

Интеллектуализация управленческих функций дежурного по станции

М. А. ХОМЯКОВА

ООО «Центр Информационных технологий на транспорте» (ООО «ЦИТТРАНС»), Москва, 105082, Россия

Аннотация. Высокий уровень требований к эффективности управления перевозками на железнодорожном транспорте определяет потребность в необходимости развития «умных» (интеллектуальных) транспортных информационных систем.

В статье представлен анализ функциональных возможностей автоматизированного рабочего места дежурного по станции (АРМ ДСП). Определен ряд технологических обязанностей ДСП, нуждающихся в качественных управляющих подсказках (решениях) со стороны информационных систем. Рассмотрены некоторые принципы и методы построения интеллектуальных систем для управления оперативной работой станций.

Ключевые слова: имитационное моделирование; цифровая модель путевого развития; самообучение; автоматизированное рабочее место дежурного по станции (АРМ ДСП)

Введение. Сеть железнодорожного транспорта является сложным динамическим объектом, управление которым невозможно без автоматизированных информационных систем. Информационные системы сегодня — это не просто средства поддержки управления, а основные элементы инфраструктуры железнодорожного транспорта [1]. Из раздела вспомогательных средств они переместились в раздел основных и превратились в один из главных механизмов совершенствования управления работой железнодорожного транспорта. Современные информационные системы, которые внедрены и эксплуатируются в ОАО «РЖД», в основном ориентированы на сбор, передачу, хранение и предоставление данных пользователю. Полученная информация является основой, а знания и накопленный опыт помогают работнику в типичных ситуациях принимать те или иные управленческие решения.

Рассмотрим подробно функциональные возможности одной из таких систем на примере АРМ ДСП.

1. Анализ функциональных возможностей АРМ ДСП.

В настоящее время у дежурного по станции в автоматизированном режиме выполняется:

— регистрация и накопление заданий на установку маршрутов:

- приема и проследования поездов;
- заезда локомотивов под составы;
- пропуска поездных локомотивов в депо;
- прочие;

— отображение состояний объектов контроля и управления:

- изображение топологии станции с указанием номеров стрелок, светофоров, путевых участков и других объектов (участков приближения, переездов и пр.);

- автоматический учет состояния приемо-отправочных железнодорожных путей — цветовой индикацией определяются свободные, занятые участки, выставленные маршруты, а также объекты, не включенные в централизацию;

- идентификация и отслеживание подвижных единиц на станции; информация о составах поездов, операциях с ними, о нахождении локомотивов и их состоянии, например:

- 1) общие данные о поезде (вес, длина, особые отметки и т. п.);

- 2) сведения о каждом вагоне, включенном в поезд (номер, станция назначения, вес груза и т. п.);

- 3) итоговые данные о составе поезда (по железным дорогам и станциям назначения и т. п.);

- 4) итоговые данные разметки состава поезда по назначениям плана формирования;

- 5) перечень операций с поездами в пути следования;

- 6) данные о локомотивах и локомотивных бригадах, работающих и работавших с поездом;

- 7) данные от соседних участков о поступлении маневрового локомотива и другого подвижного состава;

- 8) информация о нарушениях плана формирования в поезде и сведения о соблюдении норм веса и длины;

- 9) другое;

- ожидаемое прибытие поездов на период, который укажет ДСП;

— заготовки макетов сообщений для автоматизированной системы оперативного управления перевозками (АСОУП) о следующих технологических событиях:

- прибытие поезда;
- проследование поезда через станцию без остановки;
- движение пассажирских поездов;
- объединение и разъединение составов поездов;
- изменение индекса поезда;
- временное отставание поезда от движения и другие задержки в пути следования;
- окончание формирования состава;

■ E-mail: 0000marina@bk.ru (М. А. Хомякова)

