

В. Е. Нутович, Т. В. Тулина

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ ЛОГИСТИЧЕСКОГО НАВИГАТОРА В ЧАСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСЛОВИЙ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ ТРАНСПОРТА

Аннотация. Приводится описание моделей определения условий перевозки для различных видов груза на железнодорожном, автомобильном, авиационном и морском видах транспорта. Для построения моделей были изучены нормативные акты и справочники, регламентирующие процесс грузоперевозки, принципы классификации грузов для авиационного, морского, железнодорожного и автомобильного видов транспорта. На основании классификации были рассмотрены условия перевозки для каждого определенного типа грузов на соответствующем виде транспорта. На основании проведенного анализа была построена общая модель определения условий перевозки грузов для всех видов транспорта, а также определена концептуальная модель данных, определяющая связи между основными объектами перевозки, необходимыми для определения условий. Приведенные модели используются в основе алгоритмов нового спроектированного авторами ИТ-инструмента – логистического навигатора, предназначенного для получения оптимального логистического маршрута грузоперевозки с применением различных видов транспорта.

Ключевые слова: логистический навигатор, условия перевозки грузов, модели определения условий.

Для цитирования: Нутович, В. Е. Алгоритмическое обеспечение и концептуальные модели логистического навигатора в части определения условий перевозок грузов различными видами транспорта / В. Е. Нутович, Т. В. Тулина // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 1. – С. 86–93. – DOI 10.46973/0201-727X_2025_1_86.

Введение

В настоящее время планирование грузоперевозки является трудоемкой и затратной по времени задачей, как для грузоотправителя, так и для экспедиторов. Для ее решения необходимо проанализировать характеристики груза, составить маршрут и выбрать виды транспорта, перевозчиков, с учетом ограничений, накладываемых этими характеристиками.

В целях решения данной проблемы авторами предложено создание нового инструмента – логистического навигатора, основной задачей которого является поиск оптимального маршрута при наличии информации о грузе, пунктах отправления и назначения, критериях оптимизации – времени или стоимости.

Методы и модели для построения алгоритма логистического навигатора, частный алгоритм определения условий перевозки груза и ограничений маршрута на железнодорожном транспорте, а также общий верхнеуровневый алгоритм работы логистического навигатора рассмотрены в [1–3].

Основная часть

Настоящая статья посвящена детализации общего алгоритма работы логистического навигатора в части анализа условий перевозок различных видов груза для железнодорожного, автомобильного, морского и авиационного видов транспорта.

Из нормативно-правовых актов, определяющих условия перевозки и способы классификации грузов на различных видах транспорта, видно, что для каждого вида транспорта существует своя определенная классификация грузов, устанавливаемая в зависимости от специфики транспортного средства и груза (рис. 1) [4–11].

Железнодорожный транспорт	Автомобильный транспорт	Морской транспорт	Авиационный транспорт
<p>–Обычные грузы:</p> <p>–сухогрузы (насыпные, навалочные, тарноштучные),</p> <p>–наливные (сжиженные газы, химические продукты, нефть и нефтепродукты, пищевые продукты),</p> <p>–живность (животные, рыбы и раки, пчелы, птицы);</p> <p>–Грузы, требующие особых условий перевозки:</p> <p>–опасные,</p> <p>– негабаритные и тяжеловесные,</p> <p>–скоропортящиеся,</p> <p>–смерзающиеся,</p> <p>–грузы на особых условиях.</p>	<p>–Обычные грузы:</p> <p>–твердые - навалочные (кусковые, сыпучие и липкие, порошкообразные и пылевидные),</p> <p>–штучные (тарноштучные, пакетированные, контейнерные, строительные, лесные, промышленные),</p> <p>–жидкие – наливные (пищевые продукты, полужидкие и густеющие);</p> <p>–специфические грузы:</p> <p>–опасные,</p> <p>–скоропортящиеся,</p> <p>–сверхнормативные,</p> <p>–живность.</p>	<p>–Массовые грузы:</p> <p>–наливные,</p> <p>–навалочные,</p> <p>–насыпные,</p> <p>–лесные;</p> <p>–общие (генеральные):</p> <p>–мешковые,</p> <p>–контейнерные и пакетные,</p> <p>–штучные и прочие в таре,</p> <p>–металлы и металлические изделия,</p> <p>–тяжеловесные и габаритные;</p> <p>–особорежимные:</p> <p>–опасные,</p> <p>–скоропортящиеся,</p> <p>–живой скот и сырые животные продукты.</p>	<p>–Легковесные;</p> <p>–тяжеловесные и габаритные;</p> <p>–грузы с сопровождением;</p> <p>–трансферные;</p> <p>–скоропортящиеся;</p> <p>–опасные;</p> <p>–ценные;</p> <p>–жидкости и мокрый груз;</p> <p>–живой груз.</p>

