

где $N_{\text{пс}j}^{S_i, S_q}$, $N_{\text{гр}j}^{S_i, S_q}$ – пропускная способность на маршруте следования пассажирских и грузовых поездов от предузловой станции i до станции обслуживания (головной) q узла; k – количество маршрутов следования, $j = \overline{1, k}$.

При расчете пропускной способности по видам сообщения должно быть обеспечено условие:

$$1440 - \sum_{j=1}^{k_{\text{пс}}} T_{\text{б.пс}j}^{S_i, S_{i+1}} = (1 + \beta_p) \sum_{j=1}^{k_{\text{гр}}} T_{\text{б.гр}j}^{S_i, S_{i+1}},$$

где $k_{\text{пс}}$, $k_{\text{гр}}$, – соответственно количество категорий пассажирских и грузовых поездов, регламентированных международным и внутридорожным ПФ и ГДП; β_p – коэффициент резерва для погашения неравномерности перевозок.

Результативная пропускная способность объекта (станции) железнодорожного узла устанавливается по элементу (устройству), которое имеет наименьшую пропускную способность. По другим элементам (устройствам) проверяется возможность пропуска размеров движения, которые получены расчетом по лимитирующему устройству. Результативная пропускная способность на маршруте следования в железнодорожном узле устанавливается по объекту (перегону, станции), имеющему наименьшую величину расчетной результативной пропускной способности.

Наличная пропускная (перерабатывающая) способность железнодорожной узла сравнивается с потребной пропускной (перерабатывающей) способностью с учетом существующего распределения транспортной работы в узле по видам сообщения, а также наличия транспортных связей между объектами транспортного грузового комплекса (транспортно-промышленными комплексами, портами, пограничными переходами, логистическими центрами и хабами), пассажирского комплекса (автомобильного, авиационного, речного).

Результаты расчета наличной пропускной способности железнодорожного узла могут использоваться для решения ряда технико-экономических задач: расчета наличной провозной способности узла; определения транспортного потенциала узла; определения возможностей железнодорожного узла по перевозке груза и пассажиров в транспортном узле; определения уровня загрузки и использования железнодорожного узла в инфраструктуре железной дороге; определения уровня использования железнодорожного узла при взаимодействии с иными видами транспорта и ряд других.

УДК: 658.53: 656.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОГНОЗНЫХ ОБЪЕМОВ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

О. Н. ЛИСОГУРСКИЙ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Прогнозирование в системе управления выполняет три основные функции: *ориентировочную* (определение реальных оптимальных направлений деятельности управленческой структуры); *нормативную* (предохранение управленческой структуры от возможного субъективизма при помощи ограничительных норм, показателей, стандартов и т. д.) и *предупредительную* (выявление возможных отклонений в деятельности железнодорожного транспорта, причин этих отклонений и предложение путей по их возможному погашению).

Прогнозирование объемов перевозок на долгосрочную перспективу является важной и сложной технико-экономической задачей, цель которой – не только определить объемы работы железной дороги, но и оценить технические возможности инфраструктуры (пропускной и провозной способности) и подвижного состава по освоению этих объемов. При этом технические возможности тесно связаны с экономической безопасностью деятельности железнодорожного транспорта как коммерческой организации, так и экономическими интересами государства в целом.

На основе прогнозных значений объемов перевозок решается одна из важнейших задач железнодорожного транспорта – развитие сети железной дороги и ее отдельных элементов и планирование инвестиций на долгосрочный период и их эффективность.

Задачу прогнозирования на долгосрочный период можно условно разделить на два этапа: *прогнозирование объемов перевозок грузов и моделирование продвижения грузопотоков* по сети железной дороги.

Прогнозирование объемов перевозок грузов строится на ретроспективном и корреляционном анализе и применении методов экспертных оценок и экстраполяции. Расчет прогнозных значений на основе определения функции зависимости объемов от времени (методы экстраполяции) во многих случаях не дает достоверных результатов, так как особенностью деятельности железнодорожного транспорта является влияние на результаты прогнозирования большого числа факторов, которые сложно описать математическими зависимостями. На прогнозные значения влияют такие внешние факторы, как государственная политика в области тарифов и ограничений на перемещение транзитных грузов, прочность экономических связей между субъектами хозяйствования, деятельность предприятий с массовой погрузкой и выгрузкой грузов, сезонность перевозок и другие. При этом, влияние этих факторов может значительно изменяться в течение времени, поэтому ретроспективный анализ на период времени более пяти лет не дает адекватных результатов.

Для Белорусской железной дороги был проведен анализ перевозочной деятельности за последние 5, 10 лет и 2019 год. В результате исследований было определено:

- распределение перевозок по видам сообщений остается практически неизменным на протяжении исследованного периода, и в 2019 году грузооборот составил: транзит (33 % от общего объема), ввоз (10 %), вывоз (34 %), внутриреспубликанское сообщение (23 %);

- из 42 номенклатурных групп грузов в структуре «перевезено в 2019 году» наибольший объем занимают: строительные грузы (18,26 %); нефть и нефтепродукты (17,37 %); каменный уголь (17,37 %); химические и минеральные удобрения (11,69 %) и лесные грузы (6,91 %). На долю этих грузов приходится 71,6 % от общего объема «перевезено», а на долю первых 10 номенклатурных групп – 92 %.

- распределение перевозимых грузов по видам сообщения не одинаковое, в каждом виде сообщения доля каждой номенклатурной группы различна, например, для каменного угля доля по видам сообщения составляет: транзит (77,21 % от общего объема), ввоз (9,22 %), вывоз (13,5 %), внутриреспубликанское сообщение (0,07 %).

- для большинства грузов станции погрузки и выгрузки, а также маршруты следования грузо- и вагонопотоков остаются практически неизменными за исследованный период времени.

