



УДК 656.025.4

## СПЕЦИФИКА ПЕРЕВОЗКИ ПРОТИВООБЛЕДЕНИТЕЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ В АЭРОПОРТ «ПУЛКОВО»

Д. А. Ёлкина, С. В. Уголков

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

*В данной работе рассматриваются вопросы организации доставки противобледенительной жидкости «Арктика» по маршруту г. Нижний Новгород ООО «ПОЛИЭФИР» – аэропорт «ПУЛКОВО».*

*Выполняется определение способов перевозки противобледенительной жидкости, путем выбора альтернативного подвижного состава: на железнодорожном транспорте - сравнение - 4-осной цистерны для этиленгликоля модели 15-1230-01 или перевозка осуществляется в крытом вагоне модели 11-217; на автомобильном транспорте - использование специализированной цистерны для перевозки противобледенительной жидкости или контейнеровоз Kassbohrer CS или тентованные полуприцепы Kassbohrer Maxima XS Domestic.*

*На основе сравнительного анализа вариантов доставки по временным и стоимостным показателям, разрабатываются практические рекомендации по выбору оптимального способа перевозки в зависимости от предложенных условий.*

*Ключевые слова: противобледенительная жидкость, воздушное судно, транспорт, подвижной состав, цистерна, тарно-бочковая упаковка, провозные платежи.*

### **Для цитирования:**

*Ёлкина Д. А., Уголков С. В. Специфика перевозки противобледенительной жидкости в аэропорт «Пулкovo» // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №2(24), ISSN 2007-5687. – СПб.: ГУАП., 2020 – с. 74-84. РИНЦ.*

## THE SPECIFICITY OF THE TRANSPORT OF DE-ICING FLUID AT THE AIRPORT «PULKOVO»

D. A. Elkina, S. V. Ugolkov

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

*This paper deals with the organization of delivery of anti-icing liquid "Arctic" on the route Nizhny Novgorod LLC "POLYETHER" – PULKOVO airport.*

*The method of transportation of de-icing liquid is determined by choosing an alternative rolling stock: on railway transport-comparison-4-axle tank for ethylene glycol model 15-1230-01 or transportation is carried out in a covered car model 11-217; on road transport - use of a specialized tank for the transportation of de-icing liquid or container ship Kassbohrer CS or tent semitrailers Kassbohrer Maxima XS Domestic.*

*Based on a comparative analysis of delivery options based on time and cost indicators, practical recommendations are developed for choosing the optimal method of transportation, depending on the proposed conditions.*

*Keywords: de-icing liquid, aircraft, transport, rolling stock, tank, tar-barrel packaging, freight charges.*

### **For citation:**

*Elkina D. A., Ugolkov S. V. The specificity of the transport of de-icing fluid at the airport «Pulkovo» // System analysis and logistics.: №2(24), ISSN 2007-5687. – Russia, Saint-Petersburg.: SUAI., 2020 – p. 74-84.*

### **Введение**

В настоящее время применение противобледенительных жидкостей (ПОЖ) перед отправкой самолета в рейс является безальтернативным методом обеспечения безопасности и регулярности полётов в условиях наземного обледенения.

Снежно-ледяные отложения (СЛО), находящиеся на поверхностях и элементах воздушного судна (ВС), значительно уменьшают подъемную силу и увеличивают лобовое сопротивление, ухудшают устойчивость, полностью или частично исключают подвижность элементов управления. СЛО могут блокировать или исказить сигналы, поступающие от датчиков угла атаки, приемников



динамического и статического давления. В результате может сложиться ситуация опасная для обеспечения безопасности полета.

Так отказ от противообледенительной обработки при наличии снежно-ледяных отложений на внешних поверхностях ВС закончился крушением авиалайнера ATR 72-201 под Тюменью 2 апреля 2012 года. Из 43 человек на его борту погибли все 4 члена экипажа и 29 пассажиров [1].

После катастрофы в Тюмени отношение к противообледенительной обработке (ПОО) изменилось. Большинство российских перевозчиков ввели так называемую концепцию «чистого воздушного судна», согласно которой, никто не имеет право выпускать самолет в рейс или предпринимать попытку взлета, если на его критических поверхностях имеются снег или лед.

