

АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЧАСТКОВ И СТАНЦИЙ БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

А.А. Аксёничков

В статье рассказывается об интеграции автоматизированных рабочих мест «Пропускная способность железнодорожных участков» и «Пропускная способность железнодорожных станций» в единый программный продукт, который позволит определять наличную пропускную способность железнодорожных направлений по элементам, выявлять «узкие» места при заданном объеме поездопотока. Представлены задачи, которые смогут решать оперативные и инженерно-технические работники железнодорожного транспорта.

Введение

Для повышения конкурентоспособности транспортных коридоров необходимо владеть оперативной информацией о состоянии инфраструктуры железнодорожного транспорта Республики Беларусь. Это позволит развивать инфраструктуру железнодорожного транспорта в соответствии с новыми условиями работы Республики Беларусь в Евразийском экономическом союзе.

От пропускной способности железнодорожных участков, входящих в транспортные коридоры, железнодорожных станций, обеспечивающих обработку поездов, на направлениях зависят, перспективы повышения транзитных потоков, которое приведет к экономическому развитию, как Белорусской железной дороги, так и социальному развитию республики и эффективному выполнению функции по обеспечению потребности экономики страны и граждан.

Для перспективного планирования и распределения доступа перевозчиков к инфраструктуре железнодорожного транспорта, а также оперативного планирования при пропуске поездов по железнодорожным участкам Белорусской железной дороги необходимо учитывать важную характеристику транспортной системы – наличную пропускную способность и ее резерв. Задача по определению пропускной способности является, сложной и трудоемкой.

Программный комплекс «Сеть железной дороги»

Обычно расчет пропускной способности производился вручную инженерно-техническим персоналом, период, выделенный для решения, сильно ограничен. Возможности инженера позволяют рассмотреть небольшое количество вариантов за предоставленный период. Выбор наилучшего варианта рассчитанных пропускных способностей инфраструктуры возможен только из рассмотренных.

Учитывая выше приведенные условия проведения расчетов пропускной способности на Белорусской железной дороге, учреждение образование «Белорусский государственный университет транспорта» разработал и внедрил

в промышленную эксплуатацию АРМы «Пропускная способность железнодорожных участков» (2011) и «Пропускная способность железнодорожных станций» (2013). Программные продукты ускорили проведения расчетов и увеличили количество рассматриваемых вариантов при изменении нагрузки на инфраструктуру Белорусской железной дороги.

Интегрирование программ в единый комплекс позволит определять пропускную способность железнодорожных направлений по элементам, выявлять «узкие» места при заданном объеме поездопотока. Создавать варианты распределения поездопотока для снижения нагрузки на ограничивающие места (рис. 1).



Рис. 1. Схема программного комплекса «Сеть железной дороги»

Комплекс программ позволит решать задачи, стоящие перед: оперативными работниками – определение маршрута пропуска потока поездов с уменьшением нагрузок на ограничивающие элементы с учетом параллельных ходов; инженерно-техническим работникам – повышение пропускной способности направления и резерва с минимальными затратами при заданном потоке поездов.

Программный комплекс состоит из трех модулей:

- модуль «Участки» – выполняет расчет наличной пропускной способности железнодорожных участков и ее резерв (реализован и используется в настоящее время);
- модуль «Станции» – выполняет расчет наличной пропускной способности элементов железнодорожной станции (реализован и используется в настоящее время);

- модуль «Сеть железной дороги» – позволит создавать расчетное железнодорожное направление, проводить оценку резерва пропускных способностей инфраструктуры Белорусской железной дороги и предлагать различные варианты пропуска вагонопотоков по железнодорожным участкам для оперативного и стратегического планирования (таблица 1).

Таблица 1

Оперативное и стратегическое планирование

Оперативное планирование	Стратегическое планирование
Решаемая задача	
Определение маршрута пропуска вагонопотока при наименьшей загрузке железнодорожных участков.	Повышение пропускной способности и резерва при заданной величине вагонопотока.
Информация для решения задачи	
Подход поездов к железнодорожным станциям и стыковым пунктам по периодам планирования.	Накопленная статистика о величине потока поездов за период по железнодорожным станциям и стыковым пунктам.
Способ представления железнодорожной сети	
Интерактивная модель с возможностью выделения направлений для решения задачи оперативными работниками.	Интерактивная модель с возможностью конструирования направления или железнодорожной сети инженерными работниками для решения задачи.
Критерии	
Выбор маршрута пропуска вагонопотока с наименьшими нагрузками на ограничивающие элементы с учетом возможностей параллельных ходов.	Минимум капитальных затрат на усиление пропускной способности инфраструктуры Белорусской железной дороги.
Прогноз и предлагаемые варианты	
Прогноз «узкого места»; прогноз момента наступления «узкого места»; сценарий по выходу из ситуации с учетом текущей ситуации.	Прогноз потока поездов по железнодорожным участкам направления и станциям на основе статистики за период наблюдения. Определение «узкого места» на перспективу.

