

## **НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕХНОЛОГИИ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ**

*В. Г. КУЗНЕЦОВ, Е. А. ФЁДОРОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Железнодорожные станции являются основными технологическими объектами железной дороги, обеспечивающими процессы переработки и пропуска транспортного потока, имеют сложную инфраструктуру, систему оперативного управления и технологию эксплуатационной работы [1]. Совершенствование технологии, развитие инфраструктуры станций различных категорий, повышение их перерабатывающей и пропускной способностей, создание оптимальных резервов требуют не только системных и фундаментальных знаний по специальным дисциплинам, но и высокой математической подготовки специалистов [2, 3].

Учебный курс «Технология работы железнодорожных станций» (ТРЖС) является составной частью специальных дисциплин по учебному циклу «Управление эксплуатационной работой». Он включает все виды учебной подготовки: лекции, практические и лабораторные занятия и курсовой проект.

В состав дисциплины ТРЖС входят разделы, которые базируются на фундаментальных научно-методических подходах:

- технологические процессы переработки, систематизированные по категориям транспортного потока (вагонопотока), перерабатываемого на станции в технологические линии с фазами и каналами обслуживания;
- технологическая структура станции, основанная на принципах декомпозиции и агрегирования элементов, объектов и подсистем станции;
- теория маневровой работы, основанная на методах тягового расчета выполнения операций на станциях для различных типов передвижений, а также многофакторных моделях передвижения маневрового состава;
- технология процессов расформирования-формирования составов поездов, включающая моделирование операций на сортировочных устройствах в зависимости от множества технических и технологических факторов, распределения маневровой работы между районами станции, основанных на системе уравнений затрат времени;
- процесс накопления вагонов на состав грузового поезда по назначениям плана формирования, включающий элементы моделирования составообразования на основе закономерностей подхода вагонопотока в расформирование и параметров величины состава поездов в вагонах и тоннах;
- технология обработки поездопотока (вагонопотока) в подсистемах станции, основанная на исследовании неравномерности потока поездов на

входах и выходах, определения параметров технологии подсистем станции с учетом взаимосвязи функциональных элементов;

- теория взаимодействия подсистем станции и внешних объектов, включающая установление распределения транспортного потока, построение расчетной модели транспортного потока, режимов работы подсистем, оптимальных условий работы, потребных путевых ресурсов;

- модель технологического процесса переработки вагонопотока на основе сетевых графиков, позволяющих устанавливать технологические линии с операциями и событиями на станции, систематизировать элементы процесса с использованием математической теории графов и теория вероятностей;

- графическое моделирование эксплуатационной работы на станции, базирующееся на имитации операций, их последовательности, взаимосвязи, расчетных параметрах, установленных аналитическими и статистическими методами и др.

Железнодорожная сеть рассматривается как совокупность станций, узлов и участков, соединяющих между собой технические станции (участковые, сортировочные). Каждая железнодорожная станция имеет свою технико-эксплуатационную характеристику и параметры обслуживания транспортного потока [3, 4]. Транспортный поток представляет собой эксплуатационную нагрузку на станции и участки: чем больше поток, тем выше нагрузка. При разработке технологии работы железнодорожной станции специалистам необходимо использовать математический аппарат, позволяющий решать две важные эксплуатационные задачи: первая – определить оптимальную величину транспортного потока на станцию и ее элементы при существующем развитии, вторая – определить оптимальную мощность железнодорожных станций для заданных или планируемых объемов транспортного потока.

Компетенции специалиста в области организации перевозок на железнодорожном транспорте должны позволять изучить и установить закономерности изменения транспортного потока [4]. Транспортный поток на железнодорожном транспорте является многотерминальным (мультитерминальным) и образуется на основе принципа аддитивности (сложения транспортного потока) с учетом ограничений по видам перевозок и категориям груза, пассажиров и иных условий. Для исследования поездопотока и вагонопотока важно установить временные и пространственные характеристики транспортного потока, взаимосвязь между ними. Транспортный поток однозначно определен, если известны интенсивность потока или математическое ожидание в единицу времени, а также вид распределения интенсивностей и характеристики этого закона.

Применение вероятностно-статических методов в технологии работы станций основывается на анализе физических процессов на станции, ее под-

системах и взаимодействующими со станцией объектами инфраструктуры. Эти процессы объективны и управляемы, степень случайности при их осуществлении носит ограниченный характер и для различных процессов не одинакова [1–3].