В сезон с низкими температурами и снежными осадками для удаления СЛО с воздушного судна расходуется значительное количество ПОЖ. Естественно, что создать потребный запас жидкости на весь сезон в аэропортах не представляется возможным, его нужно периодически восполнять. Некоторые аспекты организации доставки ПОЖ в аэропорт «Пулково» с завода изготовителя изложены в настоящей статье.

### Основная часть

Существует три метода очистки воздушного судна от снежно-ледяных отложений: механический, воздушно-тепловой и физико-химический [2, 3].

Физико-химический способ представляет собой облив самолета специальной жидкостью. Для облива используются специальные машины, в зависимости от размера самолета варьируется и их количество.

Противообледенительная жидкость – это подогретая смесь гликоля и воды. В зависимости от условий применения и назначения обработки применяются различные виды жидкости в чистом виде или разведенные водой в той или иной пропорции (рис. 1).



Рис. 1. Противообледенительная обработка самолетов в аэропорту

Существует четыре типа ПОЖ [1, 2, 3]:

Тип I: предназначен для удаления обледенения. В целях экономии может разбавляться водой. Практически не имеет защитного действия, так как в составе жидкости отсутствуют загустители;

Тип II: в состав жидкости входят загустители. Назначение — защита от обледенения. Обладает довольно небольшим временем защитного действия;

Тип III: аналогичен типу II, но имеет меньшую концентрацию загустителей и применяется для турбовинтовых самолетов с низкой скоростью отрыва при взлете;

Тип IV – основной тип жидкости, используемый для защиты от обледенения, имеет высокую концентрацию загущающих присадок, в результате чего достигается более длительный период защитного действия.

Многие производители для удобства наземных служб и летного состава добавляют в жидкость красители, таким образом можно визуально определить тип применяемой жидкости (рис. 2).

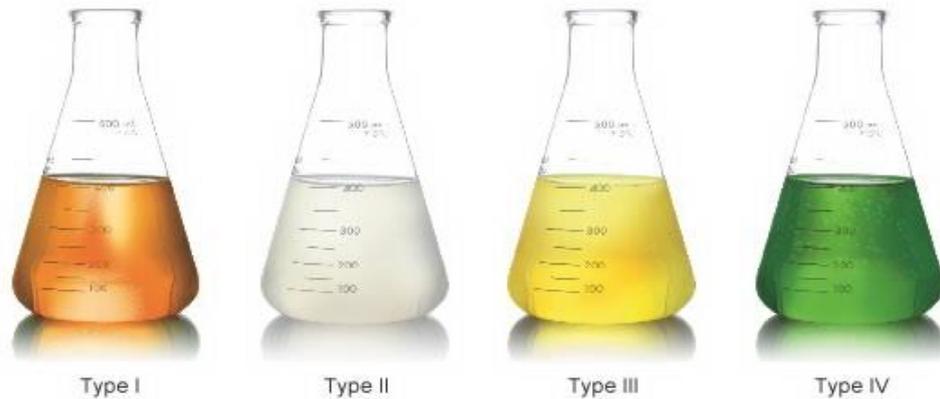


Рис. 2. Окраска ПОЖ различных типов

Если требуется только очистить самолет от снега и льда, проводится обработка в один этап, ее называют de-icing, который и выполняется обливом критических поверхностей воздушного судна ПОЖ типа I. Это относится к крылу, горизонтальному и вертикальному оперению.

Для безопасного взлета недостаточно только удалить СЛО, необходимо также предотвратить их последующее появление вплоть до момента взлета anti-icing. Для этих целей в зависимости от погодных условий и дальности полета применяются ПОЖ остальных типов. Эти типы жидкостей имеют значительно большую концентрацию и в них добавляются загущающие присадки, что не дает осадкам замерзнуть продолжительный промежуток времени.

Противообледенительные жидкости выпускаются под торговыми марками «Killfrost», «Safewing», «Арктика», «Octaflo», «Дефрост» и др.

Отечественные производители: ООО «Кондор» (г. Москва, г. Санкт-Петербург); ОАО «Техноформ» (Московская область, г. Подольск); ООО «НПП Арктон» (г. Нижнекамск); ООО «Полиэфир» (г. Нижн. Новгород); группа компаний ГК «Росполихим» (г. Нижн. Новгород); ООО «Сибнефтехим» (г. Омск) и др. [4, 5, 6].

