

ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОЕЗДНОЙ РАБОТОЙ ОБЪЕДИНЕННОГО ПОЛИГОНА

Т.А. НИКИТИН

заместитель главного инженера Центральной дирекции управления движением

А.А. МОСКАЛЁВ,

генеральный директор ООО «НТЦ Транссистемотехника»

А.А. КАДЛУБОВСКИЙ,

первый заместитель начальника Диспетчерского центра управления перевозками Восточно-Сибирской дирекции управления движением

А.Ф. БОРОДИН,

заведующий отделением АО «ИЭРТ», доктор технических наук, профессор

В.В. ПАНИН,

заместитель заведующего отделением – начальник отдела АО «ИЭРТ», кандидат технических наук

Д.В. ЕВДОКИМОВ,

руководитель направления ООО «НТЦ Транссистемотехника»

Д.В. РУБЦОВ,

ведущий инженер АО «ИЭРТ»

ЭФФЕКТИВНОЕ управление работой полигона железнодорожной сети, представляющего собой совокупность железнодорожных направлений и

узлов, связанных общими потоками вагонов и поездов, системой их организации и тягового обслуживания, требует создания общего информационного пространства и

общих средств автоматизированной поддержки принятия решений, организации их выполнения и оценочно-контрольных действий. Интегрированная система управления поездной работой на объединенном полигоне (ИСУПР) обеспечивает контроль и анализ эксплуатационной работы, прогнозное моделирование продвижения транспортных потоков, взаимосвязанное планирование станционной и поездной работы.

Информационной основой системы, позволяющей реализовать полигонные технологии управления перевозочным процессом, является единая динамическая модель полигона (рис. 1), созданная на основе интеграции с действующими автоматизированными системами ОАО «РЖД» и включающая в себя:

- информацию о текущей эксплуатационной обстановке на основе данных систем фиксации и ввода поездных и вагонных операций (автоматизированных систем управления работой станции АСУ СТ, ведения и анализа графика исполненного движения ГИД «Урал-ВНИИЖТ», управления местной работой АСУ МР);
- данные о состоянии железнодорожной инфраструктуры (автоматизированные системы планирования и контроля выполнения технологических «окон» АС АПВО, учета, выдачи и отмены предупреждений АСУВОП-2);
- информацию о факторах, влияющих на...

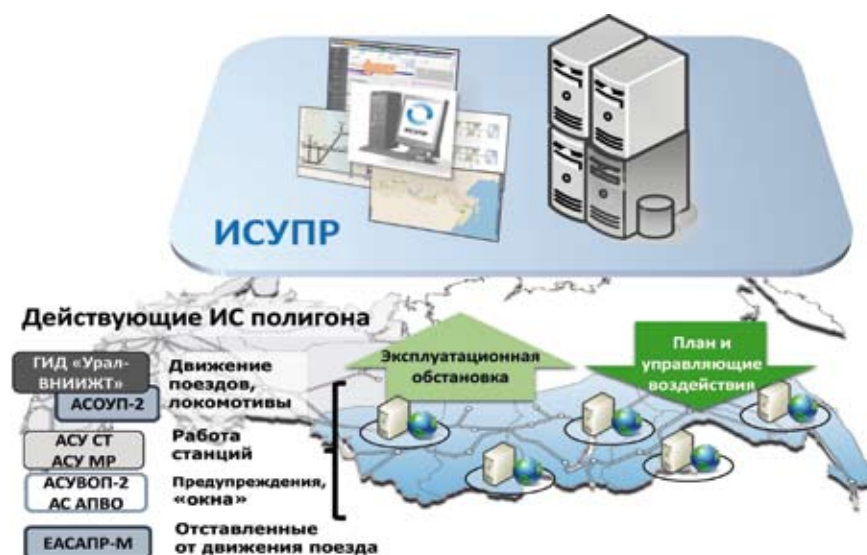


Рис. 1. Единая модель полигона

Рис. 2. Информационные потоки и планирование

яющих на перевозочный процесс (наличие временно отставленных от движения поездов – система ЕАСАПР-М, локомотивная модель системы АСОУП-2 и др.).

