

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ВКЛЮЧАЮЩЕЙ УЧАСТКИ ВРЕМЕННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ПУТЕЙ

В.М. Приходько

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)
Россия, 125319, Москва Ленинградский проспект, 64
E-mail: prikhodko@madi.ru

Н.А. Филиппова

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)
Россия, 125319, Москва Ленинградский проспект, 64
E-mail: umen@bk.ru

Ключевые слова: пропускная способность региональной транспортной сети, временные транспортные пути, климатические изменения, техногенная нагрузка.

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы планирования транспортных процессов перевозки грузов от баз хранения конечным потребителям в рамках региональной транспортной сети Арктической зоны Российской Федерации. Показано, что достижение высокого качества планирования перевозок и снижения затрат на транспортировку грузов невозможно без использования специальных математических методов прогнозирования состояния и на этой основе формирования теоретической оценки пропускной способности маршрутов доставки грузов конечным потребителям от промежуточных баз хранения. Изложена методика оценки пропускной способности региональной транспортной сети, разработанная с использованием теоремы Форда-Фалкерсона, которая использует понятие остаточной пропускной способности дуги.

1. Введение

Север России и Арктическая зона являются важным поставщиком стратегических материалов для нужд промышленности страны [1]. Анализ существующей мультимодальной транспортной системы для доставки грузов первой необходимости для населения позволили определить, что доставка грузов конечному потребителю автомобильным транспортом осуществляется от перевалочных баз с использованием постоянных и временных путей доставки грузов в условиях жестких ограничений по срокам навигации, неопределенности начала и окончания ледовых явлений на судоходных участках рек, неопределенности состояния участков временных путей, прокладываемых по территории вечной мерзлоты [2-5, 11-14]. Востребованность планируемых результатов, касающихся теоретической оценки пропускной способности региональной транспортной сети в Арктической зоне Российской Федерации,

включающей участки временных транспортных путей, объясняется тем обстоятельством, что отсутствие указанных методик не позволяет в процессе планирования перевозок осуществлять оценки рисков потери функциональности транспортных путей и технологий в процессе планирования перевозок, что ставит под угрозу эффективное, безаварийное, технологически и экологически безопасное функционирование транспортных процессов, может привести к снижению транспортной доступности, росту затрат на доставку грузов северного завоза, расположенных на этих территориях. Риск определяется опасностью (вероятностью развития процессов в природно-технической системе) и ущербом, выраженном в рублях или других ценностных единицах [6, 7]. Опасность не имеет интегральных показателей, а описывается через отдельные пространственные и временные характеристики [8-10]. Пространственные характеристики включают в себя физико-механические и криолитологические особенности грунтов. Временные характеристики связаны с путями развития природно-технической системы, которые обусловлены будущими климатическими изменениями и техногенной нагрузкой. Это обуславливает необходимость использования геокриологического прогноза при планировании хозяйственной деятельности и планировании адаптационных мероприятий.

Отсутствие указанных методик не позволяет в процессе планирования перевозок осуществлять оценки рисков потери функциональности транспортных путей и технологий в процессе планирования перевозок, что ставит под угрозу эффективное, безаварийное, технологически и экологически безопасное функционирование транспортных процессов, может привести к снижению транспортной доступности, росту затрат на доставку грузов северного завоза, расположенных на этих территориях.

2. Основной текст

Эффективность выполнения плана доставки груза надо рассматривать в рамках мультимодальной транспортно-технологической системы не на ограниченный срок, а на весь год, обеспечивая транспортную мобильность в условиях Арктики. Планирование объемов доставки грузов первой необходимости, завозимых в летний и зимний периоды предусматривает оценку максимальной пропускной способности существующих элементов мультимодальной транспортной сети. На основе современных научных подходов разработана макромодель фрагмента транспортной сети Арктической зоны России, включающая участки временных транспортных путей. Методика оценки пропускной способности региональной транспортной сети разработана с использованием теоремы Форда-Фалкерсона, которая использует понятие остаточной пропускной способности дуги. Пропускная способность каждого участка транспортной сети должна быть оценена:

- a) с учетом периода продолжительности действия каждого участка;
- b) с учетом несущей способности, зависящей от допустимой нагрузки на ось транспортных средств, проезжающих по участку.

Временные участки транспортной сети, состояние которых необходимо прогнозировать, для зимнего сезона эксплуатации включают:

- зимники, прокладываемые по руслам замерзших рек;
- зимники, прокладываемые по территории вечной мерзлоты.

Для летнего сезона необходимо прогнозировать периоды навигации на участках северных рек, которые используются как временные транспортные пути в транспортной сети в летний период навигации.

Рассмотрены методы прогнозирования зимников, прокладываемых по руслам замерзших рек, методы прогнозирования периодов навигации на участках северных

рек, а также подходы к прогнозированию состояния временных участков дорожной сети, проходящих в зоне вечной мерзлоты.

