

# ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ДЕРЕВА РЕШЕНИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПАРКА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ГРУЗОВ

В статье предложено использование метода «дерево решений» в процессе организации перевозок скоропортящихся грузов наземным транспортом. Дана оценка технологического потенциала разных видов изотермических транспортных средств. Обоснована и аргументирована последовательность шагов в процессе выбора состава парка изотермических транспортных средств в формате метода «дерево решений».

*Ключевые слова:* скоропортящийся груз, рефрижераторные перевозки, дерево решений, рефрижераторные контейнеры

EDN: AFXEGU



**В.В. Багинова**



**Д.В. Ушаков**

**Н**аземные перевозки скоропортящихся грузов могут осуществляться как железнодорожным, так и автомобильным транспортом. Причем, как в составе парка изотермических железнодорожных транспортных средств, так и в составе изотермических автотранспортных средств присутствуют транспортные средства со встроенной рефрижераторной установкой, так и без нее. На железнодорожном транспорте к транспортным средствам со встроенной рефрижераторной установкой относятся вагоны рефрижераторных секций и рефрижераторные контейнеры, к транспортным средствам без встроенной рефрижераторной установки относятся вагоны-термосы и контейнеры-термосы. На автомобильном транспорте к транспортным средствам со встроенной рефрижераторной установкой относятся автофургоны-рефрижераторы,

к транспортным средствам без встроенной рефрижераторной установки относятся автофургоны-термосы. Безусловно, техническая эксплуатация транспортных средств со встроенной рефрижераторной установкой при высоком уровне качества гораздо дороже, чем техническая эксплуатация транспортных средств без встроенной рефрижераторной установки, поэтому на малые и средние расстояния для доставки скоропортящихся грузов целесообразно использовать изотермические транспортные средства без встроенной рефрижераторной установки [1].

С учетом вышесказанного, процесс выбора вида изотермического транспортного средства при транспортировке скоропортящегося груза от места загрузки до места выгрузки можно представить как функцию в следующем виде:

**Багинова Вера Владимировна**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Логистика и управление транспортными системами» Института управления и цифровых технологий Российского университета транспорта (ИУЦТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: логистика и управление транспортными системами. Автор 220 научных работ, в том числе 18 монографий и 40 учебных пособий и учебников.

**Ушаков Дмитрий Васильевич**, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Логистика и управление транспортными системами» Института управления и цифровых технологий Российского университета транспорта (ИУЦТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: логистика, организация и управление транспортными процессами. Автор 51 научной работы, в том числе одной монографии и трех учебных пособий.

$$F_r = (C, T, S), \quad (1)$$

где  $C$  — требуемая температура груза при транспортировке;  $T$  — предельный срок доставки;  $S$  — период года или сезон транспортировки.

Требуемая температура груза при транспортировке  $C$  является определяющим фактором обеспечения качества перевозимого груза. Помимо требуемой температуры груза на качество отдельных перевозимых грузов в процессе транспортировки могут влиять также влажность и кратность воздухообмена в грузовом помещении изотермического транспортного средства.

Предельный срок доставки  $T$  тесно взаимосвязан со сроком годности скоропортящихся грузов. Компании-грузополучатели скоропортящихся грузов в регионе сбыта должны учитывать продолжительность жизненного цикла скоропортящегося продукта таким образом, чтобы по прибытии скоропортящегося товара в регион назначения было достаточно времени для сбыта поставляемого товара. Недопустима ситуация, когда скоропортящийся товар может быть доставлен в регион сбыта с соблюдением предельного срока доставки, однако до окончания срока годности остается несколько дней.