Генерируемое системой описание железнодорожного полигона позволило реализовать в ИСУПР имитационную модель (рис. 2), обеспечивающую взаимоувязанное планирование работы станций и участков полигона. Расчет прогноза состава образования, детализированного прогноза работы станций и продвижения поездов по участкам осуществляется с учетом нормативной технологии и моделирования очередности пропуска поездов. В модели движения поезда по участку учитываются предупреждения, характеристики поезда, а также проведение технологических «окон».

В начале каждой итерации моделирования работы перегона осуществляется перебор отправленных на него поездов, на которые не получено сообщения о прибытии или проследовании. При наличии сообщений об отправленных на перегон поездах модель расставляет их по очередности отправления. Согласно имеющимся на данном пути предупреждениям и «окнам» должна определяться скорость движения поездов на перегоне.

Для сортировочных и технических станций, на которых выполняется работа с поездами и вагонами, определяется последовательность обработки входящего потока, а также набор операций, которые будут проводиться с поездом. Далее проводятся расчет поездообразования и автоматическое прикрепление поездов к ниткам графика.

Рис. 3. Критерии анализа подхода по параметрам вагонов



В результате расчета создается массив информации, характеризующий все плановые операции с поездами и вагонами (в том числе и не организованными в поезда). Регламент имитационного моделирования предусматривает выполнение основного расчета до 12:30 московского времени дня, предшествующего суткам планирования, а также ежечасных уточняющих расчетов, актуализирующих план с учетом изменения

эксплуатационной обстановки.

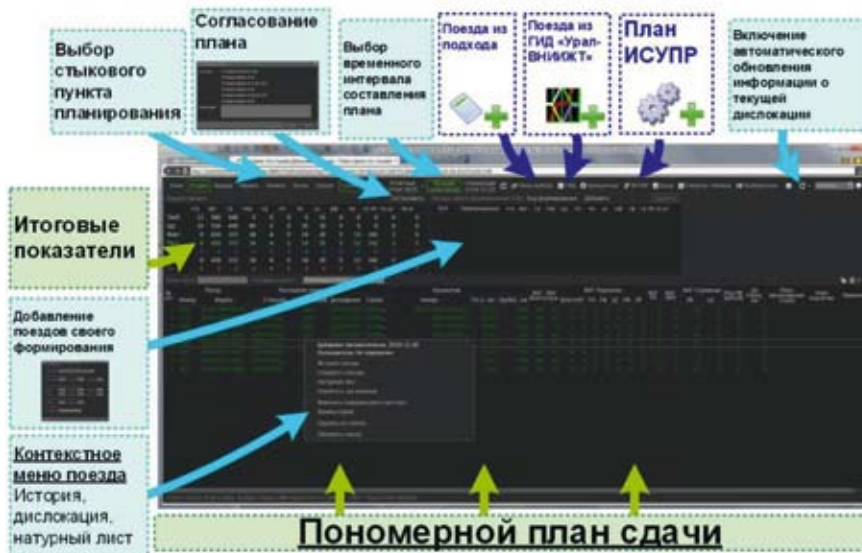
Для обеспечения согласованного с грузополучателями подвода поездов в адрес морских терминалов и иных крупных грузоперевалочных комплексов в ИСУПР реализованы информационно-аналитические инструменты оценки поездо- и вагонопотоков в адрес припортовых и пограничных станций, входящих в состав полигона. На основе данных единой модели полигона потоки мо-





Рис. 4. Регламент взаимодействия работников различных уровней управления при планировании

Рис. 5. АРМ планирования передачи поездов по междорожным стыковым пунктам



гут быть проанализированы по различным вариантам критериев:

- рisku нарушения сроков доставки;
- посуточной востребованности для выполнения грузовых операций;
- индивидуальным параметрам вагонопотока (рис. 3).

