

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПОЛИГОНА ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ ПЕЗДОВ

Е. А. ФЕДОРОВ

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

График движения поездов в условиях взаимодействия оператора инфраструктуры и перевозчиков должен обеспечивать выполнение условий перевозчиков, определяемых в договоре на оказание услуг инфраструктуры и выражаемых через заявленное время хода поездов по маршруту следования  $T_{\text{опт}}^{\text{о.н.}}(p, q)$ , а также обеспечивать минимизацию затрат на следование поезда  $T_{\text{опт}}^{\text{о.н.}}(p, q)$ .

Минимальные затраты на следование поезда по маршруту обеспечивает энергоэффективное движение поезда по железнодорожным участкам  $t_{\text{уч}}^{\text{опт}}$ , определяемое на основании тяговых расчетов, и увязка расписания поездов на транзитных технических станциях по нормам, установленным технологическим процессом  $t_{\text{ст}}^{\text{опт}}$ .

Движение поезда по участкам зависит от нагрузки на участок, его технических возможностей и характеристик поездов. Значительное влияние на график движения поездов оказывает взаимное расположение поездов на участке во времени, приводящее к необходимости отклонений от оптимального режима или остановок, приводящее к увеличению времени хода поезда по участку  $\Delta t_{\text{уч}}^{\text{ГДТ}}$ .

Продолжительность нахождения поездов на технических станциях при разработке графика движения определяется технологическим процессом  $t_{\text{ст}}^{\text{опт}}$ , а также возникающим ожиданием по отправлению при занятии участка поездом более высокого приоритета прокладки  $\Delta t_{\text{ст}}^{\text{ГДТ}}$ . Для каждой нитки разрабатываемого графика движения можно определить допустимый диапазон прокладки  $T_{\text{ГДТ}}^{\text{доп}}(p, q) \in [T_{\text{опт}}^{\text{о.н.}}(p, q); T_{\text{сл}}^{\text{пер}}(p, q)]$ .

Следует отметить, что в процессе реализации графика движения возможны отклонения от установленной технологии организации перевозочного процесса, которые приводят к увеличению времени нахождения поезда на объекте инфраструктуры. При этом далее поезд, как правило, следует по ближайшим «свободным» ниткам графика, не согласованным на его маршруте следования. Это может привести к увеличению времени его фактического нахождения на полигоне, с близкой к экспоненциальной зависимостью от количества объектов инфраструктуры, входящих в маршрут следования. При этом, соответственно, возникает риск невыполнения условий перевозки  $r(T_{\text{о.н.}}^{\text{факт}}(p, q) > T_{\text{сл}}^{\text{пер}}(p, q))$ .

Действия оператора инфраструктуры, направленные на снижение указанных рисков при возникновении отклонений от графика движения поездов, представляют собой оперативные мероприятия по сокращению времени нахождения поезда на объектах инфраструктуры. Это может привести к увеличению затрат перевозчика на движение (при увеличении скорости движения) или снижению уровня безопасности движения (при сокращении времени обработки поездов на технических станциях ниже норм, установленных технологическим процессом).

Вероятность возникновения риска невыполнения условий перевозки находится в прямой зависимости от длины маршрута следования поезда  $L^{(p, q)}$ , количества транзитных технических станций  $S_{\text{тр}}^{(p, q)}$  и в обратной – от резерва времени следования поезда на маршруте  $R_{\text{ГДТ}}^{(p, q)}$ , определяемого прокладкой увязанной нитки на графике движения:

$$p(r) \rightarrow \frac{L^{(p, q)}, S_{\text{тр}}^{(p, q)}}{R_{\text{ГДТ}}^{(p, q)}} \quad (1)$$

Для снижения описанной вероятности оператор инфраструктуры при разработке графика движения должен стремиться к минимизации отклонений от оптимальных значений времени следова-

ния поездов по маршрутам:  $\Delta T_i^{\text{ГДП}} \rightarrow \min$ . С учетом возникающих рисков можно сформулировать критерий оценки эффективности разработки графика движения как

$$\sum n_i \Delta T_i^{\text{ГДП}} \cdot \alpha_i^{\text{ГДГ}}(r) \rightarrow \min, \quad (2)$$

где  $\alpha_i^{\text{ГДГ}}(r)$  – коэффициент, определяемый вероятностью возникновения риска невыполнения условий перевозки  $r$ .

Разработка графика движения в этом случае предполагает прокладку ниток в очередности, определяемой помимо приоритетов перевозчиков, установленных договором на оказание услуг инфраструктуры, значением  $\alpha_i^{\text{ГДГ}}(r)$ . На разветвленных полигонах при этом возникают конфликтные точки в местах объединения и разъединения поездопотоков (узлы), в которых необходимо определить очередность увязки поездопотоков.

Порядок увязки может быть определен из соотношения

$$\sum n \alpha_{ij}^{\text{ГДГ}} \rightarrow \max, \quad (3)$$

где  $n \alpha_{ij}^{\text{ГДГ}}$  – поездопоток мощностью  $n$  поездов с коэффициентом  $\alpha$ , следующих через узел с  $i$ -го на  $j$ -й участок, примыкающий к узлу.

При этом  $\max(\sum n \alpha_{ij}^{\text{ГДГ}})$  определяет выделение пары железнодорожных участков в основное направление разработки ГДП. Остальные участки рассматриваются как примыкающие (угловые) и увязываются с основным в порядке уменьшения  $n \alpha_{ij}^{\text{ГДГ}}$ .

Таким образом, определяется структура полигона графика движения, обеспечивающая его разработку в соответствии с заданным критерием эффективности. На основании выделенной структуры определяется порядок оперативного управления, учета, контроля и анализа оператором инфраструктуры организации движения, обеспечивающий эффективное следование поездов перевозчиков на полигоне инфраструктуры и минимизацию рисков невыполнения условий перевозки.

УДК 528.9

## ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДОРОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ GOOGLE КАРТ

*А. А. ФИЛИППОВ, В. Н. ГАЛУШКО*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

*С. Ф. МАСЛОВИЧ*

*Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого, Республика Беларусь*

Стандартные достоинства создания географической информационной системы: быстрая изменяемость масштаба; преобразование картографических проекций; варьирование объектным составом карты; возможность опрашивать через карту многочисленные базы данных в режиме реального времени; изменение способа отображения объектов (цвет, тип линии и т. п.), в том числе и легкость внесения любых изменений.

В рамках создания целевой ГИС был разработан сервис фиксирования дорожных знаков, дорожно-транспортных происшествий (ДТП), разметки и других объектов на веб-картах для г. Гомеля с возможностью их просмотра на карте в браузере. Данный сервис является актуальным, так как на данный момент для г. Гомеля не существует программ, обладающих полной информацией и доступным инструментарием редактирования различных слоев, интересующих как водителей, так и ГАИ, дорожные, городские службы в целях планирования и оценки качества проводимых мероприятий.

Для запуска приложения пользователю достаточно иметь современный браузер. На данный момент добавление информации в приложение защищено паролем для защиты от неточной информации. Основные функции приложения:

- интерфейс позволяет следующие операции: ручное масштабирование карты во время навигации, смена ориентации карты, ручное вращение карты, панель быстрого доступа;