

УДК 656.222.3

А. А. АКСЁНЧИКОВ, старший научный сотрудник, П. М. БУЙ, кандидат технических наук, С. Д. БЛЯСКИН, младший научный сотрудник, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель, П. Е. РАРОВ-СКИЙ, ведущий инженер-технолог службы перевозок, Белорусская железная дорога, г. Минск

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА НАЛИЧНОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ

Одна из задач повышения эффективности организации вагонопотоков – сокращение расходов, связанных с пропуском поездов различных категорий по железнодорожным станциям. На практике бывает достаточно сложно за малый промежуток времени произвести оценку пропускной способности объектов железнодорожной инфраструктуры при изменении плана формирования и пропуска вагонопотоков. Поэтому необходима автоматизация инженерных расчетов, связанных с оценкой наличной пропускной способности элементов железнодорожной станции. Дано описание программного продукта по расчету наличной пропускной способности элементов железнодорожной станции. Приведены рекомендации по практическому использованию программного продукта на Белорусской железной дороге.

Расчеты наличной пропускной способности железнодорожных станций являются важными элементами при разработке планов развития и управления деятельностью железнодорожного транспорта. Они позволяют оперативно учитывать ограничения железнодорожных станций по пропуску и переработке вагонопотоков. Для оценки перевозочной способности объектов инфраструктуры Белорусской железной дороги необходимо знать реальные значения пропускной способности железнодорожных станций и участков.

Определение наличной пропускной способности железнодорожных станций – сложная и трудоемкая часть выполняемых расчетов. В настоящее время все расчеты выполняются вручную и связаны с большим количеством вычислений.

При увеличении или изменении пути следования вагонопотока необходимо для принятия оперативных решений проводить проверку наличной пропускной способности железнодорожных станций на всем направлении его следования за небольшой промежуток времени.

Для решения вышеперечисленных проблем был разработан программный продукт для автоматизации расчета наличной пропускной способности элементов железнодорожной станции, который принят в опытную эксплуатацию и установлен в виде АРМ «Пропускная способность железнодорожной станции» на рабочем месте инженера-технолога станции Минск-Сортировочный и ведущего инженера-технолога службы перевозок Управления Белорусской железной дороги.

При определении наличной пропускной способности железнодорожной станции производится расчет основных элементов (стрелочные горловины, парки, сортировочные горки и вытяжные пути), на основании которых и определяется наличная пропускная способность железнодорожной станции.

Основные вопросы, которые были решены в ходе создания программного продукта:

- разработаны алгоритмы и проведена автоматизация расчета наличной пропускной способности стрелочных горловин, путей и парков;
- составлен алгоритм и проведена автоматизация расчета наличной перерабатывающей способности сортировочных устройств;
- создан удобный для пользователя интерактивный интерфейс программы;
- подготовлены выходные формы для представления результатов расчета в электронном и печатном виде.

Алгоритмы расчета наличной пропускной способности элементов станции разработаны на основании Методических рекомендаций по расчету пропускной и пе-

рерабатывающей способности железнодорожных сооружений и устройств [1].

В процессе разработки алгоритмов расчета наличной пропускной способности стрелочных горловин, парков (путей) и сортировочных устройств была произведена систематизация исходных параметров, которые используются при расчетах. На рисунке 1 представлены исходные параметры для расчета наличной пропускной способности станционных путей (парков).

Для расчета наличной пропускной способности стрелочных горловин используются два основных метода: непосредственного расчета (приближенный) и по коэффициенту использования наиболее загруженного элемента.

По коэффициенту использования рекомендуется определять наличную пропускную способность стрелочных горловин с интенсивными разнородными передвижениями (грузовые, участковые, сортировочные и пассажирские станции) [1].

По существующей методике при расчете наличной пропускной способности стрелочной горловины, она делится на элементы, число которых должно быть не менее максимально возможного количества одновременно совершаемых в ней передвижений. В состав каждого элемента включается группа совместно работающих стрелочных переводов, при занятии одного из которых каким-либо передвижением невозможно одновременное использование остальных стрелочных переводов этого же элемента для других передвижений.

В разработанной программе коэффициент использования рассчитывается для каждого стрелочного перевода и находится наиболее загруженный стрелочный перевод, который и используется в дальнейших расчетах по определению наличной пропускной способности стрелочной горловины.

