

## ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ВАГОНПОТОКОВ ПО СИСТЕМЕ ВЗАИМОУВЯЗАННЫХ ГРУППОВЫХ ПОЕЗДОВ

У статті розглядаються пропозиції з інформаційного забезпечення організації вагонопотоків за системою взаємопов'язаних групових поїздів. Описується структура та зміст модуля інформаційного забезпечення, його відмінні риси, перелік виконуваних функцій. Пропонується також використовувати модуль для акумулювання і опрацювання статистичних даних, необхідних у розрахунку плану формування групових поїздів.

*Ключові слова:* групові поїзди, модуль, статистичні дані, організація вагонопотоків

В статье рассматриваются предложения по информационному обеспечению организации вагонопотоков по системе взаимосвязанных групповых поездов. Описывается структура и содержание модуля информационного обеспечения, его отличительные особенности, перечень выполняемых функций. Модуль предлагается также использовать для аккумуляции и обработки статистических данных, необходимых в расчете плана формирования групповых поездов.

*Ключевые слова:* групповые поезда, модуль, статистические данные, организации вагонопотоков

The article is dealt with proposals for information provision for the organization of intra-railway traffic volumes on a system of mutually coordinated group trains. The structure and composition of the module, its features, a list of the functions to be performed are described. The module is also used for storage and processing of statistical data needed in calculating the plan of forming of the group trains.

*Keywords:* group trains, module, statistical data, organization of intra-railway traffic volumes

### Введение

Система взаимосвязанных групповых поездов (ВГП) – это организация вагонопотоков, перемещающихся в пределах полигона дороги, по принципам перехода вагонов из состава в состав преимущественно через обмен групп и взаимосвязи на базе использования постоянного расписания движения поездов, согласованного по станциям обмена групп [1]. Система ВГП как вариант организации внутридорожных вагонопотоков не может быть реализована без соответствующего информационного обеспечения, интегрированного в дорожные системы управления. Первым этапом создания информационного обеспечения можно считать разработку базовой модели (плана формирования групповых поездов), графика движения с закрепленными постоянными нитками, обеспечивающими согласование прибытия и отправления групповых поездов на станциях перецепки, а также плана работы локомотивов и локомотивных бригад по обслуживанию поездов системы ВГП.

### Общие положения

Информационное обеспечение организации вагонопотоков по системе ВГП предлагается выполнять в рамках работы Комплексной сис-

темы планирования и управления поездной работой на полигоне Белорусской железной дороги (КС УПР БЧ) [2] в виде реализации модуля подсистемы увязки состава образования на технических станциях с прогнозным графиком движения на железнодорожных участках (УСОГДП) [3]. В дальнейшем этот модуль будем сокращенно называть модулем ВГП.

Назначение модуля ВГП – автоматизированное моделирование процессов образования групп и состава образования из этих групп на технических станциях и определения величины, массы и композиции группового состава к установленным моментам окончания накопления на выделенную для этого поезда нитку графика.

Цели создания модуля ВГП – это комплексная автоматизация процессов планирования и организации обращения взаимосвязанных групповых поездов, учета выполнения технологических операций с ними, а также обеспечение соблюдения согласованного графика движения таких поездов и его корректировки при значительном колебании мощности вагонопотоков.

Как составная часть подсистемы УСОГДП модуль ВГП в процессе функционирования осуществляет информационное взаимодействие со следующими системами:

- информационной аналитической систе-

мой поддержки управленческих решений для грузовых перевозок (ИАС ПУР ГП);

- графиком исполненного движения (ГИД «Неман»);

- подсистемой эталонной нормативно-справочной информации (ПЭНСИ);

- автоматизированной системой «Графист».

