

**Разработка инструкций** – подразумевает правила выполнения заданий, что может определяться параметром «метод навигации по тесту» – последовательный или свободный. Также очень существенно определить правило ввода численного ответа (вплоть до приведения примера) о чем упоминалось выше.

**Оформление методики** – непосредственное оформление тестового задания, как-то: количество заданий на странице, количество приведенных ответов в списке для выбора, другие настройки оформления.

Отметим в заключении, что формирование заданий как по физическим, так и математическим дисциплинам целиком определяется преподавателем, который читает лекции и проводит практические и лабораторные занятия по соответствующим курсам. За помощью в подборе заданий (задач) как таковых можно обратиться к работе [3]. Однако для формирования итогового теста при проведении промежуточной или итоговой аттестации уместным, с нашей точки зрения, будет использование приведенных теоретических подходов, используемых в психологии.

### Список литературы

1 *Ермолицкий, А. А.* Использование системы электронного обучения для проведения текущей аттестации / А. А. Ермолицкий, В. В. Махнач // Научные и методические аспекты математической подготовки в университетах технического профиля : материалы V Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 27 апреля 2023 г. / под ред.: Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2023. – С. 42–45.

2 *Конькова, О. В.* Конструирование и адаптация психодиагностических методик : учеб.-метод. пособие / О. В. Конькова. – Минск : БГУ, 2017. – 92 с.

3 *Лазарева, Е. Г.* Применение электронного ресурса на платформе MOODLE в курсе «Линейная алгебра и аналитическая геометрия» / Е. Г. Лазарева, И. Г. Устинова [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа : [https://viperson.ru/uploads/attachment/file/952170/3\\_Возможности\\_применения\\_электронного\\_ресурса\\_на\\_платформе\\_Moodle\\_elibrary\\_28103132\\_85928933\\_-\\_Сору\\_-\\_Сору.pdf](https://viperson.ru/uploads/attachment/file/952170/3_Возможности_применения_электронного_ресурса_на_платформе_Moodle_elibrary_28103132_85928933_-_Сору_-_Сору.pdf). – Дата доступа : 16.03.2024.

УДК 656.222.

## НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВАГОНОПОТОКОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

*В. Г. КУЗНЕЦОВ, Е. А. ФЕДОРОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Железнодорожный транспорт является важнейшим средством доставки грузов, образованных на внутреннем и внешнем товарных рынках. Транс-

формация товара в грузопоток, вагонопоток и поездопоток, а затем пропуск потока по участках железнодорожной сети является сложной задачей при организации перевозок, т. к. эти процессы трансформации и пропуска транспортного потока осуществляются на железных дорогах, которые имеют сложную инфраструктуру с множеством взаимосвязанных технологией работы объектов и ограниченной пропускной способностью [1].

Организация процесса перемещения вагонопотока в грузовых поездах основана на применении методов оптимизации распределения транспортной работы в железнодорожной сети в условиях ограничения ресурсов и соблюдения норм времени доставки груза [2]. Решение таких задач требует знаний и математической подготовки специалистов в области технологии перевозочного процесса.

Учебный курс «Организация вагонопотоков и движения поездов» (ОВДП) является составной частью профильных дисциплин при подготовке по специальности «Технология транспортных процессов». Изучение дисциплины проводится через все виды учебной работы: лекции, практические и лабораторные занятия, курсовой проект.