Для элементов с наибольшей загрузкой находится коэффициент использования стрелочной горловины. После чего определяется наличная пропускная способность стрелочной горловины по наиболее загруженному элементу по формуле

$$N_{\text{н}}^{\text{горл}} = \frac{\sum N_{ij}}{K_{\text{г}}^{\text{max}}}, \quad (1)$$

где $N_{\text{н}}^{\text{горл}}$ – наличная пропускная способность стрелочной горловины, поездов (вагонов); N_{ij} – число передвижений категории i с подхода j через стрелочную горловину; $K_{\text{г}}^{\text{max}}$ – коэффициент использования стрелочной горловины для элементов с наибольшей загрузкой.

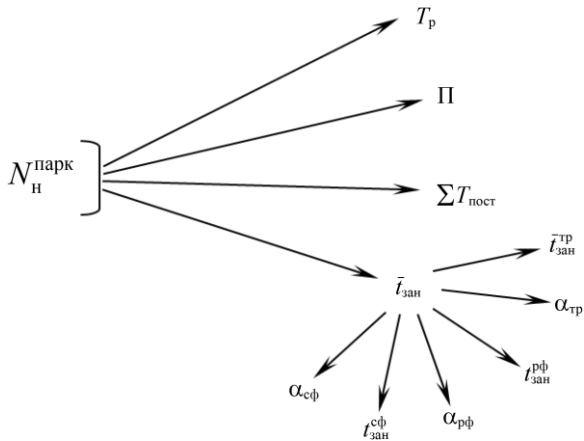


Рисунок 1 – Исходные параметры для расчета наличной пропускной способности станционных путей (парков):

$N_{\text{парк}}$ – наличная пропускная способность парка (группы путей), поездов (вагонов); T_p – суточный бюджет времени, мин; Π – число приемо-отправочных путей без учета ходовых и главных; $\Sigma T_{\text{пост}}$ – суммарное время перерывов в использовании путей, включающее дополнительные затраты времени, связанные с пропуском поездов для перевозки пассажиров, выполнением операций с местными вагонами, текущим содержанием и ремонтом путей, контактной сети, снегоуборки и др., мин; $\bar{i}_{\text{зан}}$ – среднее взвешенное время занятия пути одним поездом, мин; $\bar{i}_{\text{зан}}^{\text{гр}}$, $i_{\text{зан}}^{\text{рф}}$, $i_{\text{зан}}^{\text{сф}}$ – время занятия пути поездами соответственно, транзитным, прибывших в переработку и своего формирования, мин; $\alpha_{\text{гр}}$, $\alpha_{\text{рф}}$, $\alpha_{\text{сф}}$ – доля поездов, поступающих в парк, соответственно, транзитных, прибывших в переработку и своего формирования

При автоматизации расчета наличной пропускной способности стрелочной горловины необходимо было учесть взаимное влияние стрелочных переводов друг на друга при прокладке маршрута передвижения транспортных средств (поезда для перевозки пассажиров, грузового поезда, маневровых передвижений и др.). На рисунке 2, а представлены пары стрелочных переводов, оказывающих влияние друг на друга (10 и 18 влияют на 14 и 20, и наоборот). Это влияние необходимо учитывать при расчете наличной пропускной способности по каждому из маршрутов передвижения транспортных средств по стрелочной горловине.

Например, маршрут передвижения транспортных средств, который проходит по стрелочным переводам 14 и 20 (рисунок 2, б) создает загруженность не только этих стрелочных переводов, но также и тех, которые от них зависят (10 и 18). Для учета взаимного влияния стрелочных переводов по каждой стрелочной горловине создаются группы таких объектов.

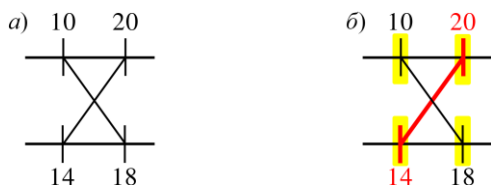


Рисунок 2 – Взаимно влияющие группы стрелочных переводов

При расчете каждого маршрута передвижения транспортных средств по исследуемой стрелочной горловине производится анализ совпадения стрелочных переводов каждой из влияющих групп со стрелочными переводами маршрута. Если все стрелочные переводы группы входят в маршрут, то результаты расчета загрузки для данного маршрута распространяются также на все стрелочные пе-

реводы из группы подверженных влиянию, которая соответствует группе влияющих.

Программа состоит из главного окна, в котором предлагается список станций и функциональных кнопок: «Загрузить схему станции», «Выполнить расчет», «Редактировать схему станции», «Результаты расчета», «Инструкция пользователя» (рисунок 3).