- регистрация начала и окончания опробования тормозов;
- установка и снятие ограждения состава;
- прицепка, отцепка локомотива;
- прикрепление локомотива к маневровой работе на станции;
- смена локомотивной бригады;
- корректирующие сообщения;
- иные макеты;
- выполнение запросов в АСОУП:
- справки о работе территориальных объектов дороги;
- уточняющие сведения об объектах на станции и в подходе;
- составы поездов, не имеющих телеграмм-натурных листов (ТГНЛ) и т. п.;
- взаимосвязь с работниками производственно-технического отдела (ПТО) и другими служащими инфраструктуры:
- оповещение монтеров пути — зона оповещения выделяется на мнемосхеме станции, предупреждение ДСП при подаче сигналов в зону оповещения и т. д.;
- автоматическая подготовка различных справок и статистических форм по различным критериям, архивные данные:
- наличие транзитных груженных вагонов;
- наличие готовых составов;
- разложение по роду подвижного состава и назначениям вагонов по плану формирования;
- сведения о событиях с поездом;
- ведение журнала движения поездов;
- итоги работы станции по приему и отправлению поездов;
- формирование итогов работы диспетчерской смены с накоплением сформированных данных в архиве;
- сводный отчет о работе диспетчерской смены;
- простой транзитных и местных вагонов;
- отчет о выполнении нарядов-заданий;
- работа маневровых локомотивов;
- архив технологических состояний схем станции за заданный пользователем период с возможностью непрерывного воспроизведения или пошагового отображения движения и дислокации всех подвижных единиц, контроль состояния сигналов, маршрутов, занятости секций;
- прочие;
- поиск текущего состояния и дислокации объекта:
- поезда — по номеру или индексу;
- вагона и локомотива — по номеру;
- другое;
- просмотр отдельных нормативных документов, регламентирующих деятельность ДСП;
- контроль правильности пользования устройствами СЦБ и правильности соблюдения ДСП специализации путей [2];

– ведение протокола действий оператора и протокола обмена данными в сети.

Из приведенного выше обзора функций видно, что АРМ ДСП нацелен на предоставление пользователю различного рода учетных и отчетных сведений. Все управленческие решения в процессе выполнения своих технологических обязанностей ДСП принимает самостоятельно, в том числе такие как:

- планирование и подготовка пути для приема каждого поезда;
- определение очередности приема поездов исходя из текущих потребностей и топологии станции;
- планирование внутростанционных перемещений; решения по организации движения поездов и маневровой работы с учетом сложившейся ситуации; последовательность выполнения враждебных маршрутов;
- установка маршрутов пропуска транзитных поездов;
- подготовка маршрутов отправления и т. п.

Эффективность каждого конкретного принятого им решения напрямую зависит от правильной объективной оценки ситуации.

ДСП приходится учитывать большое число внутренних и внешних часто трудно формализуемых параметров [3]. А если взять во внимание тот факт, что информационные системы формируют модель перевозочного процесса станции на основе неточных (приблизительных) данных, вводимых работниками вручную, то их объективность далека от необходимой для принятия управленческих решений.

Также следует иметь в виду, что сегодня значительная часть событий не регистрируется в информационной базе АСУ станции вообще. Автоматический съём данных об определенных событиях с поездами, локомотивами и маневровыми составами отсутствует, а соответственно, и отсутствует модель реального времени. Например, такие важные для понимания общей технологической ситуации на станции операции, как отцепка и уборка (подача и прицепка) с пути маневрового локомотива, помечаются дежурными вручную, в станционных базах данных этих сведений нет.

Не зная актуальной технологической ситуации, ДСП вынужден принимать решения интуитивно опираясь на накопленный опыт работы в типичных ситуациях [4].

Кроме того, принятие управленческих решений дежурным часто приходится осуществлять в условиях крайнего дефицита времени [5]. Даже незначительная задержка в принятии им решения может оказать существенное влияние на показатели работы всей станции.

Рассмотрим на примере одной из возможных враждебных ситуаций тот минимальный набор факторов, которые должен оперативно оценить ДСП. На

рис. 1 представлена часть путевого развития станции Лужская Октябрьской железной дороги.

Предположим, что А — это поезд, который находится на участке примыкания к станции, Б — локомотив, завершающий выполнение маневрового наряда по перемещению группы вагонов в тупик, он находится на пути 11/118. Необходимо установить очередность выполнения этими объектами дальнейших маршрутов по станции. Плановые маршруты поезда и локомотива (согласно следующему маневровому наряду) указаны на схеме пунктирными линиями.