Для корректного функционирования модуля ВГП необходимы следующие изменения и дополнения в справочниках, ведущихся средствами ПЭНСИ:

- справочник расписания движения поездов: твердые нитки графика, зарезервированные для поездов системы ВГП, должны иметь особые метки (другой цвет, номер) и в стандартном режиме исключать их использование при прогнозировании отправления других грузовых поездов;

- справочник норм веса и длины составов по графику движения: в связи с обращением групповых поездов переменной величины состава для них должны быть созданы дополнительные таблицы с указанием диапазона допустимой величины (массы) групповых поездов для каждого участка;

- справочник плана формирования поездов: необходимо дополнение итоговой моделью организации вагонопотоков по системе ВГП (перечень назначений групп вагонов, формируемых каждым узловым пунктом первого уровня на каждое прилегающее направление, на котором обращаются поезда системы ВГП, и соответствующих им кодов единой сетевой разметки (ЕСР)). В итоговой модели указываются также минимальная величина каждой выделяемой группы;

- справочник станций составообразования: дополнительные таблицы станций, участвующих в обращении ВГП (перечень узловых пунктов первого уровня) или особые метки в существующих таблицах станций.

### **Функции и отличительные особенности модуля ВГП**

Основными специфическими функциями модуля ВГП, не предусмотренными в подсистеме УСОГДП, являются:

- прогнозирование прибытия вагонов на станцию назначения;

- прогнозирование накопления групп вагонов на специально отмеченных станциях составообразования на назначения, предусмотренные действующей итоговой моделью;

- прогнозирование составообразования (ве-

личины, массы, композиции состава к моменту окончания накопления, устанавливаемого в соответствии с выделенной для данного поезда ниткой графика и технологией работы по формированию и отправлению поезда на станции);

- корректировка прогнозных данных по составообразованию на основе поступления реальных данных по поездам и вагонам из ИАС ПУР ГП;

- прогнозирование и планирование работы при резком кратковременном изменении вагонопотока: резервирование дополнительных ниток графика, формирование заявок на дополнительное количество локомотивов и бригад, снятие резерва, отказ от локомотива;

- разработка выходных форм прогноза прибытия поездов на станцию обмена групп (время прибытия по закрепленной нитке графика, композиция состава, величина групп и расположение их в составе);

- проверка плана работы локомотивов и локомотивных бригад по данному поезду (наличие локомотива и бригады под поезд, соответствие по количеству секций);

- контроль выполнения плана формирования и графика движения групповых поездов;

- сбор информации для расчета базовой модели и корректировки итоговой модели: величина и масса состава и отдельных групп в каждом поезде, статистика пропущенных ниток графика (отмены отправления группового поезда из-за величины состава менее минимальной) или дополнительных ниток графика (при резком увеличении вагонопотока на данном направлении),

Для работы модуля ВГП необходимо однозначное описание полигона (перечня станций и участков), плана формирования, графика движения, что в настоящее время не соблюдается, т.к. существующая база данных ПЭНСИ оперирует одновременно несколькими справочниками с расхождениями в идентификации объектов полигона и недостаточно полными сведениями.

Прогноз составообразования взаимоувязанных групповых поездов делается по техническим станциям, которые должны иметь специальную метку в перечне станций моделирования (таблица STA\_MOD в базе данных ПЭНСИ). В связи с наличием резервных узловых пунктов первого уровня, имеющих потенциал перехода «узловой пункт первого уровня→узловой пункт второго уровня», эти метки являются динамическими и для них должен быть обозначен срок действия.

Для подсистемы УСОГДП введено понятие

однофункциональных со станцией моделирования отдельных пунктов, выполняющих ее функции на графике движения. Для модуля ВГП такое объединение неприемлемо. Ввиду необходимости взаимной увязки групповых поездов их продвижение должно быть описано зарезервированными нитками графика именно до того отдельного пункта (и даже отдельного парка на крупных станциях), где будет выполняться обмен групп. Аналогичное, однозначное описание должно быть и в плане формирования (в соответствующих таблицах базы данных ПЭНСИ). Это необходимо для точного определения допустимой величины интервала между прибытием и отправлением групповых поездов. С учетом этого интервала выполняется построение соответствующих согласованных ниток графика. Поэтому нормативным графиком движения должны быть охвачены все участки, перегоны, внутриузловые соединения, по которым предусмотрено обращение взаимоувязанных групповых поездов. В настоящее время на сервере АС «Графист» нет полных данных о графике движения по всем участкам, графиков движения внутри узлов нет вообще.

