разработки является процесс по приведению БД АСОУП-2 к эталону (первичной базе данных) по всем основным эксплуатационным дорожным показателям.

При данном подходе формируется единая дорожно-сетевая база данных, которая связана также с эксплуатацией подвижных единиц. Данный факт важен при разделении составляющих – эксплуатационной и ремонтной.

Переменная составляющая единой дорожно-сетевой БД АСОУП-2 содержит: таблицы текущего состояния, тематические таблицы, таблицы

функциональных задач, архивы таблиц функциональных задач и тематических таблиц дорожного уровня.

В тематические таблицы вносятся прогнозная составляющая всех объектов (поездов, вагонов, контейнеров и пр.). Данные таблиц требуют периодической чистки. Объект таблицы вычищается за дальнейшей ненужностью объекта, а также по окончании срока использования операции с объектом в оперативных задачах. На сетевом уровне – по исключению объекта. В случае необходимости, чистка может осуществляться в принудительном порядке по определенным параметрам – номеру, индексу поезда, номеру вагона или контейнера и пр.

По результатам прошедших отчетных суток происходит заполнение в сеансовом режиме всех актуальных записей в архив тематических таблиц, а также в архивы таблиц функциональных задач. По своей структуре таблицы архива и таблицы функциональных задач являются аналогичными. Кроме того, раз в сутки осуществляется перенос информации из таблиц задач в архивные таблицы, в которых она хранится три года. Расчет полосы пропускания телекоммуникационных каналов представлен в [7].

На сегодняшний момент, к сожалению, на дороге всё еще функционируют многочисленные базы данных, содержащие переменную информацию. В результате, в процессе выборки однородных данных из различных систем мы можем получить весьма существенные расхождения. Данная проблема актуальна и при работе с плановой информацией. Исходя из данной проблемы, в процессе создания плановой составляющей базы данных АСОУП-2 необходимо выявление первоисточника в процессе получения плановой информации, а также детализация информации. Если в процессе создания переменной составляющей потока информации передаются с дорожного уровня на сетевой, то в процессе создания плановой составляющей потока информации передаются с сетевого уровня на

дорожный, где детализируются. Далее детализированные данные возвращаются на сетевой уровень.

Перспективы повышения эффективности АСОУП

По понятным причинам, процесс создания единой дорожно-сетевой базы данных является сложным и трудоемким. В процессе определения этапов ее разработки, были поставлены определяющие цели: первоочередной задачей была ликвидация узких мест в существующих решениях, далее – переход к современным средствам ведения базы данных АСОУП-2.

Безусловно, актуальным в наши дни является развитие мультимодальных перевозок. В данной сфере на БД АСОУП-2 возлагаются задачи по реализации системы взаимодействия с автоматизированными системами других видов транспорта.

В холдинге к 2018 году за счет использования данных, полученных от автоматизированного съема информации. Значительно сократился ее ввод вручную. Появилась возможность формирования электронного маршрута машиниста, а также информационное обеспечение полигонного управления. Еще одна инновация – функция электронного взаимодействия с ФТС России.

На данный момент в АСОУП создается свыше 2,2 млн сообщений, 6 млн запросов выходных форм и документов, а также – 50 миллионов обращений к базам данных на получение информации.

АСОУП нового поколения будет уникальным продуктом. В ней появится также система учета экономических параметров и главное – комплекс имитационных моделей. Моделям оценки параметров телекоммуникационного трафика в автоматизированных информационно-управляющих системах посвящены работа [8-10]. В общем, это будет интегрированная система третьего поколения. Ее создание разбито на три этапа.

Первый – это период проектирования АСОУП-3 и обновления хранилища данных. До конца 2016 г. было намечено разработать дополнительные компоненты, а в 2017–2018 гг. – прежняя версия АСОУП и устаревшие прикладные продукты, связанные с ней, должны быть выведена из эксплуатации.