Результаты выдаются пользователям, ответственным за логистическое управление перевозками, с использованием географических и схематических представлений полигона для принятия решений по динамическим приоритетам пропуска поездо- и вагонопотоков.

Результаты имитационного расчета и динамические приоритеты, задаваемые сменным инженером по логистике, предоставляющим взаимоувязанный план работы полигона, служат входной информацией для сменно-суточного и текущего планирования работы полигона на автоматизированных рабочих местах (АРМ) работников оперативно-диспетчерского аппарата, разработанных в ИСУП.

АРМы сменно-суточного планирования ИСУП предусматривают (рис. 4):

- автоматизированную разработку плана работы станций и передачи поездов по междорожным стыковым пунктам (в период с 12:00 до 14:00) на линейном, региональном и полигонном уровнях;
- согласование и последующее утверждение планов на центральном уровне (в период с 14:00 до 15:00);



Рис. 6. АРМ руководителя для анализа работы полигона

- корректировки планов с учетом текущей эксплуатационной обстановки в ходе суток планирования (на 21:00, 09:00 и др.).

В интерфейсах рабочих мест планирования работы станции отображены предварительный план отправления (в том числе своего формирования) и прибытия поездов. Пользователю предоставлена возможность просмотра детализированной информации по каждому поезду, а также корректировки предварительного плана.

АРМ планирования передачи поездов по междорожным стыковым пунктам (рис. 5) предоставляет рассчитанный имитационной моделью план, а также инструменты его корректировки:

- включение в расчетный план поездов, автоматически предложенных из подхода, сдача которых спрогнозирована не в планируемые сутки;
- добавление поездов на основе взаимодействия с интерфейсом ГИД «Урал-ВНИИЖТ» (добавление поездов, непосредственно выбранных пользователем);
- включение дополнительных поездов своего формирования;
- изменение параметров запланированного на сдачу поезда.

Данная форма также обеспечивает контроль передачи поездов по междорожным стыковым пунктам с цветовой индикацией статуса выполнения и анализом текущего состояния поездов в режиме реального времени.

Автоматизированные рабочие места руководителей сетевого, полигонного и регионального уровней обеспечивают выполнение задач оценки, дополнительной корректировки и утверждения сменно-суточных планов (рис. 6). В состав АРМа руководителя входят:

- схематическое представление железных дорог и составляющих их объектов (участков и станций) в едином виде с возможностью детализации;
- отображение показателей поездной работы полигона, а также инфраструктурных ограничений («окон» и предупреждений) в привязке к объектам;
- отображение текущего положения поездов и вагонов в привязке к географическому расположению;
- инструменты последовательного согласования сменно-суточных и текущих планов работы полигона.

Интерфейсные решения АРМов должны обеспечивать возможность отправления планов на повторное согласование с указанием замечаний и предложений.

Мониторинг выполнения плана, а также анализ исполненных показателей в ИСУПР осуществляются в универсальных формах, разработанных с учетом потребностей работников различных уровней управления (рис. 7).

Графики исполненного движения (ГИД) на укрупненных направлениях и графики исполненной работы станций (ГИР) – наиболее используемые и привычные формы контроля, оценки и анализа исполненной эксплуатационной работы для опера-

тивно-диспетчерского аппарата. В ИСУПР обеспечивается отображение графиков в режиме реального времени с единовременным представлением их плановой части.

Отличием от существующих и используемых в других системах графиков является отображение данных по укрупненным направлениям и полигонам, а также использование детализированного плана на основе данных ИСУПР. На каждой крупной станции полигона можно просмотреть всю цепочку плановых операций с поездом в соответствии с действующим технологическим процессом.

Для оценки уровня выполнения плановых показателей работы полигона с индикацией отклонений в ИСУПР используются укрупненные схемы полигонов, представляющие в упрощенном виде их основные направления. В систему заложена возможность отображения различных плановых показателей с целью диагностики и определения необходимости принятия управленческих решений.