### **Особенности идентификации и оформления натуральных листов на поезда системы ВГП**

Для корректного функционирования информационных систем важнейшим условием является однозначная идентификация объектов. По существующим правилам основным идентификатором поезда является его индекс, представляющий собой набор символов, содержащих код станции отправления, номер поезда и код станции назначения. В случае с поездами системы ВГП предстоит решить проблему записи индекса поезда. Очевидно, что трудно однозначно определить станцию отправления и назначения поездов, образующих сеть по всему полигону, изменяющих состав по величине и назначению групп на каждой технической станции, на которой они останавливаются. Принятые для обычных групповых поездов правила записи индексов не подходят, т.к. в плане формирования четко указана станция назначения группового поезда, которая является станцией назначения самой дальней группы. Остальные группы отцепляются до станции назначения поезда либо в одном узле со станцией назначения. Если предусмотрена перецепка групп на промежуточных технических станциях на маршруте следования поезда, то прицепляемые группы, как правило, имеют станцию назначения не далее станции расформирования

поезда. В любом случае, однозначно определена станция расформирования, после которой поезд дальше не идет.

В поездах системы ВГП по ходу следования поезда идет прицепка групп более дальних назначений (по сравнению с прибывшими на данный узловой пункт первого уровня).

Предлагается идентифицировать поезда системы ВГП по участковому принципу. В этом случае на каждом участке, начиная от пограничных узловых пунктов первого уровня (Брест, Гродно, Гомель, Кричев) индекс поезда будет изменяться, а в качестве станций отправления и назначения будут выступать станции прицепки-отцепки групп. Этот индекс предназначен для внесения в натурный лист, содержащий данные о поезде в целом. На каждую прицепляемую группу на станции ее формирования в этом случае также составляется дополнительный натурный лист, содержащий сведения о вагонах этой группы. В нем проставляется свой индекс с кодами станций отправления и назначения данной группы, на месте номера поезда – номер подборки прицепных групп. Нумерацию подборок прицепных групп можно вести общую сквозную с поездами своего формирования. Основной натурный лист следует с поездом один участок между узловыми пунктами первого уровня. Дополнительный натурный лист вместе с комплектом перевозочных документов следует с группой от станции ее формирования до станции расформирования. Таким образом, поезда системы ВГП сопровождают набор натуральных листов: основной натурный лист на поезд и дополнительные натурные листы на каждую группу. Поскольку группа за время своего следования до станции расформирования включается последовательно в несколько поездов, то записывать данные о поезде в целом в дополнительный натурный лист, как это предусмотрено пунктом 1.5.2 действующей инструкции [4] представляется нецелесообразным. Сведения из основного и дополнительного натуральных листов, переданные в дорожные информационные системы, обладают необходимой полнотой данных о поезде и отдельной группе и не требуют дублирования.

План формирования поездов, обращающихся по системе ВГП, предусматривается хранить в таблице PLF\_VGP, которая будет копироваться в базу данных УСОГДП из ПЭНСИ. Род поезда в ней не указывается, поскольку все поезда одного рода (групповые). Наличие в составе одной группы считается частным случаем группового поезда. Назначение группового по-

езда соответствует ближайшему на данном направлении узловому пункту первого уровня. Назначение групп указывается согласно действующей итоговой модели организации вагонопотоков по системе ВГП.

### **Прогнозирование прибытия вагонов на станцию назначения**

Функция существует и в подсистеме УСОГДП, но в модуле ВГП отличается методом ее реализации. На основе плана формирования и графика движения поездов в базе данных УСОГДП создается таблица VGP\_ROUTES, отражающая маршруты поездов, в которые будут включаться вагоны указанных назначений (последовательность участков, которые будет проходить вагон данного назначения). План формирования ВГП однозначно определяет маршруты следования вагонопотоков, а постоянное расписание – последовательность ниток графика, по которым будут следовать поезда. Это дает возможность по времени отправления со станции формирования и индексу группы, содержащемуся в дополнительном натурном листе, определить как время прибытия вагонов на станцию назначения, так и время прибытия и отправления по промежуточным техническим станциям маршрута.