Основные параметры для определения очередности выполнения операций:

- 1) ожидаемое время прибытия поезда;
- 2) характеристики поезда для определения конкретного пути/парка приема:
 - тип поезда: транзит с переработкой, транзит без переработки, транзит с частичной переработкой;
 - длина поезда;
 - наличие в поезде вагонов с особыми требованиями к работе с ними: вагоны с опасными грузами, негабаритными грузами;
 - другие;
- 3) наличие ограничений скорости по инфраструктуре;
- 4) оценка занятости путей парка и стрелочных участков;
- 5) стадия выполнения текущего маневрового наряда локомотивом Б (завершен; если нет, то сколько времени требуется для завершения);
- 6) планируемый наряд на маневры локомотива Б;
- 7) время, необходимое на проследование локомотивом Б участка враждебности;
- 8) прочие.

Практически все перечисленные параметры в том или ином виде доступны ДСП для анализа в действующих на станциях информационных системах. Но есть и исключения, например время необходимое для проследования локомотивом того или иного станционного участка. Рассмотрим подробнее, что оно собой представляет. Прежде всего определим те понятия, с которыми это время отождествляется в эксплуатируемых информационных системах.

1. *Нормативное время* проследования локомотивом участка согласно технологическому процессу работы станции. Не углубляясь в детальный разбор видно, что на один и тот же маршрут объекты при идентичных и/или разных обстоятельствах затратят неодинаковое количество времени. Воздействие внешних факторов на объект перемещения также внесет свои коррективы в это значение.

Кроме того, данные действующих технологических процессов являются приближенными, часто завышенными [6]. Их использование в оперативной работе приводит к росту непроизводительных потерь времени в ожидании выполнения операций. В пиковые периоды при высокой загрузке стрелочных горловин ДСП учитывают буквально секунды их занятия различными маршрутами, поэтому использование нормативного времени в оперативной работе станции возможно лишь в качестве основы подлежащей преобразованию (уточнению) возмущающими воздействиями.

2. *Среднее арифметическое время* проследования локомотивом участка. Для определения данного показателя требуется предварительный сбор информации о фактических проследованиях каждым объектом расчетного участка, а именно сумма всех времен про-

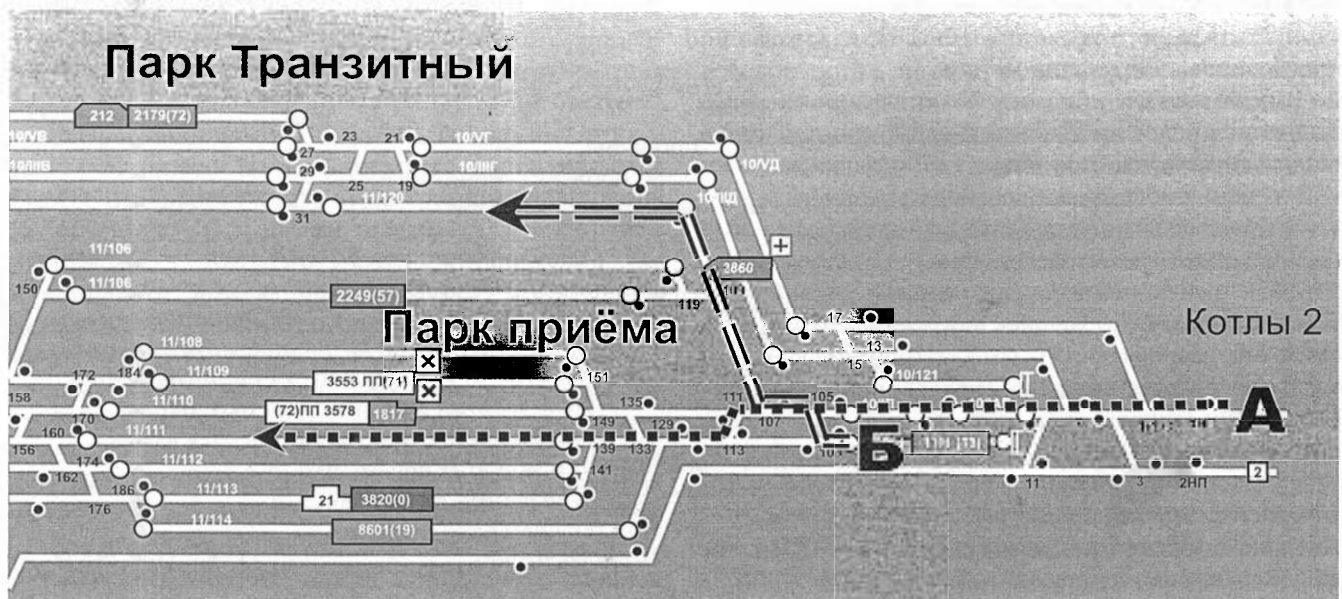


Рис. 1. Табло схемы станции АРМ ДСП системы ИТАУР
Fig. 1. Track display of the station by the AWS SO system ITAUR