Географические карты полигона в отличие от схемы позволяют представлять информацию, требующую привязки к реальному расположению на полигоне. Поэтому карты в ИСУПР исполь-

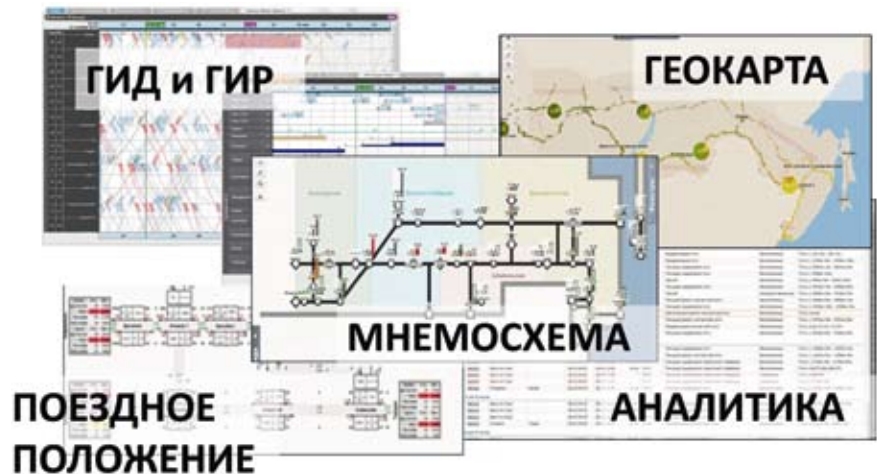


Рис. 7. Экранные формы контроля и анализа работы полигона

зуются для контроля дислокации поездов, вагонов и локомотивов, определения мест проведения «окон» и выдачи предупреждений, а также анализа подхода поезда- и вагонопотоков.

Представление крупных станций полигонов, а также участков между ними в виде поездного положения используется в ИСУПР для оценки работы станции по приему поездов, переработке транзитных вагонов (в целом по станции и по направлениям), темпов вывоза поездов с технических станций и достаточного наличия поездных локомотивов. Большинство плановых или исполненных показателей представлены в модели в табличном виде. Это облегчает пользователям разработку различных отчетных и аналитических документов.

Широкий спектр вариантов представления данных в совокупности с возможностью использования как оперативной, так и детализированной плановой информации позволяет решать боль-

шое количество задач, используя только одну автоматизированную систему.

В случае если доступной в ИСУПР информации недостаточно, в системе предусмотрено портальное решение, позволяющее перейти во внешние автоматизированные системы полигона, обращаясь при этом к конкретным данным по выбранному с помощью интерфейса объекту.

Технология автоматизированного планирования поездной работы полигона в ИСУПР (рис. 8) должна базироваться на взаимодействии с автоматизированной системой прогноза ресурсов сети (АС ПРОГРЕСС) и с информационно-логистической системой припортовой железной дороги на базе типовой АСУ станции (ДИЛС). На основе этого взаимодействия в ИСУПР развиваются балансовые методы оценки возможностей работы полигона, обеспечивающие принятие решений о необходимости отставления от движения и «подъема» поездов

в адрес припортовых станций, задачи регулирования поездопотоков по трехчасовым периодам.

В основе разработанных балансовых методов лежит принцип соотнесения технически допустимого и технологически потребного наличия вагонного парка. Данные величины не являются константами и зависят от структуры вагонопотоков. Алгоритмы обеспечивают их определение с выполнением анализа текущей и прогнозируемой эксплуатационной обстановки.

Балансовый расчет определения необходимости временного отставления от движения и «подъема» поездов осуществляется при выявлении затруднений в пропуске поездопотока. Расчет учитывает поезда, имеющие резерв по сроку доставки, в том числе при его увеличении по согласованию с грузовладельцами.

В первую очередь составы должны размещаться на путях предузловых и узловых станций припортового района управления. В случае отсутствия инфраструктурных резервов в ближней зоне подхода используются пути станций средних и дальних подходов. При этом необходимо соблюдать принцип сохранения маневренности направления для обеспечения нормального пропуска пассажирских и пригородных поездов, вывоза поездов из портов и терминалов.