Прогнозирование объемов перевозок по каждому роду груза производилось в следующем порядке:

1 На основании статистических данных за 2014–2019 годы определяется доля каждого вида сообщения в общем объеме перевозки груза и устанавливаются долгосрочные тенденции по данному виду груза.

2 Данные объемов перевозок вида «станция – станция» укрупняются и приводятся к виду «выделенная станция – выделенная станция». В качестве выделенных станций применялись технические станции Белорусской железной дороги и межгосударственные стыковые пункты. Привязка станций к техническим осуществлялась на основе направлений следования вагонопотока и расстояния до ближайшей технической станции.

3 По данным за 2019 год устанавливались маршруты следования груза между станциями по каждому виду сообщения и определялся весовой коэффициент k_1 каждого маршрута в общем объеме перевозок.

4 По данным за 2019 год об объемах перевозки в тоннах и вагонах, для каждого маршрута i, j устанавливалась статистическая нагрузка P^{ij} .

5 Прогнозирование объемов перевозок на 2025 год выполнялось по трем сценариям развития железной дороги (на основании метода экспертных оценок):

- *минимальный (пессимистичный)* – объемы перевозок будут значительно уменьшаться и составят менее 100 % от уровня 2019 года. Это может быть связано с уменьшением, в первую очередь, транзитной работы по направлению Россия – страны Прибалтики, изменению маршрутов следования грузов и перераспределению потоков по транспортным коридорам;

- *средний (реалистичный)* – объемы перевозок будут увеличиваться незначительно, в соответствии с программой развития Республики Беларусь до 2025 года, с коэффициентами прироста 1–3 %. Этот сценарий основан на данных, предоставляемых грузоотправителями, и ориентирован на увеличение доли внутриреспубликанских перевозок и экспорта;

- *максимальный (оптимистичный)* – предполагает благоприятное развитие перевозок и значительное увеличение (до 10 % и более) объемов за 5 лет по всем видам сообщений.

6 Для каждого рода груза устанавливаются прогнозные коэффициенты k_2 изменения объема перевозок по каждому виду сообщения по трем сценариям: $k_{2_{\min}}^{B.C.}$, $k_{2_{\text{mid}}}^{B.C.}$, $k_{2_{\max}}^{B.C.}$.

7 На основании объемов перевозок за 2019 год и весовых коэффициентов рассчитывается прогноз работы в тоннах по видам сообщения и трем сценариям на 2025 год.

8 Для каждого маршрута i, j определяется объем перевозок в тоннах. Результаты расчетов записываются в виде прогнозной шахматки грузопотоков (в тоннах).

9 Определяется объем перевозок в вагонах, при допущении, что статическая нагрузка на маршруте i, j останется неизменной. Результаты расчетов записываются в виде прогнозной шахматки вагонопотоков (в вагонах).

10 Общий объем грузовых перевозок по дороге по i, j маршруту определяется как сумма объемов по всем родам грузов.

11 Устанавливается общий коэффициент изменения объемов перевозок k_3 по i, j маршруту как отношение прогнозных объемов перевозок 2025 года к объемам 2019 года.

12 На основании отчетных данных за 2019 год о движении порожних вагонопотоков и разности прогнозной погрузки и выгрузки по станциям устанавливается прогноз избытка-недостатка вагонов порожних вагонопотоков между станциями.

13 Определяются общие вагонопотоки (груженые и порожние) на дороге в целом в вагонах и тоннах.

В результате прогнозирования объемов перевозок для Белорусской железной дороги до 2025 года общий объем перевозок грузов составит по минимальному сценарию – 89 % от уровня 2019 года, среднему сценарию – 119 % и максимальному сценарию – 127 %. При этом распределение по видам сообщения и родам грузов изменяется от 40 до 150 %.

Таким образом, предлагаемая методика расчетов позволяет прогнозировать объемы перевозок с достаточной степенью достоверности, а автоматизация алгоритма расчета – производить агрегирование или декомпозицию объемов погрузки и выгрузки по станциям железной дороги. Результаты расчета могут служить исходными данными для определения прогнозов загрузки железнодорожных участков и станций, определения потребного парка вагонов и локомотивов.

УДК 614.862

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ ПЕРЕВОЗОК В УСЛОВИЯХ УГРОЗЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ МАССОВЫХ БЕСПОРЯДКОВ

Г. А. МУН

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы

Е. С. ВИТУЛЁВА

Алматинский университет энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева, Республика Казахстан

И. Э. СУЛЕЙМЕНОВ

Национальная инженерная академия Республики Казахстан, г. Алматы

Общая нестабильность геополитической ситуации уже оказывает непосредственное воздействие на социально-политическую обстановку во всех постсоветских государствах без исключения. В частности, существуют значительные риски, связанные с использованием протестных настроений, присущими определенным социальным слоям, деструктивными силами. Как показывает новейшая история, инициация деструктивных действий, нацеленных на нарушение функционирования транспортной инфраструктуры, является одной из значимых компонент арсенала так называемых гибридных войн.

Следовательно, разработка методов защиты критически важной транспортной инфраструктуры от потенциальных угроз, определяемых доктриной «управляемого хаоса», является актуальной задачей.

В данной работе рассматриваются технологии, которые могут быть использованы для решения указанной задачи, основанные на использовании нелетальных вооружений.

Как отмечается в [1; 2] существующие технические средства противодействия массовым беспорядкам, особенно в условиях, когда использование жестких силовых методов признается нецелесообразным по политическим причинам того или иного характера, являются недостаточно эффективными. В частности, это относится к импульсным кинетическим средствам (резиновые пули, дубинки и водометы), ирритантом, электрошокерам, а также светозвуковым спецсредствам [2]. Так, опе-