В отличие от остальных поездов, для поездов системы ВГП прогноз прибытия на конечную станцию заключается в подтверждении следования по постоянному расписанию. Для хранения данных о расписании движения предусматривается специальная таблица VGP\_SCHEDULE. Если ввиду каких-либо оперативных изменений зарезервированные для взаимоувязанных групповых поездов нитки графика смещаются или не используются, то прогноз прибытия корректируется. По запросу путем связи таблицы VGP\_ROUTES и данных о действующем в рассматриваемый период графике движения определяются новые нитки, используемые для пропуска ВГП и прогнозируется новое время прибытия, отличное от принятого по постоянному расписанию.

### **Прогноз накопления вагонов**

Под накопление на поезда системы ВГП поступают вагоны, станция назначения которых лежит в пределах полигона дороги, либо вагоны со станцией назначения за пределами дороги (кроме назначений межгосударственного плана формирования и отправительских маршрутов).

Назначения формируемых групп вагонов и

соответствующие им диапазоны кодов ЕСР указываются в таблице PLF\_VGP. В прогноз накопления на поезда системы ВГП попадают все вагоны из таблицы OP\_VGO (вагонная модель ИАС ПУГ ГП), для которых выполняются следующие условия:

- вагоны находятся на станции моделирования состава образования системы ВГП (в таблице STA\_MOD в базе данных ПЭНСИ такая станция имеет метку U1 – узловой пункт первого уровня) и вне поезда (признак VG\_DISL='0') или прибывают с поездами на эту станцию в рассматриваемый горизонт планирования;

- назначения вагонов соответствуют для данной станции диапазонам, указанным в таблице PLF\_VGP.

Для хранения данных прогноза накопления создаются таблицы ACCUMULATION\_VGP и ACC\_TIME\_VGP, аналогичные соответствующим таблицам базы данных подсистемы УСОГДП со следующими отличиями:

- таблица ACCUMULATION\_VGP должна содержать данные отдельно по назначениям групп. Учитывая возможную корректировку количества групп из-за их недостаточной величины, ссылка в поле PAR\_ID идет не на накопление основной группы (в качестве которой может выступать только группа самого ближнего назначения), а на накопление группы предыдущего по ходу следования назначения (в соответствии с таблицей PLF\_VGP);

- таблица ACC\_TIME\_VGP должна содержать дополнительные поля, предназначенные для фиксации прогнозного значения параметров массы и длины каждой группы и состава в целом. При заполнении таблиц ACCUMULATION\_VGP и ACC\_TIME\_VGP учитывается прогнозная (прогноз накопления) и точная (сведения дополнительных натуральных листов, переданные в ЭВМ) информация с предыдущих узловых пунктов первого уровня. Это необходимо для определения массы и длины составов после прицепки сформированных групп к прибывшему поезду. В поле ACC\_TIME (прогнозное время завершения накопления) автоматически заносится время, фиксированное на данной станции для поездов на конкретную зарезервированную нитку графика. При нарушении постоянного расписания это время может корректироваться вручную через АРМ ДНЦ.

Основным ограничителем накопления в системе ВГП является фиксированное время окончания накопления, определяемое привязкой состава к зарезервированной для него нит-

ке графика и технологической нормой на выполнение операций по окончанию формирования и отправлению поезда (с учетом продолжительности обмена групп). Поскольку величина состава поездов системы ВГП переменная, то при оценке параметров формируемых и отправляемых поездов используются нормативы максимально и минимально допустимого веса и длины поездов по каждому участку. Их хранение предусмотрено в копируемой из ПЭНСИ таблице RATE\_VGP\_TRAIN. При достижении максимальной массы или длины состава (с учетом вагонов, следующих через данную станцию транзитом с обменом групп) ранее фиксированного времени окончания накопления процесс накопления на данный состав прекращается. Выполняется окончание формирования групп, а в прогнозе накопления фиксированное время заменяется фактическим временем окончания накопления.