Важность данной тематики объясняется тем, что в последнее десятилетие отмечается ускорение процессов деформации постоянных и временных автомобильных дорог в зоне вечной мерзлоты. Это свидетельствует об изменении состояния многолетнемёрзлых и сезонномерзлых грунтов, что требует анализа протекающих процессов на базе мониторинга их состояния в сочетании с расчетными методами.

Обсуждается необходимость организации мониторинга многолетнемёрзлых грунтов в пределах прохождения трасс автодорог. Необходимость организации мониторинга обосновывается опытом строительства и эксплуатации автомобильных дорог и искусственных сооружений на них в условиях распространения многолетнемёрзлых грунтов, который показывает, что развитие инженерно-геокриологических процессов в полосе отвода автодороги, а также в непосредственной близости от неё, может явиться причиной деформаций земляного полотна и недопустимого транспортно-эксплуатационного состояния автодороги. Основными деформациями земляного полотна являются: неконтролируемые просадки и неравномерные осадки оттаивания, расползание насыпи земляного полотна, оползание обочин и откосов, разрушение откосов под влиянием термоэрозии.

Для недопущения указанных явлений или минимизации их влияния, должны выполняться защитные и/или компенсационные мероприятия, обоснованные результатами специальных исследований. Для обоснования мероприятий необходима научная оценка состояния автомобильной дороги и дорожных сооружений включая специальные мониторинговые стационарные посты и использование методов дистанционного наблюдения.

3. Заключение

Необходимой базой реализации задач для развития транспортной системы Арктики и вхождения в цифровую экономику является повышение эффективности системы планирования и прогнозирования в условиях нестабильной транспортной сети и резких изменений метеорологической обстановки. В этих условиях насущной необходимостью является развитие новых научных подходов к разработке методов планирования доставки грузов северного завоза, основанных на оценке пропускной способности региональной транспортной сети, которая существенно зависит от сезона эксплуатации и климатических изменений. Данные методы планирования должны использовать алгоритмы математического моделирования, формирующие прогнозы изменения состояния и функционирования отдельных временных участков региональных транспортных сетей. Указанные мероприятия позволят обеспечить предоставление государственным и коммерческим структурам достоверные прогнозные данные для планирования и последующего контроля выполнения графиков доставки грузов конечному потребителю в районы Севера России и Арктики.

Список литературы

1. Алексеев Ю.П., Алисов А.Н. Российский север: стратегическое качество управления. М.: ООО «Тайдекс Ко», 2004. 320 с.
2. Беляев В.М. Транспортировка в цепях поставок: учебное пособие. М.: ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2011. 156 с.
3. Бенсон Д., Уайтхед Дж. Транспорт и доставка грузов. М.: Транспорт, 1990, 280 с.

4. Валеев В.А. Совершенствование завоза грузов в Арктические районы Северо-востока России речным транспортом: дисс. ... канд. техн. наук. Новосибирск, 2003. 132 с.
5. Горев А.Э., Штерн Л.О. Технология, организация и управление грузовыми автомобильными перевозками. СПбГАСУ, 1999. 288 с.
6. Грязнов М.В. Обеспечение надежности функционирования транспортных систем доставки автомобильным транспортом (на примере уральского региона): дисс. ... док. техн. наук. М., 2014. 289 с.
7. Кожин А.П., Мезенцев В.Н. Математические методы в планировании и управлении грузовыми автомобильными перевозками. М.: Транспорт, 1994. 304 с.
8. Курганов В.М. Управление автомобильными перевозками на основе ситуационного подхода : дис. д-ра техн. наук : 05.22.08. М., 2004. 436 с.
9. Ларин О.Н. Методология организации и функционирования транспортных систем. Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. 205 с.
10. Лебедев Е.А. Повышение эффективности эксплуатации грузового транспорта на основе реструктуризации транспортно-логистических систем. Дисс... докт техн. наук: 05.22.10, Орел, 2012. 318 с.
11. Интегрированная логистика накопительно-распределительных комплексов (склады, транспортные узлы, терминалы): Учебник для транспортных вузов / Под общ. ред. Л.Б. Миротина. М.: Экзамен, 2003. 448 с.
12. Мостовой И.Ф. Совершенствования системы завоза грузов в районы Крайнего Севера: Дис. ... докт. техн. наук. Н. Новгород, 1992. 435 с.
13. Рассоха В.И. Повышение эффективности эксплуатации автомобильного транспорта на основе разработанных научно-технических, технологических и управленческих решений: дисс. ... д-ра техн. наук. Оренбург, 2010. 289 с.
14. Prihodko V., Vlasov V., Tatashev A., Filippova N. Influence of Climatic Factors on the Implementation of Intelligent Transport System Technologies in the Regions of the Far North and the Arctic // Transportation Research Procedia. Sep. International Conference of Arctic Transport Accessibility: Networks and Systems. 2021. P. 495-501.