Прогнозирование отставления поездов должно учитывать возможность расстановки поездов на станциях, имеющих резерв емкости. При дефиците полезного парка вагонов в подходе выполняется оценка возможности «подъема» поездов, в первую очередь со сроками доставки, близкими к крити-

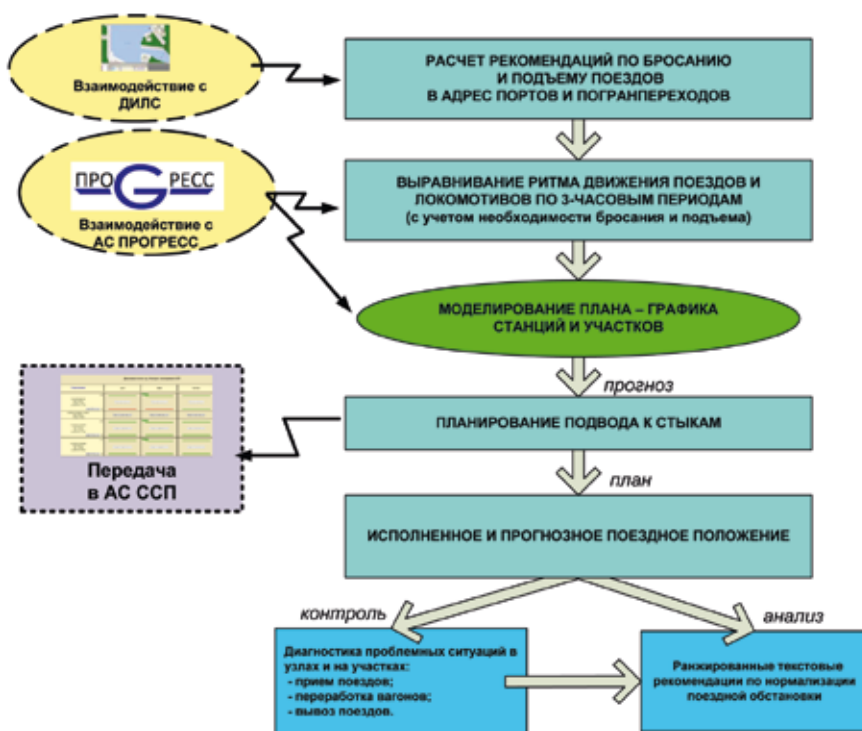


Рис. 8. Целевое состояние технологии автоматизированного планирования работы полигона

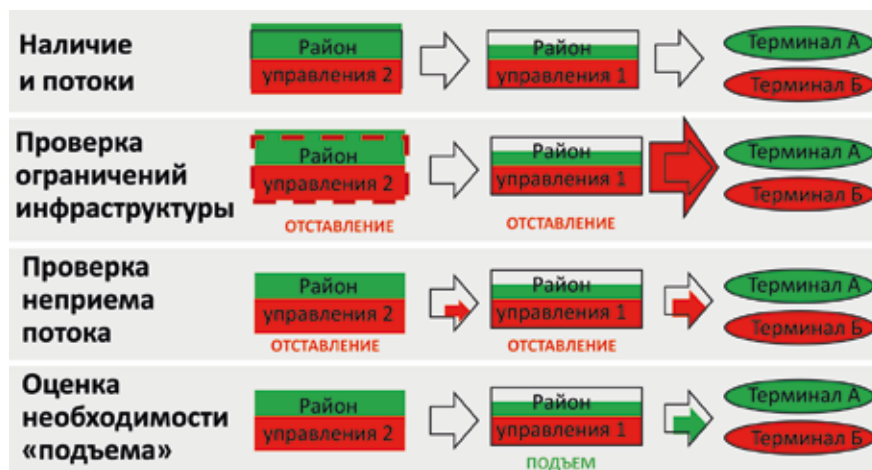
Рис. 9. Балансовый расчет необходимости временного отставления от движения и «подъема» поездов

ческим. Таким образом, на основе данных о подходе поездов, полученных из единой динамической модели полигона, должен проводиться балансовый расчет с определением необходимости отставления от движения и возможности «подъема» поездов.