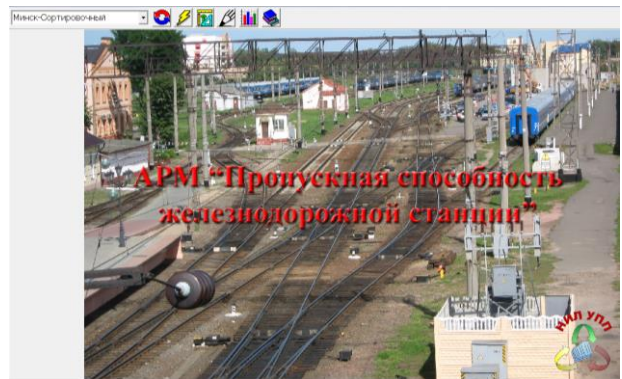


Рисунок 3 – Главное окно программы

Выбрав интересующую станцию из «базы», на экран монитора выводится схема этой станции, разделенная на элементы: стрелочные горловины, парки, сортировочные устройства. Каждый из элементов интерактивен.

При нажатии на схему интересующей стрелочной горловины она представляется на экране монитора с возможностью изменения масштаба. Пользователь может создавать варианты пропуска поездов по стрелочной горловине, каждый из которых включает несколько маршрутов пропуска поездов. Ввод маршрутов пропуска поездов производится нажатием кнопок начала и конца маршрута по стрелочной горловине (рисунок 4). Каждый введенный маршрут выделяется красным цветом на схеме стрелочной горловины.

Вводятся исходные данные: продолжительность следования поезда по маршруту; количество поездов и их категорию в таблицу, которая расположена рядом со схемой стрелочной горловины. Варианты пропуска поездов по стрелочной горловине и маршруты сохраняются в базе данных программы.

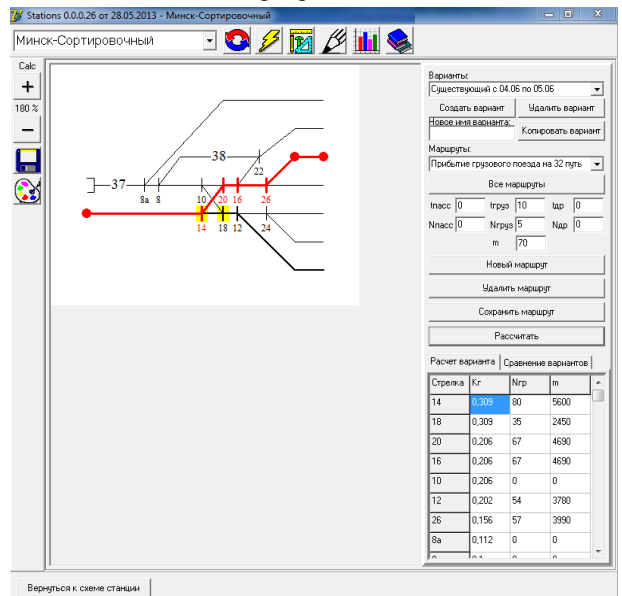


Рисунок 4 – Окно программы по расчету стрелочной горловины

Введя исходные данные, пользователь запускает расчет. Программа выполняет расчет наличной пропускной способности каждого стрелочного перевода горловины,

результаты которого сводятся в таблицу. При наличии нескольких вариантов пропуска поездов возможно провести сравнение наличной пропускной способности посредством как численных значений, так и диаграмм. По окончании расчета пользователь может вернуться к схеме станции и выбрать другую стрелочную горловину или другой элемент станции.

Для расчета наличной пропускной способности парка пользователь выбирает на схеме станции интересующий парк, который представляется на экране монитора с нумерацией путей. Возможность масштабирования сохраняется. Путем нажатия на схему парка пользователь набирает группу путей, наличную пропускную способность которой требуется рассчитать. Выбранные пути изменяют цвет. Пользователь может создавать варианты использования путей парка.

Вводятся исходные данные: продолжительность занятия пути поездом; количество поездов и их категорию по варианту и технологические коэффициенты в таблицу, которая расположена рядом со схемой парка. Варианты сохраняются в базе данных программы.

По вводу исходных данных пользователь запускает расчет наличной пропускной способности выбранной группы путей, результаты которого сводятся в таблицу. При наличии нескольких вариантов пропуска поездов можно провести сравнение наличной пропускной способности посредством представления диаграммы.