### **Прогноз составообразования**

Большинство узловых пунктов первого уровня (специально отмеченных станций составообразования) формируют не поезда, а прицепные группы к ним. Поэтому в отношении модуля ВГП под прогнозом составообразования понимается прогноз характеристик планируемого к отправлению состава, который содержит как сформированные на станции прицепные группы, так и группы, следующие через нее транзитом.

Данные прогноза формирования содержатся в таблице FORM\_VGP\_TRAIN. Характеристики прогнозируемых поездов системы ВГП содержат те же параметры (масса, длина, количество порожних вагонов, негабаритность, наличие опасных грузов), что и обычные поезда, но с дифференциацией по группам. Также дополнительно заносятся данные о композиции состава (назначения групп и расположение их в составе). Определение композиции происходит автоматически. По прогнозу накопления определяется величина групп (в сумме с прибывающими транзитными группами) и сравнивается с минимальным значением, которое содержится в таблице PLF\_VGP. Благодаря наличию ссылки в поле PAR\_ID таблицы ACCUMULATION\_VGP при несоблюдении минимально допустимой величины групп выполняется их объединение, начиная с самого дальнего назначения, и в результате в таблицу FORM\_VGP\_TRAIN выдается итоговая композиция. Индекс поезда и время отправления по постоянному расписанию также фиксируются

автоматически (в случае нарушения расписания возможна ручная корректировка времени отправления).

### **Информационное обеспечение тягового обслуживания системы ВГП**

Особенностью системы ВГП является тяговое обслуживание групповых поездов с динамически изменяющимся в зависимости от массы состава числом секций. Диапазоны массы и соответствующее им количество секций локомотивов различных типов для каждого участка (при обращении на участке локомотивов нескольких типов) могут быть указаны в отдельных полях таблицы RATE\_VGP\_TRAIN. Таким образом, количество секций также является параметром, который необходимо указывать в прогнозе формирования.

Обращение ВГП по постоянному расписанию дает возможность сразу после разработки плана формирования и графика движения составить планы работы локомотивов и локомотивных бригад с привязкой их к зарезервированным ниткам и указанием количества секций для каждой нитки. Сведения этих планов могут храниться в специальных таблицах LOC\_VGP и LOC\_BR\_VGP, которые заполняются через АРМ локомотивного диспетчера. В процессе составообразования возможны следующие варианты:

- количество секций соответствует заложенному в таблице LOC\_VGP. Соответствие определяется в автоматическом режиме путем сравнения массы планируемого к отправке состава и данных таблицы RATE\_VGP\_TRAIN. Если расписание движения ВГП не нарушается, то сведения таблиц LOC\_VGP и LOC\_BR\_VGP для конкретной зарезервированной нитки графика автоматически переносятся в прогноз формирования;

- количество секций не соответствует заложенному в таблице LOC\_VGP. В этом случае по таблице RATE\_VGP\_TRAIN определяется потребное количество секций и автоматически формируется заявка-запрос на дополнительные секции или заявка-отказ от лишних секций.

При нарушении постоянного расписания движения поездов системы ВГП без увеличения их количества при прогнозе отправления выбирается ближайшая к зарезервированной свободная нитка графика. Порядок подвязки локомотива сохраняется. Если же из-за резкого кратковременного роста вагонопотока прогнозируется увеличение количества поездов, то на период планирования назначаются дополни-

тельные зарезервированные нитки в действующем графике движения и формируется заявка на дополнительные локомотивы и бригады. Присвоение нитке графика статуса «зарезервирована под поезд системы ВГП» производится вручную с АРМ ДНЦ. Для каждой нитки в соответствии с нормами на выполнение операций по формированию и отправлению фиксируется время окончания накопления, которое заносится в таблицу ACC\_TIME\_VGP.