Раздел «Система организации вагонопотоков» дисциплины ОВДП представляет теорию системной организации транспортных потоков в железнодорожной сети, включающую фундаментальные научно-методические решения:

- представление железнодорожной сети на основе положений теории графов и агрегации узлов трансформации вагонопотока;
- процессное моделирование образования и погашения грузопотоков на объектах сети на основе закономерностей структуры грузов, их транспортных характеристик, неравномерности образования корреспонденций грузопотока и распределения в сети;
- процессное моделирование образования и погашения вагонопотока на железнодорожных станциях сети, структуры вагонопотока по состоянию (груженный и порожний), роду подвижного состава, собственнику вагонов и принципам их использования;
- методы оценки вариантов организации вагонопотоков в специализированные грузовые поезда со станций массового образования вагонопотока и условий приоритетного пропуска в сети (отправительские маршруты, ускоренные грузовые маршруты, контейнерные поезда и т. п.);
- методы оценки вариантов организации немаршрутизированных вагонопотоков на основе использования аддитивных свойств на направлениях совместного следования множества струй вагонопотока;
- методы оценки вариантов организации порожних вагонопотоков с учетом их образования и погашения в железнодорожной сети и условий регулирования вагонов операторами подвижного состава;

– методы оценки вариантов организации вагонопотоков в районах местной работы, согласования развоза и вывоза вагонов к месту производства грузовых операций, оптимизации взаимодействия технических станций и станций прилегающих участков (узлов), взаимодействия станций выполнения грузовых операций и мест общего и необщего пользования;

– процесс поездообразования по назначениям плана формирования, включающий элементы моделирования составообразования и оптимизации использования поездных локомотивов, их мощности, технических ресурсов сортировочных и участковых станций;

– композиция объектов полигона сети для расчета плана формирования грузовых поездов на основе теории формирования источников (суперисточников) и условий трансформации транспортного потока на маршрутах их следования в сети;

– распределение сортировочной работы по переработке вагонопотока на железной дороге, включающее решение задач построения расчетной модели транспортного потока в сети, оценки загрузки устройств и подсистем станций, использования их ресурсов;

– способы оперативного управления и регулирования процессом формирования грузовых поездов на основе создания адаптивных моделей, имитирующих образование вагонопотока в сети исходя из заявленных перевозчиками корреспонденций, использования априорных и апостериорных моделей интеллектуального управления перевозочным процессом и др.

Вагонопоток ( $n_{pq}$ ), который образуется на станциях выполнения грузовых операций (груженный и порожний), представляет собой корреспонденции, имеющие вектор перемещения в железнодорожной сети от станции отправления корреспонденции ( $p$ ) до станции ее назначения ( $q$ ), от станции выполнения одной грузовой операции до станции выполнения другой грузовой операции. Параметры корреспонденции вагонопотока ( $n_{pq}$ ) в сети определяются перевозчиком и оператором подвижного состава [3, 4].

Трансформация корреспонденции вагонопотока в поездопоток определяется совокупностью технологических и технических условий. К основным условиям выбора оптимальной системы организации вагонопотока в поезда можно отнести: срок доставки ( $T_{pq}^{\text{достав}}$ ), который включает в том числе и время нахождения вагонов на технических станциях (до 40 % от общего времени перевозки), а также пропускная способность технических станций и участков на маршруте следования ( $\{N_{pqj}^{\text{т.с.}}, N_{pqj}^{\text{уч}}\}$ ), которая ограничивает объемы поездной работы – поток поездов, перерабатываемый на

станции и пропускаемый на участке. Увеличение пропускных способностей требует значительных инвестиционных вложений.

Решением задачи организации вагонопотока является план формирования поездов, который устанавливается по каждой технической станции ( $j$ ), участвующей в расчете, с указанием назначений и категорий поездов ( $\{N_{pji}\}$ ), которые может формировать станция исходя из планового (расчетного) вагонопотока [4].

Сложностью решения задач в системе организации вагонопотока является большая размерность территориально распределенных объектов трансформации вагонопотоков (технических станций) [1, 2, 4]. На Белорусской железной дороге, например, 228 станций, выполняющих грузовые операции и около 25 технических станций, формирующих поезда во внутривнутриреспубликанском сообщении. На железных дорогах стран СНГ и Балтии около 300 опорных сортировочных станций, которые формируют поезда в международном сообщении, в том числе следующих по Белорусской железной дороге.