Рис. 1. Рассмотренные виды грузов

Для каждого вида транспорта классификация отличается, так, например, для автомобильного транспорта классификация является более расширенной, чем для железнодорожного транспорта, так как делит грузы не только по способу приспособленности к погрузке-выгрузке (насыпь, налив, тарноштучные), но и добавляет деление по физико-механическим свойствам (кусковые, сыпучие и липкие, порошкообразные и пылевидные) и по отраслям производства (строительные, лесные, промышленные). Классификация на авиационном транспорте учитывает массовые характеристики, а классификация морского транспорта более ориентирована на способ погрузки-выгрузки.

Используя заданные классификации, правила перевозок грузов на соответствующих видах транспорта, было проведено исследование, включающее следующие этапы:

– для каждой из выделенных групп грузов последнего уровня классификации на каждом виде транспорта, были рассмотрены условия перевозок на примере грузов-представителей и составлены частные алгоритмы;

– по причине наличия схожих операций в частных алгоритмах был осуществлен переход к общему алгоритму определения условий перевозки груза для каждого из видов транспорта;

– по причине наличия схожих операций в общих алгоритмах для каждого из рассматриваемых видов транспорта, был осуществлен переход к единому алгоритму для всех видов транспорта (рис. 2).

Для всех доступных сформированных маршрутов логистический навигатор будет исключать из рассмотрения такие маршруты, которые не будут соответствовать условиям перевозки груза.