следования конкретным локомотивом участка, деленная на количество перемещений

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{n} (x_1 + \dots + x_n).$$

Как и нормативное время, среднее арифметическое в своем буквальном значении не может дать эффективный параметр, так как не отражает особенностей каждой конкретной ситуации. Кроме того, любые разовые (аварийные) пиковые отклонения времени перемещения локомотива в большую или меньшую сторону существенно исказят и сделают непригодным результат расчета для его практического применения.

Таким образом, время проследования локомотивом участка должно учитывать все множество существенно влияющих на него параметров и представлять собой среднее арифметическое значение только тождественных перемещений. В расчеты необходимо включать: возникновение различного рода нарушений нормального хода маневровой работы; климатические условия; уровень квалификации машиниста; другие параметры, учитываемые опытными ДСП.

В последние годы общегосударственная транспортная политика России все больше направлена на разработку и продвижение интеллектуальных транспортных систем — систем, способных частично заменить специалиста в разрешении различных ситуаций, одновременно используя при этом совокупный опыт сразу нескольких экспертов. Основой таких интеллектуальных систем является база знаний, позволяющая быстро генерировать оптимальные для конкретной технологической ситуации варианты решений и предложить их на выбор пользователю.

Интеллектуальные системы должны оперативно выполнять различного рода задачи: интерпретация данных; диагностика; мониторинг; проектирование; прогнозирование; планирование.

Выработанные управленческие решения будут отличаться более высокой точностью и оперативностью, помогать человеку качественно выполнять свои должностные обязанности.

2. Принципы и методы построения интеллектуальных систем для управления оперативной работой станций

2.1. Создание имитационной модели. Одна из основных проблем имитационного моделирования — доказательство адекватности модели, т.е. ее соответствие реальной работе станции [7]. Информационная база (модель) должна содержать все технологически значимые события фиксируемые и отображаемые в режиме реального времени. Предложенное машиной управленческое решение будет эффективным, только если оно построено на достоверных оперативных данных [8]. Только с использованием моделей реального времени можно получить своевременные рациональные управленческие решения [9].

В качестве примера успешной попытки по разработке станционной модели реального времени можно привести инновационную технологию автоматизированного управления работой станции (ИТАУР) — Интеллектуальную Транспортную систему, базирующуюся на оперативных данных спутниковых систем и использующую данные средств наземной автоматики. Инновация 2013-го года сейчас эксплуатируется в постоянном режиме на станциях Ярославль-Главный, Лоста, Волховстрой, Санкт-Петербург-Сортировочный.

Опыт эксплуатации ИТАУР с 2015 г. был заимствован при создании автоматизированной системы управления мультимодальным комплексом «Усть-Луга», являющимся транспортным узлом. Модель позиционирования объектов управления на каждой станции формируется индивидуально, в зависимости от установленных средств спутниковой навигации и железнодорожной автоматики: маневровая автоматическая локомотивная сигнализация (МАЛС); система микропроцессорной централизации MSR-32 производства немецкой компании «Сименс»; системы контроля инвентарных номеров вагонов (АСКИН, АРСИС и т. п.); спутниковая навигация GPS / Глонасс; другие системы, представленные на рис. 2.

2.2. Самообучение интеллектуальной системы.

Принцип основывается на методах автоматической классификации ситуаций из реальной практики, или на методах обучения на примерах. Примеры реальных ситуаций составляют так называемую обучающую выборку, которая формируется в течение определенного исторического периода. Элементы обучающей выборки описываются множеством классификационных признаков. Поиск решения осуществляется на основе аналогий прецедентов и включает следующие этапы:

- получение информации о текущей проблеме;
- сопоставление полученной информации со значениями признаков прецедентов из базы знаний;
- выбор прецедента из базы знаний, наиболее близкого к рассматриваемой проблеме;
- адаптация выбранного прецедента к текущей проблеме;
- проверка корректности каждого полученного решения;
- занесение детальной информации о полученном решении в базу знаний.

Принцип самообучения системы применительно к параметру «время проследования локомотивом участка»: 1) в начальный период запуска системы набираются массивы данных для выполняемых маневровых передвижений в различных сочетаниях; 2) в результате анализа системой этих перемещений формируется ряд временных значений для их дальнейшего использования при текущем оперативном планировании.