Данная задача предусматривает поэлементный расчет перемещения участвующих в нем парков погруженных и принятых в адрес терминалов вагонов (рис. 9). При этом выполняется предварительный расчет, обеспечивающий подготовку состояния модели на начало плановых суток. Проводится анализ временного среза дислокации поездов и вагонов на момент запуска расчета, оценка возможного перемещения вагонов, находящихся в движении, величины остаточной погрузки и прогнозного приема поездов за оставшееся до начала плановых суток время. В результате определяется прогнозное наличие вагонов на каждом технологическом объекте (терминалах, станциях примыкания, припортовых узлах, районах управления диспетчерских центров) в адрес терминалов, участвующих в расчете, на начало плановых суток.

Также рассчитывается полная (без учета ограничений по пропускной способности и емкости технологических объектов) величина образования вагонопотока, который необходимо подвести в порт в плановые сутки с учетом погрузки по районам управления, подхода поездов с западной части сети железных дорог, наличия вагонов на рейсе и в задержанных поездах.

Проводится расчет превышения ограничений по возможностям инфраструктуры (суммарному



вагонопотоку и наличию вагонного парка для каждого технологического объекта). Оценивается возможность объекта пропустить заданный вагонопоток и следующего объекта – принять поток. В случае если хотя бы одно из условий является невыполнимым, система фиксирует необходимость отставить от движения поезда, исключая их вагоны из расчета дальнейшего продвижения.

Помимо этого количественно оценивается необходимость отставления от движения поездов, продвижение которых нецелесообразно из-за избыточного наличия вагонов соответствующего назначения на терминале и припортовой станции.

Исходя из сравнительного анализа прогнозного наличия вагонов на терминалах и припортовой станции (с учетом снижения величины потоков из-за отставляемых от движения поездов) и нормального наличия, необходимого для обеспечения бесперебойной выгрузки, оценивается необходимость «подъема» поездов. Если анализ подтверждает необходимость подвода дополнительного количества вагонов, система определяет возможность «подъема» поездов с ближайшего к месту назначения объекта полигона с учетом возможностей инфраструктуры,

исключая при этом необходимость повторного отставления поездов от движения в границах плановых суток. Если системе не удастся найти необходимое количество вагонов или их невозможно поднять, выполняется поиск на следующих объектах полигона с учетом расчетного времени нахождения на попутных технологических объектах.

Сравнительный анализ прогнозного наличия вагонов на попутных технологических объектах позволяет оценить необходимость «подъема» поездов (аналогично предыдущему этапу моделирования).

При установлении пользователем запрета на отставление от движения или «подъем» поездов в конкретном узле, районе или группе районов управления система должна обеспечивать перерасчет баланса вагонопотоков с перераспределением поездов, предлагаемых к отставлению от движения и «подъему», на остальные районы управления с учетом расчетного времени нахождения на попутных технологических объектах.

Следующим этапом в технологии автоматизированного планирования в ИСУПР с применением балансовых методов является комплекс задач интервального регулирования поездопотоков с учетом баланса наличия локомотивов