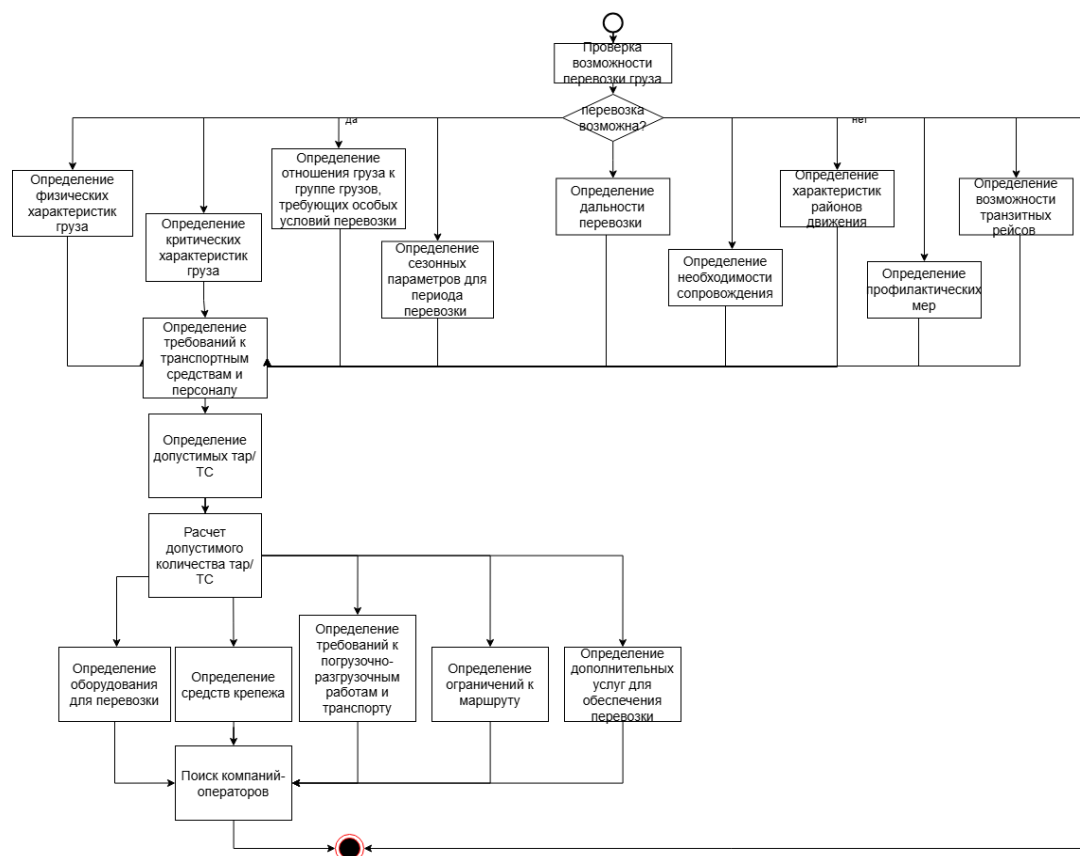


Рис. 2. Общий алгоритм определения условий перевозок груза и ограничений, накладываемых на маршрут для всех видов транспорта

Рассмотрим более подробно содержание каждой из выделенных операций [12–14].

На первом шаге логистический навигатор осуществляет *проверку возможности перевозки груза* по следующим аспектам: возможность перевозки груза заданным видом транспорта; возможность приема груза в пункте отправления предполагаемого маршрута (например, для некоторых грузов невозможен прием на подкарантинных территориях); возможность перевозки груза в заданной таре (упаковке), пакете; возможность перевозки груза заданных размеров и массы.

На следующем этапе определяются *физические характеристики груза*: обладает ли груз специфическими свойствами, влияющими на выбор оборудования, типа транспортного средства (контейнера), необходимости сопровождения, применения дополнительных мер защиты. Примерами свойств выступает сыпучесть, распыляемость, вязкость и хрупкость, абразивность, пожароопасность, взрывоопасность и т.д.

Определение критических характеристик груза предполагает выявление с использованием внутренних классификаторов предельных значений характеристик груза, позволяющих обеспечить безопасность транспортировки и сохранность груза. Например, для перевозки пищевых продуктов определяется критическая температура, для опасных грузов – критическое значение давления и температуры. Также определяется допустимый срок транспортировки для пищевых продуктов (как скоропортящихся, так и нескоропортящихся), сроки транспортировки животных, периодичность их кормления, для хрупких грузов может быть определена предельная скорость перевозки на выбранном типе транспорта и т.д.

Определение отношения груза к группе грузов, требующих особых условий перевозки, предполагает определение с использованием данных ЕТСНГ, а также внутренних классификаторов – относится ли данный груз к грузам, требующим особых условий перевозки (для морского транспорта – к особорежимным грузам). Кроме явных проверок отношения груза к заданным группам, в рамках данной операции дополнительно определяется, возможна ли перевозка опасного груза как неопасного.

Определение сезонных параметров для периода перевозки включает определение показателей температуры, влажности, ветра и т.д. Погодные показатели нужны для определения уровня заполнения цистерн (например, на железнодорожном транспорте) для последующего определения их количества, определения маршрута перевозки (например, на морском транспорте).

Определение дальности перевозки используется для железнодорожного и автомобильного транспорта, выявляет к какому виду дальности относится заданная перевозка – к ближним, средним или дальним расстояниям.