Период года (или сезон) транспортировки  $S$  позволяет логистическому оператору на рынке перевозок скоропортящихся грузов подобрать оптимальный вид изотермического транспортного средства для транспортировки конкретного груза. Так, например, в зимний период, при средней температуре окружающего воздуха от  $-15$  до  $-25^\circ\text{C}$  в районах Урала и Сибири, наиболее приемлемыми видами изотермических транспортных средств для перевозки мороженой рыбы из Владивостока в Новосибирск и Екатеринбург по железной дороге могут быть вагон-термос и термос-контейнер. Вместе с тем, в условиях проявлений в последние годы по всей территории Российской Федерации случаев погодных аномалий, следует особо тщательно осуществлять отбор изотермических транспортных средств для перевозки конкретных грузов в переходные периоды, т.е. весной и осенью. Безусловно, наиболее существенное влияние на качество перевозимого груза при перевозках скоропортящихся грузов погодный фактор оказывает на дальние расстояния при пересечении нескольких регионов с различными климатическими условиями.

Поскольку, как правило, логистический оператор осуществляет перевозку одновременно нескольких видов скоропортящихся грузов, процесс выбора транспортных средств для формируемого парка должен основываться на специфике условий перевозок всех грузов, предлагаемых к перевозке.

На рис. 1 представлена типичная ситуация в декабре на примере планирования парка изотермических транспортных средств, ориентированных на доставку из Владивостока в Москву двух скоропортящихся продуктов: мороженой рыбы и фруктов. Логистический оператор должен оценить для каждой отправки мороженой рыбы или фруктов срок доставки до грузополучателя и определить для этой партии соответствующий вид подвижного состава.

Вместе с тем, состав парка должен быть сформирован таким образом, чтобы он максимально удовлетворял требованиям не только к условиям доставки скоропортящихся грузов из Владивостока в Москву, но и для перевозки скоропортящихся грузов в обратном направлении. На рис. 1 — это мороженое мясо, мороженые полуфабрикаты, молочная продукция, фрукты, овощи, напитки и соки — грузы, которые обычно перевозятся в декабре из Москвы на восток [2; 3].

Логистическому оператору следует учитывать следующие факторы при анализе состава изотермического парка транспортных средств для его загрузки в обратном направлении:

- необходимость ветеринарно-санитарной обработки грузового отделения изотермического транспортного средства после перевозки некоторых видов грузов (в т.ч. мороженой рыбы, мороженого мяса);
- срок доставки отдельных партий отправляемых скоропортящихся грузов в обратном направлении;
- наличие интермодальной составляющей в схеме доставки скоропортящихся грузов, следующих в обратном направлении.

Под интермодальной составляющей в контексте данной статьи подразумевается использование нескольких видов транспорта в процессе доставки скоропортящегося груза от грузоотправителя в Москве до грузополучателя на Дальнем Востоке, включая остров Сахалин и Камчатку. Так, например, устойчивым грузопотоком скоропортящегося груза с использованием интермодальной составляющей можно считать доставку йогуртов по маршруту Москва — Владивосток — Петропавловск-Камчатский, включающую автомобильный, железнодорожный и морской транспорт. Безусловно, для транспортных схем такого рода целесообразно использовать рефрижераторные контейнеры [4–6].

Тогда, с учетом факторов загрузки в обратном направлении, формулу (1) можно дополнить следующим образом

$$F_r = (C, T, S, R), \quad (2)$$

где  $R$  — совокупность факторов влияния на выбор изотермических транспортных средств, касающихся загрузки в обратном направлении.