Интеллектуальные системы должны уметь в наборе фактов распознать существенные и из имеющихся фактов/знаний сделать выводы [10].

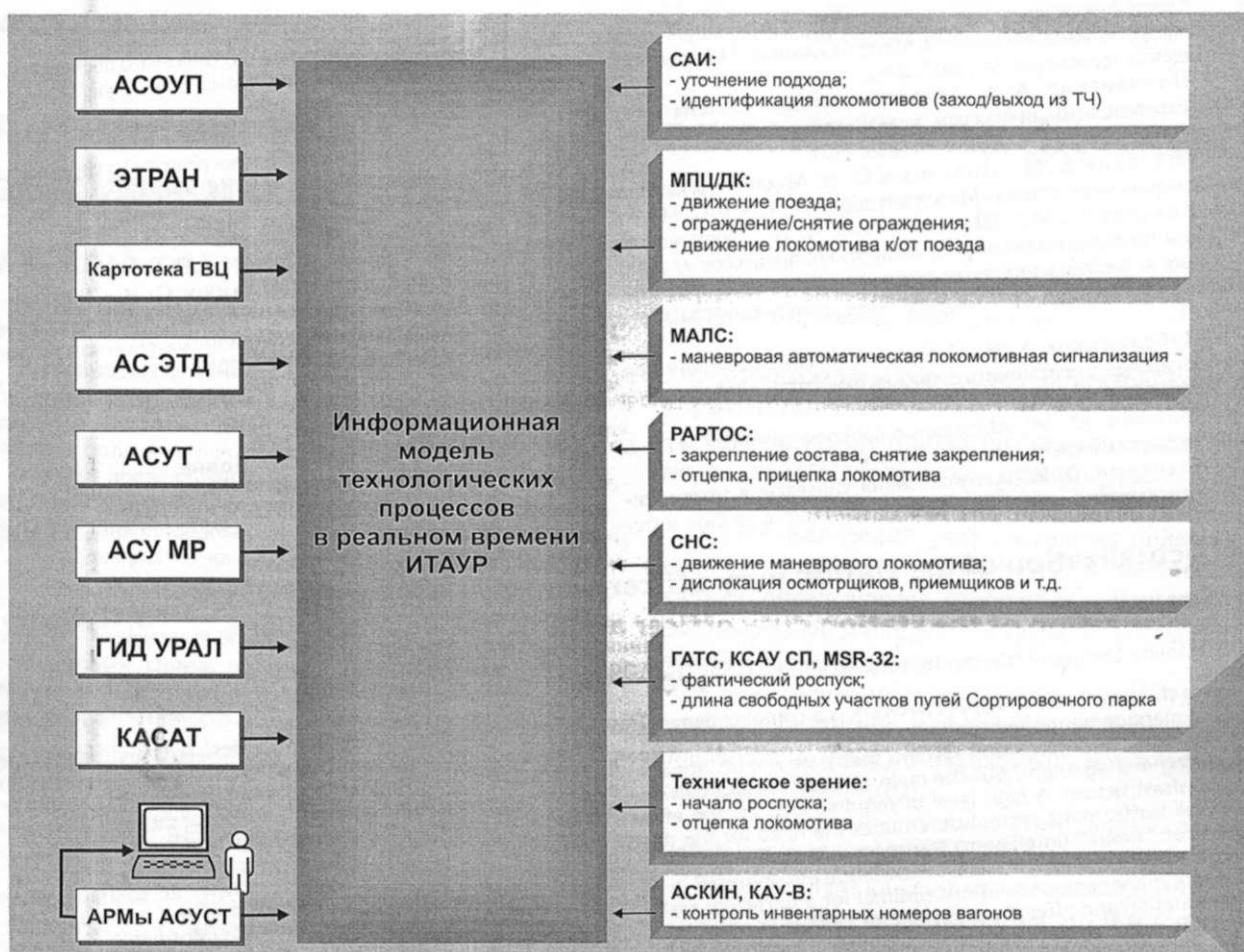


Рис. 2. Схема интеграции потока данных со средств автоматического съема с обеспечением регистрации событий выполнения технологических операций с поездами и локомотивами на сортировочной станции
 Fig. 2. The scheme of integrating data flow from the automatic pickup tools with the provision of recording the events of the execution of technological operations with trains and locomotives at the marshalling yard

2.3. Обратная связь с регулирующей реакцией.