Определение необходимости сопровождения включает определение необходимости в сопровождении и норму сопровождающих, требования к профессиональной подготовке сопровождающих в зависимости от специфики груза, отношения к группе грузов, требующих особых условий перевозки. Дополнительно для автомобильного вида транспорта определяется необходимость сопровождения автомобилем прикрытия и (или) тягачом или патрульным автомобилем ГИБДД МВД России для негабаритных грузов, что требует дополнительных услуг согласования. Стоит отметить, что необходимость сопровождения накладывает ограничения на обеспечение мест для сопровождающих.

Определение характеристик районов движения предполагает для железнодорожного вида транспорта определение характеристик станций и железных дорог, для автомобильного – характеристик дорог, мостов, туннелей, для морского – районов плавания, а для авиационного – воздушных зон предлагаемого маршрута.

Определение профилактических мер предполагает определение необходимости проведения профилактических мер в зависимости от специфики груза, сезона, их вид и периодичность, и, как следствие, включение мест проведения профилактических мероприятий в маршрут перевозки при необходимости.

Определение возможности транзитных рейсов используется только для авиационного транспорта и зависит от специфики груза и возможностей транспортных операторов.

Определение требований к транспортному средству и персоналу предполагает учет наличия соответствующих разрешений и лицензий для перевозки грузов, наличие персонала с соответствующей квалификацией, а также учет ограничений, предъявляемых к конструкции тары или транспортного средства (например, в случае перевозки нефти на железнодорожном транспорте цистерны не должны иметь нижнего слива). Дополнительно необходима проверка логистическим навигатором сроков межремонтных нормативов, даты вывода транспортного средства из эксплуатации, так как данные сроки накладывают ограничения на возможность перевозки груза.

Определение допустимых тар/транспортных средств предполагает, что логистический навигатор определяет допустимые типы транспортных средств в соответствии с ограничениями конструкции, определенными в предыдущем пункте, типами контейнеров, а также требованиями к обеспечению места для сопровождающего.

Расчет допустимого количества тар/транспортных средств включает в себя следующие задачи: учет ограничений по грузоподъемности транспортного средства и допустимому объему перевозки (для наливных грузов), по количеству грузовых мест, максимальной нагрузке на пол и числу ярусов (для штучных грузов), количеству голов на единицу площади (для живых грузов), учет зазоров между грузом и транспортным средством.

Дополнительно учитывается поправочный коэффициент для расчёта допустимой грузоподъемности (для автомобильного транспорта), а также дополнительная масса к основному грузу, например, в виде кормов для животных (для всех видов транспорта).

Определение оборудования для перевозки предполагает определение необходимого оборудования для обеспечения сохранности и безопасности перевозки груза в зависимости от специфики груза и определенного транспортного средства – например, датчики для ценного груза или рефрижераторная установка для скоропортящихся грузов. Дополнительно нужно определить необходимость установки резервного оборудования и их количества по норме.

Определение средств крепежа включает в себя задачи по определению вида и количества креплений на единицу груза по норме. Дополнительно для морского транспорта расчетным способом определяется необходимость в дополнительных средствах крепежа в зависимости от параметров груза и судна, способа размещения груза, района плавания и т.д.

Определение требований к погрузочно-разгрузочным работам и транспорту предполагает определение требований к местам погрузки-разгрузки груза, типа работ, требуемому оборудованию (в случае, если оборудование не является частью конструкции транспортного средства).

Определение ограничений к маршруту: предполагает определение мест для проведения погрузочно-разгрузочных работ, мест водопоя и кормления (для живого груза), пунктов проведения профилактических работ, учет параметров инфраструктуры (например, для автомобильного транспорта параметры дорог должны быть допустимы для требуемой высоты груза, массы, скорости перевозки и т.д., для морского транспорта – возможность перевозки груза по габаритным и весовым параметрам для

выбранных вод, для авиационного транспорта – привязка необходимого типа воздушного судна к данному направлению).