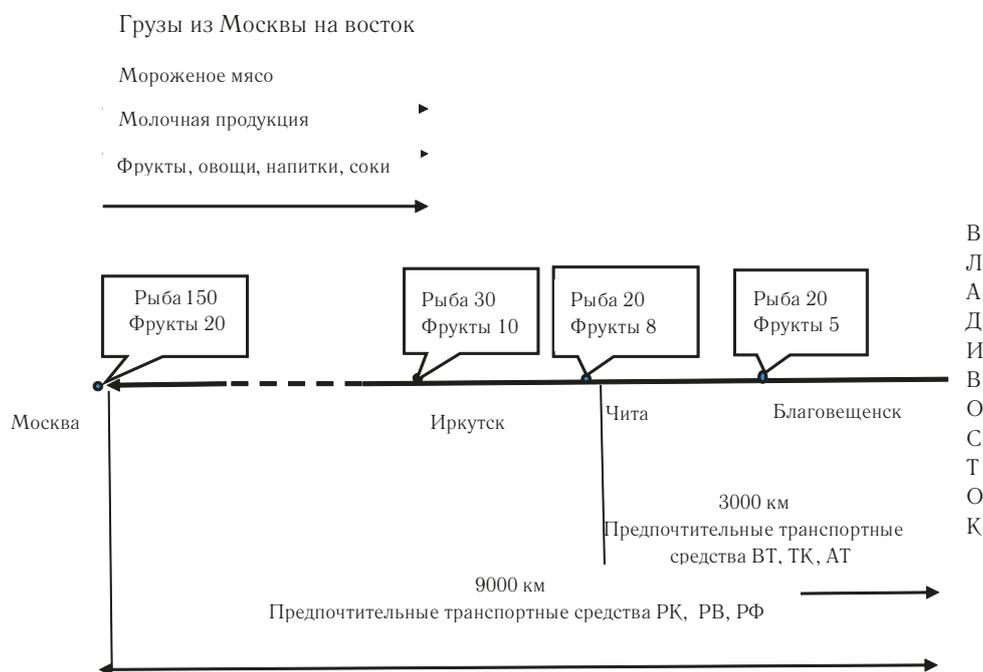


Рис. 1. Средние объемы перевозок в декабре мороженой рыбы и фруктов (в тыс. тонн) из Владивостока в некоторые города на Транссибирской железнодорожной магистрали и предпочтительные транспортные средства для перевозки на различные расстояния: РК – рефрижераторный контейнер; РВ – вагон рефрижераторной секции; РФ – рефрижераторный автофургон; ВТ – вагон-термос; ТК – термос-контейнер; АТ – автофургон-термос

$R$ , в свою очередь, можно представить как:

$$R=(V_r, T_r, I_r), \quad (3)$$

где  $V_r$  – необходимость ветеринарно-санитарной обработки грузового отделения изотермического транспортного средства после перевозки некоторых видов грузов;

$T_r$  – срок доставки отдельных партий скоропортящихся грузов, отправляемых в обратном направлении;

$I_r$  – наличие интермодальной составляющей в схеме доставки скоропортящихся грузов, следующих в обратном направлении [7–9].

Анализируя вышеизложенное, можно сделать вывод, что специфика задачи формирования парка транспортных средств для перевозки скоропортящихся грузов обусловлена рядом факторов, которые требуют учета и оценки при многошаговой процедуре выбора изотермических транспортных средства.

Уместным и целесообразным способом решения поставленной задачи в данной ситуации представляется использование метода «дерева решений».

Метод «дерево решений» применяется в условиях наличия нескольких альтернативных вариантов разви-

тия событий и многокомпонентной структуры управленческого процесса выработки решения. Процесс выбора состава парка изотермических транспортных средств для перевозки скоропортящейся продукции предполагает несколько последовательных этапов, каждый из которых характеризуется возможностью выбора минимум двух вариантов. Действительно, для принятия окончательного решения необходимо последовательно осуществить анализ факторов, определяющих вид изотермического подвижного состава для перевозки скоропортящейся продукции и выбрать соответствующий вариант: срок доставки скоропортящегося груза – расстояние доставки скоропортящегося груза – транспортное средство с встроенной рефрижераторной установкой или без нее – автомобильный или железнодорожный транспорт – тип транспорта – модель рефрижераторной установки (для рефрижераторных контейнеров). Представляется что, последовательной процесс «от общего к частному» или дедуктивный метод декомпозиции, используемый при применении метода «дерева решений» наиболее приемлем для определения состава парка наземных изотермических транспортных средств для перевозки скоропортящейся продукции.

На рис. 2 представлено дерево решений, предназначенное для формирования парка изотермических транспортных средств для перевозки нескольких скоропортящихся грузов с различными требуемыми условиями для перевозки. На начальном этапе формирования парка изотермических транспортных средств представляется целесообразным все скоропортящиеся грузы, предлагаемые к перевозке, разбить на две группы в соответствии с температурными диапазонами. Это обусловлено тем, что группы грузов со схожими требуемыми температурными режимами могут входить в одну отправку в составе, например, одного рефрижераторного сцепа или одной рефрижераторной секции.