В результате планируется сформировать интегрированный информационный сервис, консолидирующий в себе различные источники информации и обеспечивающий данными о перевозочном процессе все уровни управления эксплуатационной работой ОАО «РЖД». Это должно существенно повысить эффективность и качество управления перевозками.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проекты 17-07—620-а, 18-08-00549-а.

Литература

1. Баврин Г.Н., Якимец В.Н. АСОУП - основа информационных технологий перевозок // Транспортная газета «Евразия Вести», 2006, № 5 URL: eav.ru/publ1.php?page=1&publid=2006-05a10.

2. Москат Н.А., Станкевич Е.А. Показатели качества информационно-вычислительных систем железнодорожного транспорта // Инженерный вестник Дона, 2013, №3 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1789.

3. Москат Н.А. Исследование информационных потоков Автоматизированной системы оперативного управления перевозочным процессом железнодорожного транспорта // Труды РГУПС. Ростов н/Д, 2013, №2. С. 56-68.

4. Москат Н.А. Статистические характеристики автоматизированной системы оперативного управления перевозочным процессом Северо-Кавказской железной дороги (тезисы) // Труды Всероссийской научно-практической конференции «Транспорт–2008». Часть 1. Ростов-на-Дону, 2008. С. 65 – 66.



5. Москат Н.А. Вероятностный анализ своевременности предоставления информации в автоматизированных системах управления железнодорожным транспортом // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. Ростов н/Д, 2008, № 4. С. 87-94.

6. Бутакова М.А., Линденбаум М.Д., Москат Н.А. Расчет надежности функционирования отраслевых информационных сетей // Известия Вузов. Сев.-Кав. регион. Сер. Техн. науки, 2009, № 5. С. 32 – 37.

7. Назарько О.В., Павлов И.В., Чернов А.В. Моделирование оптимальной полосы пропускания телекоммуникационных каналов при условии гарантированной и негарантированной доставки пакетов // Инженерный вестник Дона, 2012, №1 URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/652.

8. Гуда А.Н., Бутакова М.А., Москат Н.А. Модели оценки параметров телекоммуникационного трафика в автоматизированных информационно-управляющих системах // Вопросы современной науки и практики. Университет им. Вернадского, , 2010, № 2 С. 71 – 87.

9. Kratz M.F., Resnick S.I. The Q-Q estimator and heavy tails. Stoch. Models, 1996, v. 12, № 4, pp. 699 – 724.

10. Holger Drees, Laurents de Haan, and Sidney Resnick, “How to make a Hill Plot”, The Annals of Statistics 2000, Vol. 28, No. 1, pp. 254–274.

References

1. Bavrin G.N., Yakimets V.N. Transportnaya gazeta «Evraziya Vesti», 2006, № 5 URL:eav.ru/publ1.php?page=1&publid=2006-05a10.

2. Moskat N.A., Stankevich E.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №3. URL:ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1789.

3. Moskat N.A., Trudy RGUPS. Rostov n/D, 2013, №2. pp. 56-68.

4. Moskat N.A. Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Transport–2008». Chast' 1:trudy. Rostov-na-Donu, 2008. pp. 65 – 66.



5. Moskat N.A. Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya. Rostov n/D, 2008, № 4. pp. 87-94.
6. Butakova M.A., Lindenbaum M.D., Moskat N.A. Izvestiya Vuzov. Sev.-Kav. region. Ser. Tekhn. nauki, 2009, № 5. pp. 32 – 37.
7. Nazar'ko O.V., Pavlov I.V., Chernov A.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №1. URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/652.
8. Guda A.N., Butakova M.A., Moskat N.A. Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. Vernadskogo, 2010, № 2, pp. 71 – 87.
9. Kratz M.F., Resnick S.I. The Q-Q estimator and heavy tails. Stoch. Models, 1996, v. 12, № 4, pp. 699 – 724.
10. Holger Drees, Laurents de Haan, and Sidney Resnick, “How to make a Hill Plot”, The Annals of Statistics 2000, Vol. 28, № 1, pp. 254–274.