Определение дополнительных услуг для обеспечения перевозки включает в себя дополнительные услуги для организации перевозки, например, маркировка грузовых мест, обеспечение соответствующих знаков безопасности, согласование маршрутов и прочее.

Поиск компаний-операторов предполагает получение списка операторов подвижного состава в соответствии с заданными требованиями к тарам и транспортным средствам, районам маршрута перевозки.

На основе содержания определенных операций можно выделить необходимые сущности и связи между ними, и таким образом перейти к концептуальной модели данных, представленной на рис. 3. Для сокращения числа связей модели не указаны конкретные характеристики груза, влияющие на определение того или иного условия перевозки, все характеристики объединены в блок «Характеристики груза». Основные объекты, отражающие условия перевозки, выделены зеленым цветом.

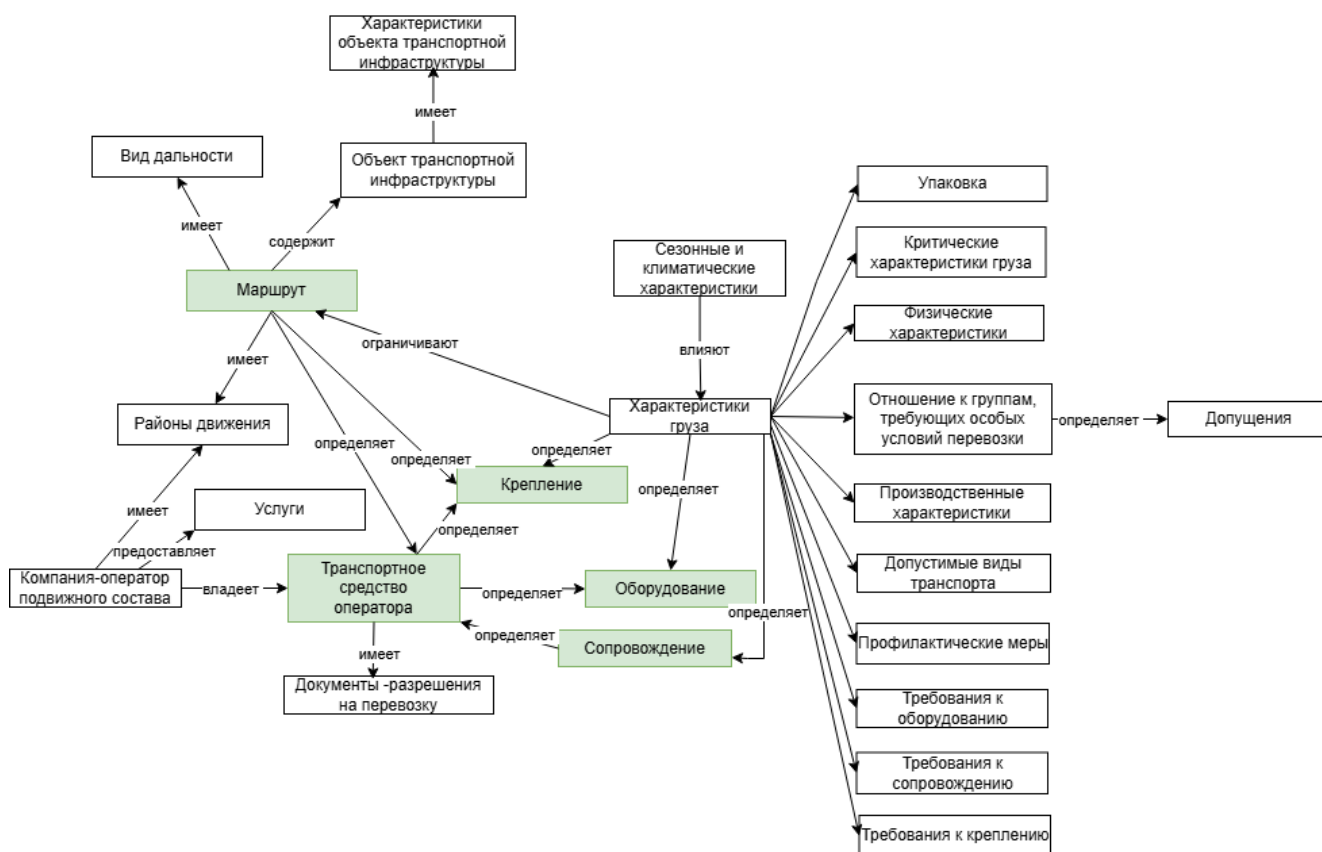


Рис. 3. Концептуальная модель данных для определения условий перевозок груза

Концептуальная модель включает, как уже определенные ранее внутренние классификаторы логистического навигатора, так и данные, необходимые к предоставлению со стороны операторов подвижного состава. Для выбора оператора подвижного состава дополнительно в его базе данных должна присутствовать информация о районах работы оператора, имеющихся транспортных средствах оператора, а также составе оказываемых услуг и рейскуранте.

Выводы

Таким образом, реализация данного ИТ-решения позволит снизить трудоемкость задач по определению условий перевозки груза, ограничений, накладываемых на маршрут, и, как следствие, поиск компаний-операторов подвижного состава. Использование логистического навигатора позволит грузоотправителю оценить возможности перевозок в соответствии с предъявленными требованиями без участия экспедитора, а экспедиторам позволит быстрее переходить к заключению договоров, исключив траты времени на ручные операции, и, как следствие, повысит производительность работы.