В дальнейшем осуществляется анализ сроков доставки скоропортящихся грузов и расстояний до

пунктов доставки. Оценивается приемлемость разных видов изотермических транспортных средств для конкретного груза для конкретной перевозки. Скоропортящийся груз должен быть доставлен в пункт назначения без ущерба качеству, в соответствии с регламентированным сроком доставки с соблюдением требуемого диапазона температур. На основании результатов анализа осуществляется выбор типа изотермического транспортного средства: со встроенной рефрижераторной установкой или без нее [1].

В настоящее время, в силу различных обстоятельств, между железнодорожным и автомобильным транспортом наблюдается жесткая конкуренция по всему пути между Москвой и Владивостоком, причем даже на сверхдальние расстояния, включая перевозки по маршрутам Москва–Владивосток–Москва. Среди

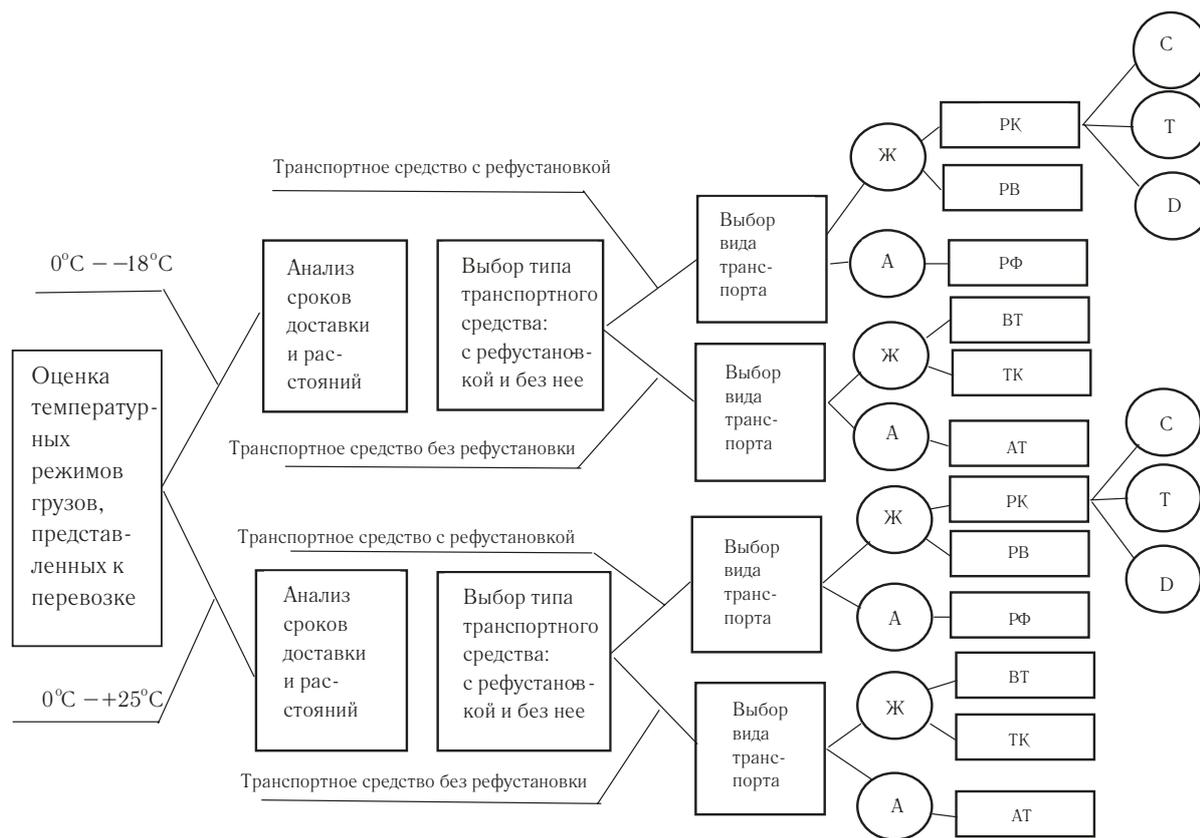


Рис. 2. Дерево решений по выбору состава парка изотермических средств для перевозки скоропортящихся грузов с различными диапазонами требуемых температурных режимов и на различные расстояния: □ – точка принятия решений; ○ – точка возникновения последствий; Ж – железнодорожный вид транспорта; А – автомобильный вид транспорта; РК – рефрижераторный контейнер; РВ – вагон рефрижераторной секции; РФ – рефрижераторный автофургон; ВТ – вагон-термос; ТК – термос-контейнер; АТ – автофургон-термос; С – рефрижераторный контейнер с установкой Carrier Transicold; Т – рефрижераторный контейнер с установкой Thermo King, D – рефрижераторный контейнер с установкой Daikin

факторов, учитываемых при выборе вида транспорта для транспортировки скоропортящихся грузов, могут быть следующие: величина партии отправки скоропортящегося груза; особенности развития инфраструктуры по обработке скоропортящихся грузов в пункте отправления и в пункте назначения; стоимость перевозимого скоропортящегося груза [10].

В случае выбора железнодорожного транспорта, преимуществ перевозки в рефрижераторных контейнерах по отношению к перевозкам в вагонах рефрижераторных секций следующие: осуществление перевозок скоропортящихся грузов по принципу «от двери до двери»; возможность интеграции в интермодальные схемы; высокая скорость обработки транспортного средства на терминалах.