Для определения законов распределения транспортного потока, поступающего в подсистемы станции в единицу времени, специалистам необходимо выполнять статистические выборки, анализировать их и установить необходимые закономерности и др. Как правило, распределение транспортного потока определяется дифференциальным законом распределения, который характеризуется плотностью распределения вероятностей, а на основе статистических данных можно установить эмпирическую функцию распределения транспортного потока, которую выражает интегральный закон распределения. Достоверность выявленной закономерности транспортного потока влияет на качество разработки специалистами технологического процесса станции и определения необходимых ресурсов [1, 4]. В аналитических расчетах, в основном, используют числовые характеристики (математическое ожидание, среднее квадратическое отклонение и др.).

На железнодорожной станции под воздействием таких операций, как прием поездов на станцию, их обработка, расформирование, образование новых составов, окончание формирования, подготовка состава к отправлению, отправление, т. е. под воздействием фаз обслуживания потока происходит трансформация потока путем изменения его параметров [4].

Технологические процессы трансформации транспортного потока в высокой степени детерминированы, однако сам процесс функционирования подсистем и производственных элементов, обслуживания транспортного потока по фазам и каналам технологических линий на станции носит вероятностный характер. Поэтому при оперативном управлении переработкой вагонопотока на станции возникает некая неопределенность, которая оценивается энтропией.

Для обеспечения оперативного управления процессом обслуживания транспортного потока на станциях специалист должен использовать инструмент имитационного моделирования [5], анализа и оптимизации работы станции и ее подсистем. На кафедре «Управление эксплуатационной работой и охрана труда» имеются научно-методические разработки, выполненные под руководством профессора П. С. Грунтова и их практическая реализация на железных дорогах СССР, а также Белорусской железной дороге [4, 5].

Для реализации имитационного анализа и проектирования технологических процессов на станциях необходимо использовать методы управления поведением системы: управление операциями транспортного обслуживания, посредством изменения параметров воздействия на ход эксплуатационной работы и на выходные данные процесса моделирования работы станции – показатели работы. В число компонентов вектора управления входят интер-

валы транспортного потока по фазам и каналам обслуживания и связанные с ними затраты времени на обработку. В станционных моделях временные составляющие могут имитироваться в соответствии с заданными функциями.

Под воздействием транспортного потока и управления на процесс обслуживания изменяются параметры, характеризующие фазовые переменные состояния станции, ее подсистем и элементов. К компонентам вектора фазовых переменных для железнодорожной станции относятся простые транспортного потока в ожидании обслуживания (поездо-часы, вагоно-часы и др.), которые могут проектироваться на станции путем имитации технологии и являются результатом моделирования. В основу проектирования модели работы железнодорожной станции положено решение уравнения баланса транспортного потока (при установленных ограничениях) на станции при пошаговой реализации расчетов в некоторых дискретных отрезках времени с учетом прямых и обратных связей.

**Выводы.**

1 Формирование компетенций по специальности «Организация перевозок и управление на железнодорожном транспорте» включает получение знаний и умений использования при проектировании технологий железнодорожных станций математических методов и способов.

2 Программа дисциплины ТРЖС ориентирована на приобретение студентами способностей решать технологические задачи на железнодорожном транспорте с использованием фундаментальных научно-методических подходов, позволяющих изучить закономерности транспортного потока и его обслуживания в подсистемах станции, проектировать технологические процессы на основе математических принципов моделирования сложных транспортных систем.

### **Список литературы**

1 Технология работы участковых и сортировочных станций / И. Г. Тихомиров [и др.] ; под ред. И. Г. Тихомирова. – М. : Транспорт, 1973. – 272 с.

2 Акулиничев, В. М. Математические методы в эксплуатации железных дорог : учеб. пособие / В. М. Акулиничев, В. А. Кудрявцев, А. Н. Корешков. – М. : Транспорт, 1981. – 223 с.

3 Федотов, Н. И. Применение теории вероятностей в транспортных расчетах : учеб. пособие / Н. И. Федотов, А. В. Быкадоров. – Новосибирск : НИИЖТ, 1969. – 188 с.

4 Грунтов, П. С. Расчет и анализ транспортных потоков : учеб. пособие / П. С. Грунтов, В. А. Захаров, В. П. Ярошевич. – Гомель : БелИИЖТ, 1983. – 39 с.

5 Грунтов, П. С. Прогнозирование показателей работы сортировочных станций методом моделирования на ЭВМ : учеб. пособие / П. С. Грунтов, В. А. Захаров. – Гомель : БелИИЖТ, 1981. – 60 с.