Информационное обеспечение расчета состоит из:

- информации о потоке поездов по периодам планирования – берется в автоматизированном режиме в информационно-аналитической системе принятия управленческих решений грузовыми перевозками (ИАС ПУР ГП);
- информация о техническом состоянии железнодорожных участков – база данных в АРМ «Пропускная способность железнодорожных участков»;
- информация о временах хода поездов по перегонам и станционные интервалы – база данных в АРМ «Графист»;
- информация о наличной пропускной способности железнодорожных станций – база данных в АРМ «Пропускная способность железнодорожных станций».

Выходные формы, выдаваемые комплексом программ, различаются способом представления:

- для оперативного персонала – проложенный маршрут на интерактивной схеме сети железной дороги; выявление места и момента появления «узкого места» при прогнозировании развития ситуации в условиях пропуска планируемого вагонопотока;

- для инженерно-технического персонала – исходные данные и результаты расчета пропускных способностей железнодорожных участков и станций в табличном виде при проведении мер повышения пропускной способности инфраструктуры Белорусской железной дороги; проведение прогноза с разработкой и оценкой системы мер по изменению технического оснащения инфраструктуры на перспективу в табличной форме.

Для нахождения маршрутов пропуска поездопотока, с минимальными эксплуатационными затратами с учетом возможностей параллельных ходов, необходимо решить экономическую задачу. Исходные данные следующие:

N – множество рассматриваемых поездов;

J – множество маршрутов пропуска поездов;

K – множество технических железнодорожных станций;

M – множество стыковых железнодорожных станций;

H – множество железнодорожных участков инфраструктуры, которые используются в маршрутах пропуска;

T – доход от пропуска одного поезда по маршруту;

c – себестоимость пропуска одного поезда по маршруту;

$N_{ст}$ – наличная пропускная способность технических железнодорожных станций;

$N_{уч}$ – наличная пропускная способность железнодорожных участков;

L – расстояние следования по маршруту.

Функция цели – минимум эксплуатационных расходов E_k^{map} на организацию пропуска вагонопотока по маршруту k железнодорожной сети

$$E_k^{map} = \sum_{i=1}^l E_i^{уч} + \sum_{j=1}^n E_j^{ст} \rightarrow \min,$$

где $E_i^{уч}$ – эксплуатационные расходы на пропуск потока поездов по железнодорожным участкам; $E_j^{ст}$ – эксплуатационные расходы на обработку потока поездов на железнодорожных станциях.

Ограничения:

1 – пропускная способность технических железнодорожных станций по маршруту пропуска $\Sigma N \leq N_{ст}$;

2 – пропускная способность железнодорожных участков по маршруту пропуска $\Sigma N \leq N_{уч}$;

3 – максимальное время нахождения на инфраструктуре Белорусской железной дороги при пропуске по маршрутам $\Sigma(t_{уч} + t_{ст}) \leq t_{доп}$.

Исходными данными, для реализации вышеприведенной модели, являются параметры транспортного процесса, которые могут браться в автоматизированном режиме из ИАС ПУР ГП или вводиться в ручную для различных вариантов.

Заключение

Программный комплекс позволит, производит автоматизированный расчет наличной пропускной способности железнодорожных участков и станции по направлениям; создавать различные варианты при изменении технологии пропуска поездов по железнодорожным участкам и технического оснащения инфраструктуры.

Дальнейшее развитие программного комплекса связано с созданием базы знаний на основе анализа маршрутов передвижения по железнодорожным участкам и станциям.

Расширение возможностей программного комплекса до уровня автоматизированной системы по оценке наличной пропускной способности и резерва железнодорожных участков и станций позволит оперативно оценивать технические и технологические возможности железнодорожных направлений при изменении объемов вагонопотока.

*Аксёничков Александр Александрович, старший преподаватель кафедры управление эксплуатационной работой факультета управление процессами перевозок Белорусского государственного университета транспорта»,
aksen-72@tut.by*