На рис. 2 также отмечено, что логистический оператор может выбрать рефрижераторные контейнеры с рефрижераторными установками различных производителей: Carrier Transicold, Thermo King и Daikin. Следует отметить, что все три производителя предоставляют высококачественные рефрижераторные установки, которые могут обеспечивать температурный режим в грузовом помещении рефрижераторного контейнера от  $-20$  до  $+25^{\circ}\text{C}$ . Однако в процессе эксплуатации рефрижераторных контейнеров рефрижераторные установки различных производителей имеют свои особенности.

Основные узлы и агрегаты рефрижераторной установки Carrier Transicold в процессе многолетней эксплуатации на российских железных дорогах показали устойчивую и стабильную работу. В ассортименте рефрижераторных контейнеров с рефрижераторной установкой Thermo King присутствуют модели, которые могут обеспечивать сверхнизкие температуры (до  $-35^{\circ}\text{C}$  и ниже). Такого рода контейнеры могут эффективно использоваться для перевозки таких грузов как морепродукты, мороженое, максимально благоприятный температурный режим для которых  $-25^{\circ}\text{C}$  и ниже. Производители рефрижераторной установки Daikin позиционируют свое изделие как рефрижераторную установку с наиболее экономичными и экологичными режимами эксплуатации.

Помимо определения качественного состава парка изотермических транспортных средств, т.е. выбора наиболее адаптированных типов изотермических транспортных средств для осуществления перевозок, необходим расчет количества соответствующих изотермических транспортных средств для каждого вида скоропортящихся грузов [5].

Общий подход к определению количества изотермических транспортных средств для соответствующих скоропортящихся грузов заключается в оценке

количества загрузок каждого транспортного средства в период сезона (сезонов) производства скоропортящегося груза.

Вышесказанное можно выразить следующим образом.

$$N_{load} = T_{total} / T_{load}, \quad (4)$$

где  $N_{load}$  — количество загрузок одного изотермического транспортного средства;  $T_{total}$  — общее время сезона (сезонов) производства скоропортящегося грузов;  $T_{load}$  — время, затрачиваемое одним транспортным средством на один грузовой рейс, включая все операции от загрузки транспортного средства скоропортящимся грузом до предоставления этого транспорта в порожнем состоянии под следующую загрузку.