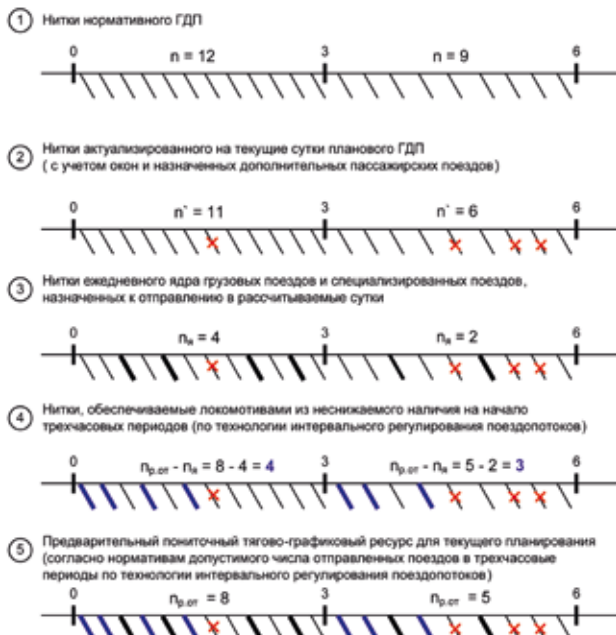


Рис. 10. Определение графиковых и тяговых ресурсов для поездообразующих станций

и локомотивных бригад, при решении вопросов нормирования и выполнения ограничений по числу отправляемых поездов в трехчасовые периоды (рис. 10).

Алгоритм выполнения расчета предусматривает следующие шаги:

- актуализация на плановые сутки (с учетом закрытия перегонов и путей) нормативов допустимого числа отправляемых поездов в расчетных узлах по трехчасовым периодам;
- расчеты по переходу на нормативы допустимых размеров отправления поездов и наличия поездных локомотивов нового месяца;
- вычисление итогов пространственных срезов поездной и локомотивной моделей полигона (исполненных потоков) по станциям, входящим в состав расчетных узлов;
- определение временных срезов поездной и локомотивной моделей полигона (наличия) по станциям, входящим в состав расчетных узлов комплекса задач, по каждому расчетному узлу на начало трехчасового периода с детализацией по участкам обращения локомотивов

и выделением числа локомотивов для вождения поездов повышенной массы;

- проверка выполнения ограничений по числу отправляемых поездов и локомотивов в трехчасовые периоды;
- расчет фактических отклонений в парности движения поездов и локомотивов по каждому расчетному узлу в каждом направлении с детализацией по участкам обращения локомотивов;
- расчет рекомендаций по восстановлению установленного ритма отправления поездов в предстоящем трехчасовом периоде.

Для обеспечения поддержки принятия решений по ликвидации затруднений в эксплуатационной работе полигона в ИСУПР предусматривается расчет и выдача диагностических данных по поезвному положению (затруднения по приему поездов станциями, переработке транзитных вагонов станциями, вывозу поездов со станций, недостаток поездных локомотивов). По каждой группе показателей отображаются объекты полигона и значения показателей, выходящие за границы нормаль-

ных значений, а также текстовые рекомендации по принятию мер устранения затруднений – по интенсификации вывоза поездов, переработки вагонов и подвода поездов в расформирование, по сдерживанию их подвода.

Внедрение интегрированной системы управления поездной работой впервые было осуществлено на Восточном полигоне, включающем Красноярскую, Восточно-Сибирскую, Забайкальскую и Дальневосточную железные дороги. На данном полигоне были отработаны методические и технологические подходы к разработке системы с учетом особенностей каждой конкретной дирекции управления движением.

С развитием функционального состава системы следующим этапом внедрения стал полигон Кузбасс – Северо-Запад, включающий Западно-Сибирскую, Южно-Уральскую, Свердловскую, Горьковскую, Северную и Октябрьскую железные дороги. Это расширило перечень требующих автоматизации задач, а также подтвердило возможность масштабирования ИСУПР. В настоящее время ведется работа по автоматизации полигонных технологий управления на направлении Кузбасс – Юг.

С покрытием всей сети ОАО «РЖД» единой моделью станут возможными как рекомбинация полигонов доставки в зависимости от необходимости управления продвижением выделенных струй вагонопотоков, так и создание новых автоматизированных задач, реализующих взаимодействие на стыках полигонов.

Комплексный полигонный подход к автоматизации эксплуатационной работы, реализуемый в перспективных модулях ИСУПР, направлен на предоставление качественных и конкурентных транспортных услуг на сети железных дорог ОАО «РЖД».