Список литературы

1 **Нутович, В. Е.** Методы и модели для построения логистического навигатора грузовой перевозки / В. Е. Нутович, Т. В. Тулина // Логистика и управление цепями поставок. – 2023. – Т. 20, № 3 (108). – С. 4–12. – ISSN 2587-6775.

2 **Нутович, В. Е.** Автоматизация формирования и мониторинга логистической цепи поставки груза / В. Е. Нутович, Т. В. Тулина // Цифровая трансформация транспорта : проблемы и перспективы : материалы III Международной научно-практической конференции, Москва, 27 сентября 2023 года. – Москва : Российский университет транспорта, 2023. – С. 13–21.

3 **Нутович, В. Е.** Проектирование общего алгоритма работы логистического навигатора / В. Е. Нутович, Т. В. Тулина // Интеллектуальные транспортные системы : Материалы III Международной научно-практической конференции, Москва, 30 мая 2024 года. – Москва : Российский университет транспорта (МИИТ), 2024. – С. 301–304.

4 Приказ Минтранса РФ от 21 апреля 2003 года N ВР-1/п. Об утверждении Правил безопасности морской перевозки грузов // Гарант : официальный сайт. – URL: <https://base.garant.ru/186057/> (дата обращения: 20.11.2024).

5 Приказ МПС РФ от 5 апреля 1999 г. N 20Ц. Об утверждении Правил перевозок смерзающихся грузов на железнодорожном транспорте // Гарант : официальный сайт. – URL: <https://base.garant.ru/180439/> (дата обращения: 20.11.2024).

6 Приказ Министерства транспорта РФ от 4 марта 2019 г. N 66. Об утверждении Правил перевозок железнодорожным транспортом скоропортящихся грузов // Гарант : официальный сайт. – URL: <https://base.garant.ru/72265752/> (дата обращения: 20.11.2024).

7 Приказ Минтранса России от 19.10.2020 N 427. Об утверждении Правил перевозок железнодорожным транспортом животных // КонсультантПлюс : официальный сайт. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_377044/ (дата обращения: 20.11.2024).