Принцип представляет собой возможность воздействия ответственного исполнителя или возмущающих параметров на характер функционирования системы.

Оперативное реагирование на возможные отклонения от разработанного текущего плана позволит быстро откорректировать существующий план, а при необходимости разработать новый.

Выводы. 1. Высокий уровень требований к эффективности управления перевозками на железнодорожном транспорте определяет потребность в необходимости развития «умных» (интеллектуальных) транспортных информационных систем. Интеллектуальные системы, используя заложенные в них экспертные знания, будут генерировать оптимальные для конкретной технологической ситуации управленческие решения и предлагать их на выбор пользователю.

2. Качество формируемых решений определяется актуальностью используемых для расчетов данных. Чем точнее данные, тем рациональнее управляющее решение.

3. Интеллектуализация систем управления станционными процессами позволит сократить производственные потери и повысить эффективность функционирования железнодорожных станций по следующим составляющим:

- сокращение эксплуатационных расходов:
 - сокращение производственного персонала;
 - уменьшение парка маневровых локомотивов;
- увеличение пропускной и перерабатывающей способности станции;
- повышение эффективности работы примыкающих направлений:
 - снижение задержек поездов на подходах к станциям;
 - повышение уровня выполнения заданий по подготовке поездов;
 - возможность получения диспетчерским аппаратом ДЦУП достоверной технологической ситуации.

4. Снижение уровня нагрузки на дежурного по станции, что, в свою очередь, будет способствовать принятию им более правильных решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Современный транспорт: инфраструктура, инновации, интеллектуальные системы: сб. тр. № 18. Материалы конф. / Международная академия транспорта. М., 2015. 296 с.
2. Поплавский А. А. Автоматизированная система управления перевозочным процессом железнодорожного транспорта в оперативном режиме. М.: Интекст, 2008. 212 с.
3. Уманский В. И., Долганюк С. И. Механизмы качества планирования маршрутов // Мир транспорта. 2014. № 6. С. 94–100.
4. Ковалев С. М., Шабельников А. Н. Теоретические проблемы интеллектуализации транспортных процессов // Автоматизация и механизация технологических процессов на сортировочных станциях: сб. тр. междунар. науч.-практ. конф. М., 2010. С. 15–19.
5. Шабельников А. Н. Совершенствование технологии работы сортировочных станций // Автоматика, связь, информатика. 2011. № 2. С. 2–4.
6. Урличич Ю. М. Актуальные вопросы развития ИТС // Железнодорожный транспорт. 2011. № 4. С. 12–17.
7. Уманский В. И. Автоматизация управления технологическими процессами железнодорожного транспорта на базе инте-

грации методов высокоточного спутникового позиционирования и инерциальной навигации: дис. ... д-ра техн. наук. М.: МИИТ, 2012. 332 с.

8. Дулин С. К., Калинин С. В., Уманский В. И. Интеллектуальная поддержка принятия решений в управлении движением поездов // Научная сессия МИФИ-2008: сб. науч. тр. М., 2008. Т. 10. С. 55–56.

9. Уманский В. И. Цифровые модели путевого развития станции // Мир транспорта. 2014. № 1. С. 126–131.

10. Уманский В. И., Долганюк С. И., Калинин С. В. Имитационное моделирование поездных и маневровых передвижений в интеллектуальных станционных системах оперативного управления // Вестник ВНИИЖТ. 2013. № 2. С. 7–14.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

ХОМЯКОВА Марина Александровна,
главный специалист, ООО «ЦИТТРАНС»

Статья поступила в редакцию 16.01.2017 г., принята к публикации 29.03.2017 г.

Intellectualization of the station duty officer administrative and supervisory capacity

М. А. ХОМЯКОВА

Limited Liability Company "Center for Information Technologies in Transport" (LLC "TsITTRANS"), Moscow, 105082, Russia

Abstract. The railway transport network is a complex dynamic object, the management of which is impossible without automated information systems. Information systems today are not just means of supporting management, but the main elements of the railway transport infrastructure. A high level of requirements for the efficiency of rail traffic management determines the need for the development of "smart" (intelligent) transport information systems. Intellectual systems, using the expert knowledge incorporated in it, will generate management solutions optimal for a particular technological situation and offer them to the user's choice.