В железнодорожной сети одновременно перемещаются множество грузовых отправок, которые в отдельных сечениях сети обладают свойством аддитивности и могут быть объединены для совместного следования в грузовых поездах на отдельной, совпадающей для объединяемых корреспонденций, части маршрута. Для разработки вариантов возможного объединения корреспонденций в струи вагонопотока железнодорожная сеть представляется в виде расчетных полигонов (направлений) с устойчивым характером транспортного потока и единой технологией эксплуатационной работы. Расчетный полигон может быть различной размерности в зависимости от потребностей решения задач плана формирования [2, 3].

При выборе варианта организации вагонопотока в грузовые поезда специалистам необходимо использовать математический аппарат, позволяющий решать две важные эксплуатационные задачи: первая – дифференцировать транспортный поток в железнодорожной сети по установленным признакам и агрегировать его по выбранным полигонам сети, вторая – распределить маневровую работу между техническими станциями железных дорог для переработки планового объема транспортного потока и обеспечить устойчивость их работы, минимизацию эксплуатационных затрат и соблюдение срока доставки груза и перемещения вагона.

Компетенции специалиста в области организации перевозок на железнодорожном транспорте должны быть достаточными для исследования различных сегментов товарного рынка, оценки заявок перевозчиков на перемещение груза и заявок операторов подвижного состава на перемещение вагонов в сети, определения закономерности изменения вагонопотока, ста-

тистических закономерностей элементов технологии переработки вагонопотока, определения технических возможностей и предельных состояний железнодорожных станций, обеспечивающих устойчивую эксплуатационную работу, проведения исследовательского эксперимента на основе имитационного моделирования работы технических станций, технико-экономического анализа его результатов [5]. Для исследования поездопотока и вагонопотока важно владеть детерминированными и стохастическими методами образования и распределения транспортного потока в сети, методами расчета функции затрат расчетных моделей освоения вагонопотока поездами различных категорий:

$$F_{\text{пф}} = \left[ E_{\text{с.о.в.}} \left\{ \left( T_{pq}^{\text{дост}} \right), \left( N_{pq}^{\text{т.с.}}, N_{pq}^{\text{уч}} \right) \right\} + E_{\text{изд}} \left\{ T_{pq}^{\text{дост}} \right\} \right].$$

На кафедре «Управление эксплуатационной работой и охрана труда» проводятся научно-методические разработки и их практическая реализация на Белорусской железной дороге в области организации вагонопотоков [3, 5]. Разработаны методические основы формирования автоматизированной системы организации вагонопотоков (АСОВ) и ее адаптация с прикладными задачами ИАСПУРГП, оперативного управления организацией вагонопотоками в рамках УСОГДП и ряд других.

Вывод. 1 Формирование компетенций по специальности «Технология транспортных процессов» требует наличия комплексных знаний исследования и структурирования транспортных потоков в сети.

2 Программа дисциплины ОВДП ориентирована на приобретение студентами способностей решать сложные задачи выбора способа организации вагонопотока в поезда на основе композиции расчетных полигонов, моделирования пропуска транспортного потока в сети, определения функции затрат по перемещению вагонопотока.

### Список литературы

- 1 Управление эксплуатационной работой железных дорог : учеб. / П. С. Грунтов [и др.] ; под общ. ред. П. С. Грунтова. – М. : Транспорт, 1994. – 542 с.
- 2 Буянова, В. К. Система организации вагонопотоков : [монография] / В. К. Буянова, А. И. Сметанин, Е. В. Архангельский. – М. : Транспорт, 1989. – 223 с.
- 3 Методические рекомендации по организации вагонопотоков на Белорусской железной дороге. – Минск : Белорусская ж. д., 2013. – 316 с.
- 4 Захаров, В. А. Расчет плана формирования однопутных поездов / В. А. Захаров. – Гомель : БелИИЖТ, 1989. – 40 с.
- 5 Ерофеев, А. А. Интеллектуальная система управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте: [монография] / А. А. Ерофеев. – Гомель : БелГУТ, 2022. – 407 с.