8 Приказ Минтранса РФ от 28 июня 2007 г. N 82. Об утверждении Федеральных авиационных правил «Общие правила воздушных перевозок пассажиров, багажа, грузов и требования к обслуживанию пассажиров, грузоотправителей, грузополучателей» // КонсультантПлюс : официальный сайт. – URL: <https://base.garant.ru/191872/> (дата обращения: 20.11.2024).

References

1 **Nutovich, V. E.** Methods and models for constructing a logistics navigator for cargo transportation / V. E. Nutovich, T. V. Tulina // Logistics and supply chain management. – 2023. – Vol. 20, No. 3 (108). – P. 4–12. – ISSN 2587-6775.

2 **Nutovich, V. E.** Automation of formation and monitoring of the logistics chain for cargo delivery / V. E. Nutovich, T. V. Tulina // Digital transformation of transport: problems and prospects : Materials of the III International scientific and practical conference, Moscow, September 27, 2023. – Moscow : Russian University of Transport, 2023. – P. 13–21.

3 **Nutovich, V. E.** Designing a general algorithm for the operation of a logistics navigator / V. E. Nutovich, T. V. Tulina // Intelligent transport systems : Proceedings of the III International scientific and practical Conference, Moscow, May 30, 2024. – Moscow : Russian University of Transport (MIIT), 2024. – P. 301–304.

4 Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation dated April 21, 2003 N ВР-1/п. On approval of the safety rules for the carriage of goods by sea // Garant : official website. – URL: <https://base.garant.ru/186057/> (date of access: 11/20/2024).

5 Order of the Ministry of Railways of the Russian Federation dated April 5, 1999 N 20C. On approval of the rules for the transportation of frozen goods by rail // Garant : official website. – URL: <https://base.garant.ru/180439/> (date of access: 11/20/2024).

6 Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation dated March 4, 2019 N 66. On approval of the rules for the transportation of perishable goods by rail // Garant : official website. – URL: <https://base.garant.ru/72265752/> (date of access: 11/20/2024).

7 Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation dated October 19, 2020 N 427. On approval of the rules for the transportation of animals by rail // ConsultantPlus : official website. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_377044/ (date of access: 11/20/2024).

8 Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation dated June 28, 2007 N 82. On approval of the Federal Aviation Rules “General rules for air transportation of passengers, baggage, cargo and requirements for servicing passengers, shippers, consignees” // ConsultantPlus : official website. – URL: <https://base.garant.ru/191872/> (date of access: 11/20/2024).

9 Правила перевозок опасных грузов по железным дорогам (утв. СЖТ СНГ, протокол от 05.04.1996 N 15) (ред. от 10.06.2024).

// КонсультантПлюс : официальный сайт. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_97657/ (дата обращения: 20.11.2024).

10 РД 31.11.21.24-96. Правила безопасности морской перевозки крупногабаритных и тяжеловесных грузов (КТГ)" (утв. Приказом Росморфлота от 29.11.1996 N 44) // КонсультантПлюс : официальный сайт. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_106443 (дата обращения: 20.11.2024).

11 Приказ Минморфлота СССР от 03.05.1989 N 56 (ред. от 03.04.1991, с изм. от 01.01.2000) «О введении в действие Правил морской перевозки опасных грузов» // КонсультантПлюс: официальный сайт. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_96126/ (дата обращения: 20.11.2024).

12 **Куликов, Ю. И.** Грузоведение на автомобильном транспорте : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Ю. И. Куликов. – Москва : Академия, 2008. – 208 с. – ISBN 978-5-7695-5674-6.

13 **Перепон, В. П.** Организация перевозок грузов : учебник для техникумов и колледжей ж.д.-трансп. / В. П. Перепон. – Москва : Маршрут, 2003. – 614 с. – ISBN 5-89035-110-9.

14 **Козырев, В. К.** Грузоведение : учебник для вузов / В. К. Козырев. – Москва : РКонсульт, 2005. – 360 с. – ISBN 5-94976-057-3.