The article details the functional capabilities of an automated work station for the station operator (AWS SO). On the example of a hostile situation, a minimal set of parameters is listed, which should promptly evaluate the SO for making an optimal management decision.

The necessity of developing the intellectual capabilities of station systems is justified. A number of technological responsibilities for SO are identified that require quality management tips (solutions) from information systems. Some principles and methods for constructing intelligent systems for controlling the operational work of stations are considered. Intellectualization of control systems of station processes will allow reducing production losses and improving the efficiency of the functioning of railway stations.

Keywords: simulation modelling; digital model of track system; self-learning; automated work station for the station operator (AWS SO)

DOI: <http://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2017-76-2-123-128>

REFERENCES

1. *Sovremennyy transport: infrastruktura, innovatsii, intellektual'nye sistemy*. Sb. tr. konf. [Modern transport: infrastructure, innovation, intellectual systems. Proc. of the conf.]. Moscow, Mezhdunarodnaya akademiya transporta [International Transport Academy] Publ., 2015, no. 18, 296 p.
2. Poplavskiy A. A. *Avtomatizirovannaya sistema upravleniya perezozhnykh protsessom zheleznodorozhnogo transporta v operativnom rezhime* [Automated control system for the railway transportation process in the operational mode]. Moscow, Intext Publ., 2008, 212 p.
3. Umanskiy V. I., Dolganyuk S. I. *Mekhanizmy kachestva planirovaniya marshrutov* [Route planning quality mechanisms]. Mir transporta [World of transport], 2014, no. 6, pp. 94–100.
4. Kovalev S. M., Shabel'nikov A. N. *Teoreticheskie problemy intellektualizatsii transportnykh protsessov* [Theoretical problems of

intellectualization of transport processes]. *Avtomatizatsiya i mekhanizatsiya tekhnologicheskikh protsessov na sortirovochnykh stantsiyakh*. Sb. tr. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [Automation and mechanization of technological processes at shunting stations. Proc. of an international scientific and practical conf.]. Moscow, 2010, pp. 15–19.

5. Shabel'nikov A. N. *Sovershenstvovanie tekhnologii raboty sortirovochnykh stantsiy* [Improvement of the technology of marshalling stations]. *Avtomatika, svyaz', informatika* [Automation, connection and information technologies], 2011, no. 2, pp. 2–4.

6. Urlichich Yu. M. *Aktual'nye voprosy razvitiya ITS* [Topical issues of ITS development]. *Zheleznodorozhnyy transport* [Railway transport], 2011, no. 4, pp. 12–17.

7. Umanskiy V. I. *Avtomatizatsiya upravleniya tekhnologicheskimi protsessami zheleznodorozhnogo transporta na baze integratsii metodov vysokotochnogo sputnikovogo pozitsionirovaniya i inertsiyal'noy navigatsii. Dr. tekhn. nauk diss.* [Automation of management of technological processes of a railway transportation on the basis of integration of methods of high-precision satellite positioning and inertial navigation. Dr. tech. sci. diss.]. Moscow, MIIT Publ., 2012, 332 p.

8. Dulin S. K., Kalinin S. V., Umanskiy V. I. *Intellektual'naya podderzhka prinyatiya resheniy v upravlenii dvizheniem poezdov* [Intelligent decision support in the management of train traffic]. *Nauchnaya sessiya MIFI-2008. Sb. nauch. tr.* [Scientific session of MEPhI-2008. Proc. of sci. works]. Moscow, 2008, Vol. 10, pp. 55–56.

9. Umanskiy V. I. *Tsifrovye modeli putevogo razvitiya stantsii* [Digital models of the station's track development]. *Mir transporta* [World of transport], 2014, no. 1, pp. 126–131.

10. Umanskiy V. I., Dolganyuk S. I., Kalinin S. V. *Imitatsionnoye modelirovanie poezdnykh i manevrovyykh predvizheniy v intellektual'nykh stantsionnykh sistemakh operativnogo upravleniya* [Simulation modeling of train and shunting movements in intelligent station operational control systems]. *Vestnik VNIIZhT* [Vestnik of the Railway Research Institute], 2013, no. 2, pp. 7–14.

ABOUT THE AUTHOR

Marina A. KHOMYAKOVA,
Chief Expert, LLC "TsITTRANS"

Received 16.01.2017

Accepted 29.03.2017