Для расчета перерабатывающей способности сортировочных устройств пользователь выбирает сортировочную горку или вытяжную путь. На экране монитора представляется выбранный элемент. Пользователь вводит исходные данные для расчета в таблицу, которая расположена рядом с рассчитываемым элементом. Для каждого варианта возможно сохранить технологические времена и коэффициенты. Результаты расчетов по вариантам представляются в виде таблицы и диаграммы (рисунок 5).

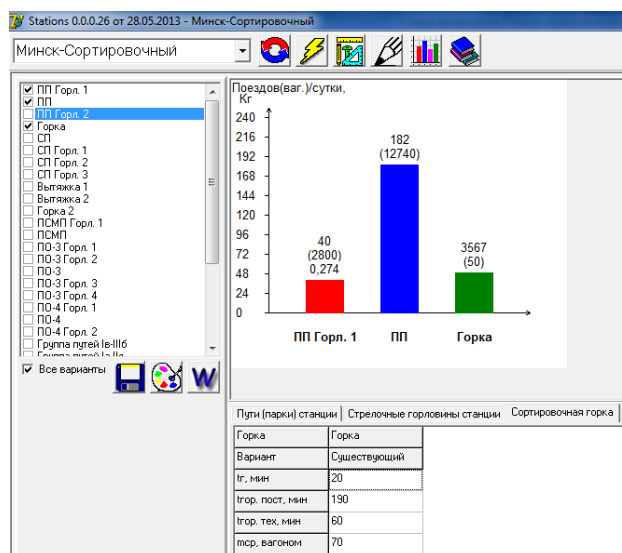


Рисунок 5 – Окно программы по выводу общей диаграммы

Получено 14.08.2013

A. A. Aksionchykau, P. M. Bui, S. D. Bliaskin, P. E. Rarouski. Automation of cash capacity's calculation of railway station's elements.

Reduction of the expenses connected with the admission of trains with various categories on railway stations is one of tasks to increase of efficiency of the traffic volumes organization. In practice rather difficult happens to make an assessment of railway infrastructure objects capacity in a short space of time in connection with change of the formation's plan and the admission of traffic volumes. In this regard there is a question of the engineering calculations automation connected with an assessment of cash capacity of railway station's elements. Is given the description of the software product of cash capacity's calculation of the railway station's elements. Are given recommendations about practical use of the software product on the Belarusian railroad.

Результаты расчетов пропускной способности элементов станции по вариантам можно экспортировать в редактор Microsoft Word и распечатать в виде оформленного документа с диаграммами, исходными данными и результатами по вариантам.

При изменении путевого или технического состояния железнодорожной станции в программном продукте имеется возможность редактирования схемы станции, для этого необходимо загрузить схему станции из «Базы» и нажать на кнопку «Редактирование схемы станции». Редактирование предполагает удаление функциональных элементов станции (путей, стрелок, сортировочной горки, текстового поля, соединительной линии), изменение параметров существующего элемента или создание нового элемента.

Заключение. Программный продукт позволяет производить автоматизированный расчет наличной пропускной способности элементов железнодорожной станции; моделировать различные варианты изменения технологических времен занятия стрелочной горловины, парка, сортировочных устройств станции и оценить наличную пропускную способность и ее резерв. Моделирование заключается в изменении размеров движения поездов по категориям, продолжительности следования поездов по маршрутам, занятия путей парка.

Программный продукт дает возможность пользователю вносить изменения в схему железнодорожной станции и после этого выполнять расчеты наличной пропускной способности измененной схемы элемента железнодорожной станции.

Дальнейшее развитие программного продукта связано с созданием базы знаний на основе анализа маршрутов передвижения по железнодорожной станции для моделирования маршрутов пропуска поездов по железнодорожной станции и расчета наличной пропускной способности станции с оценкой ее резерва при различных поездных и маневровых ситуациях.

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

Список литературы

- 1 Методические рекомендации по расчету пропускной и перерабатывающей способности железнодорожных сооружений и устройств : [утв. Бел. ж. д. 03.09.09]. – Мн., 2009. – 120 с.
- 2 Стандарт организации СТП БЧ 15.249-2012. Типовой технологический процесс работы сортировочной и участковой станций Белорусской железной дороги. – Введ. 29.12.12. – Мн. : Бел. ж. д., 2012. – 231 с.
- 3 Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте : учеб. для вузов / под ред. П. С. Грунтова. – М. : Транспорт, 1994. – 534 с.