$T_{load}$  можно выразить следующим образом.

$$T_{load} = S_{load} / V_{load} + S_{empt} / V_{empt} + T_{st}, \quad (5)$$

где  $S_{load}$  — расстояние транспортировки загруженного скоропортящегося груза;  $V_{load}$  — скорость движения изотермического транспортного с грузом;  $S_{empt}$  — расстояние перемещения изотермического транспортного средства от места выгрузки до новой погрузки в порожнем состоянии;  $V_{empt}$  — скорость движения изотермического транспортного средства в порожнем состоянии;  $T_{st}$  — время, затрачиваемое на стояночные операции, включая погрузочно-разгрузочные работы, сортировочные операции (при необходимости) в месте отправления и в месте назначения.

$S_{load}$  и  $S_{empt}$  могут быть равны в случае, если изотермическое транспортное средство после выгрузки груза возвращается в место погрузки, однако вероятны ситуации, когда после выгрузки транспортное средство может быть направлено в другое место погрузки нового груза. Обычно такого рода практика оперирования изотермическими транспортными средствами наблюдается при перевозках скоропортящихся грузов автомобильным транспортом.

В заключении можно сделать вывод, что вопросы формирования парка изотермических транспортных средств требуют учета факторов, характеризующих процесс транспортировок скоропортящихся грузов. Для скоропортящихся грузов с различными требуемыми температурными режимами транспортировки и различными расстояниями доставки до пункта назначения должны быть подобраны соответствующие типы изотермических транспортных средств. Вследствие многофакторности влияния на принятие окончательного решения относительно качественного состава парка изотермических транспортных средств наиболее адаптированным подходом в данной ситуации является метод «дерева решений».

## Литература

1. Об утверждении правил перевозок железнодорожным транспортом скоропортящихся грузов: приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 4 марта 2019 г. № 66. – Текст: электронный: [сайт]. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=404359&ysclid=19s5a1ekvj464987152> (дата обращения: 01.06.2022).
2. ГОСТ 32366-2013. Рыба мороженая. Технические условия = Frozen fish. Specifications: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 октября 2013. № 60 – П: дата введения 2015-01-01. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 21 с. – Текст: непосредственный.
3. ГОСТ Р 54704-2011. Блоки из жилованного мяса замороженные. Общие технические условия = Frozen meat blocks. General specifications: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 декабря 2011. № 863-ст: дата введения 2013-01-01. – Москва: Стандартинформ, 2012. – 20 с. – Текст: непосредственный.
4. Систематизация принципов «зеленой логистики» (Часть 1. Анализ существующих принципов логистики и устойчивого развития) / В.В. Багинова, Н.А. Осинцев, А.Н. Рахмангулов, А.В. Сладковский. – Текст: непосредственный // Бюллетень транспортной информации. – 2019. – № 1(283). – С. 10–16.
5. Багинова, В.В. Технология формирования рефрижераторных контейнерных сцепов на железнодорожных станциях / В.В. Багинова, Д.В. Ушаков. – Текст: непосредственный // Наука и техника транспорта. – 2019. – № 3. – С. 30–33.
6. Багинова, В.В. Оценка качества скоропортящихся грузов на различных этапах доставки и в процессе хранения / В.В. Багинова, Д.В. Ушаков. – Текст: непосредственный // Экономика железных дорог. – 2020. – № 9. – С. 66–74.
7. Логистика и организация перевозок припортовой железной дороги на современном этапе / Э.А. Мамаев, И.Д. Долгий, Н.Ф. Добрынин, А.А. Демьянов. – Текст: непосредственный // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2019. – № 4 (76). – С. 155–163.
8. Изотов, О.А. Анализ контейнерного грузораспределения отправки сборных партий из морского порта / О.А. Изотов. – Текст: непосредственный // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2022. – Т. 14, № 1. – С. 87–92.
9. Ушаков, Д.В. Автотранспорт как составляющая часть интермодальных перевозок / Д.В. Ушаков. – Текст: непосредственный // Автотранспортное предприятие. – 2015. – № 8. – С. 23–25.
10. Зубарев, Д.Ю. Особенности различных видов транспорта / Д.Ю. Зубарев, Е.В. Чабанова. – Текст: непосредственный // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению: материалы научно-практической конференции, Комсомольск-на-Амуре, 2022. – С. 427–430.