Возможна ситуация, когда к моменту окончания накопления данные прогноза показывают, что величина группового состава меньше минимально допустимой. В этом случае в прогнозе автоматически выдается сообщение об отмене поезда, снимается признак резервирования с соответствующей нитки графика (это делает ее доступной для назначения других поездов) и отправляется заявка-отказ от локомотива и бригады (что также позволяет оперативно выдать их под другой поезд). В таблице ACC\_TIME\_VGP также автоматически изменяется время окончания накопления (устанавливается параметр, соответствующий следующей зарезервированной нитке) и этот процесс продолжается.

#### **Формирование отчетных и статистических данных**

К концу каждой смены и суток модуль ВГП формирует отчет в виде таблицы VGP\_REPORT, содержащей сведения об отправленных групповых поездах с указанием их массы, длины, композиции, величины групп, количества секций и типа локомотивов, времени окончания накопления и времени отправления. Автоматическое задание композиции состава, использование таблиц ПЭНСИ при прогнозе накопления обеспечивает контроль соблюдения плана формирования взаимосвязанных групповых поездов, как по назначению, так и по соблюдению допустимого диапазона величины составов. Контроль исполнения графика движения достигается фиксацией в VGP\_REPORT плановых показателей (количества зарезервированных ниток графика, времени отправления по графику) и их сравнением с количеством и параметрами ниток исполненного графика движения. Необходимо предусмотреть хранение и выдачу отчетов VGP\_REPORT, а также формирование сводного отчета за любой требуемый период.

Модуль ВГП также предназначен для сбора статистических данных, используемых впоследствии для разработки плана формирования групповых поездов (корректировки итоговой модели

организации вагонопотоков по системе ВГП). Для этого в специальной таблице VGP\_STAT аккумулируются данные о вагонопотоках, включаемых в поезда системы ВГП. Эти данные представляются в виде таблицы корреспонденций между станциями состава образования ВГП. Исходной информацией для заполнения таблицы VGP\_STAT являются натурные листы ВГП. Сведения о вагонах из этих листов после поступления их в базу данных УСОГДП автоматически передаются в соответствующие ячейки таблицы VGP\_STAT.

#### **Выводы**

Предлагаемый модуль ВГП охватывает все аспекты прогнозирования состава образования и продвижения групповых поездов, включая информационное обеспечение тягового обслуживания, контроль соблюдения плана формирования и графика движения. Данный модуль учитывает особенности обращения взаимосвязанных групповых поездов. Для адекватной идентификации объектов управления при функционировании системы ВГП потребуются внесение изменений в документальное оформление перевозок, в частности, в правила заполнения натуральных листов. Интеграция в единую систему управления поездопотоками Белорусской железной дороги позволит модулю ВГП использовать общую базу данных и выполнять свои функции в увязке с прогнозами для других категорий поездов.

#### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Луговцов, М. Н. Организация вагонопотоков по системе взаимосвязанных цепочек групповых поездов и комплексная сравнительная оценка ее экономической эффективности [Текст] / М. Н. Луговцов, Н. А. Кекиш // Вестник БелГУТа «Наука и транспорт». – Мн., 2005. – № 1. – С. 69-72.
2. Комплексная система управления поездной работой на Белорусской железной дороге (КС УПР БЧ). Техническое задание ИШДЖ.596 ТЗ-2008 [Текст]. – Мн., 2008. – 14 с.
3. Подсистема КС УПР БЧ «Увязка состава образования на технических станциях с прогнозным графиком движения на железнодорожных участках» (УСОГДП). Техническое задание [Текст]. – Мн., 2009. – 37 с.
4. Инструкция по составлению натурального листа поезда [Текст] : Утв.: Совет по железнодорожному транспорту государств 12.02.2003. – Мн., 2003. – 84 с.

Поступила в редколлегию 14.10.2010.  
Принята к печати 21.10.2010.