9 Rules for the transportation of dangerous goods by rail (approved by Council on Railway Transport of the CIS, protocol dated 05.04.1996 N 15) (as amended on 10.06.2024) // ConsultantPlus : official website. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_97657/ (date of access: 11/20/2024).

10 RD 31.11.21.24-96. Safety rules for the maritime transportation of bulky and heavy cargo (KTG)" (approved by Order of Rosmorflot dated November 29, 1996 N 44) // ConsultantPlus : official website. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_106443 (date of access: 11/20/2024).

11 Order of the USSR Ministry of Maritime Fleet dated 03.05.1989 N 56 (as amended on 03.04.1991, as amended on 01.01.2000) "On the implementation of the rules for the maritime transportation of dangerous goods" // ConsultantPlus: official website. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_96126/ (date of access: 11/20/2024).

12 **Kulikov, Yu. I.** Cargo Science in Automobile Transport : a textbook for students of higher educational institutions / Yu. I. Kulikov. – Moscow : Academy, 2008. – 208 p. – ISBN 978-5-7695-5674-6.

13 **Perepon, V.P.** Organization of cargo transportation : a textbook for technical schools and colleges of railway transport / V. P. Perepon. – Moscow : Marshrut, 2003. – 614 p. – ISBN 5-89035-110-9.

14 **Kozyrev, V. K.** Cargo science : textbook for universities / V. K. Kozyrev. – Moscow : RConsult, 2005. – 360 p. – ISBN 5-94976-057-3.

V. E. Nutovich, T. V. Tulina

ALGORITHMIC SUPPORT AND CONCEPTUAL MODELS OF THE LOGISTICS NAVIGATOR IN TERMS OF DETERMINING THE CONDITIONS OF CARGO TRANSPORTATION BY VARIOUS MODES OF TRANSPORT

Abstract. This article describes the models for determining the conditions of transportation for various types of cargo by rail, road, air and sea transport. To build the models, the regulatory acts and reference books governing the process of cargo transportation, the principles of cargo classification for air, sea, rail and road transport were studied. Based on the classification, the conditions of transportation for each specific type of cargo by the corresponding type of transport were considered. Based on the analysis, a general model for determining the conditions of cargo transportation for all modes of transport was built, and a conceptual data model was defined that determines the relationships between the main objects of transportation necessary to determine the conditions. The presented models are used as the basis of algorithms of the new IT tool designed by the authors – the logistics navigator, intended for obtaining an optimal logistics route for cargo transportation using various types of transport.

Keywords: logistics navigator, cargo transportation conditions, models for determining conditions.

For citation: Nutovich, V. E. Algorithmic support and conceptual models of the logistics navigator in terms of determining the conditions for transporting cargo by various modes of transport / V. E. Nutovich, T. V. Tulina // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2025. – No. 1. – P. 86–93. – DOI 10.46973/0201–727X_2025_1_86.

Сведения об авторах

Нутович Вероника Евгеньевна

Российский университет транспорта (МИИТ),
кафедра «Цифровые технологии управления транспортными процессами»,
кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой,
начальник научно-образовательного центра «Интеллектуальные транспортные системы и технологии»,
e-mail: NutovichVE@edu.rut-miit.ru

Тулина Татьяна Владимировна

Российский университет транспорта (МИИТ),
кафедра «Цифровые технологии управления транспортными процессами»,
аспирант,
e-mail: 791493@edu.rut-miit.ru

Information about the authors

Nutovich Veronika Evgenievna

Russian University of Transport (MIIT),
Chair “Digital Technologies for Transport Process Management”,
Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor, Head of the Chair,
Head of the Scientific and Educational Center “Intelligent Transport Systems and Technologies”,
e-mail: NutovichVE@edu.rut-miit.ru

Tulina Tatyana Vladimirovna

Russian University of Transport (MIIT),
Chair “Digital Technologies for Transport Process Management”,
Postgraduate Student,
e-mail: 791493@edu.rut-miit.ru