Противообледенительная жидкость «Арктика ДГ» тип I предназначена для удаления СЛО с поверхностей ВС и кратковременной защиты от образования снежных отложений в условиях наземного обледенения. ПОЖ не защищает ВС от обледенения в полете. Применяют неразбавленную ПОЖ «Арктика ДГ» или ее водные растворы с содержанием ПОЖ не менее 75%. Данные жидкости, т.е. неразбавленная ПОЖ и её водные растворы, применяются нагретыми до температуры +60°C, но не более +80°C (на выходе из распылителя). Расход жидкости не менее 1 литра на 1 кв.м чистых поверхностей ВС [6].

При работе с ПОЖ «Арктика ДГ» и её растворами средства и методы обеспечения безопасности труда должны соответствовать требованиям Системы стандартизации безопасности труда. ПОЖ «Арктика ДГ» тип I является токсичной жидкостью, что определяется свойствами входящего в её состав диэтиленгликоля. Массовая доля отпускной с завода продукции: диэтиленгликоль – 91%; 7,8% - вода; 1,2% - комплексная присадка. Плотность при 20°C в пределах 1,07-1,08 г/см<sup>3</sup>. ПОЖ «Арктика ДГ» по степени воздействия на организм человека относится к 3 классу опасности - умеренно опасное вещество. ПДК составляет в воздухе рабочей зоны 10 мг/м<sup>3</sup>, летальная доза при попадании внутрь - 100 мл. Знак опасности по ГОСТ 19433 [7, 8]: класс опасности 6, подкласс 6.1, номер аварийной карточки 615, классификационный шифр 6112, код ООН 2810.

При работе с ПОЖ следует использовать индивидуальные средства защиты от попадания ПОЖ на кожные покровы, слизистые оболочки глаз, в органы дыхания и пищеварения в соответствии с установленными требованиями.

Каждая партия ПОЖ «Арктика ДГ» поставляется заводом-изготовителем с сопроводительными документами, включающими:



- паспорт качества на партию ПОЖ с фактическими показателями качества, которые должны быть проверены на этапе входного контроля;
- копия Сертификата соответствия;
- копия Паспорта безопасности.

При первой поставке изготовитель также передает Инструкцию по применению и Технические условия.

ПОЖ «Арктика ДГ» поставляется в таре, соответствующей требованиям ТУ 2422-003-26759308-2005, в стальных бочках вместимостью 200 и 275 дм<sup>3</sup>, в автомобильных и железнодорожных стальных цистернах с указанием наименования изготовителя ПОЖ, количества и маркировкой AMS 1424/1 Тип I. Допускается поставка ПОЖ в таре потребителя при наличии акта зачистки тары, оформленного в установленном порядке.

ПОЖ «Арктика ДГ» 100%-й концентрации хранится в плотно закрытой таре при температуре не ниже минус 50°С и не выше 50°С.

Нагретая до 80°С ПОЖ «Арктика ДГ» или её растворы с водой могут храниться до 2-х недель в плотно закрытых емкостях. Количество циклов нагрева ПОЖ «Арктика ДГ» и ее водных растворов в спецмашинах не ограничивается. Гарантийный срок хранения ненагретой ПОЖ «Арктика ДГ» при соблюдении указанных выше условий хранения - два года после изготовления [6].

Аэропорт «Пулково» международный аэропорт федерального значения является аэродромом I (А) класса. Обслуживает 74 пассажирские авиакомпании и 2 грузовых, а также внутренние и международные авиалинии. Имеет общую площадь: 1350 гектаров; количество взлетно-посадочных полос - 2. Взлетно-посадочные полосы: Южная — 3780×60 м, Северная — 3397×60 м, покрытие цементобетонное. Оператор ООО «Воздушные Ворота Северной Столицы». Аэропорт «Пулково» располагается в 15 км от центра Санкт-Петербурга в Московском районе и Ломоносовском районе Ленинградской области. В настоящее время имеет с городом три автобусных маршрута и автомобильное сообщение. Конкурс на создание железнодорожной ветки «аэроэкспресса» от Витебского вокзала в аэропорт «Пулково» отменён правительством Петербурга в феврале 2019 года.

Эксплуатируемый парк воздушных судов представляет около 25 типов самолетов. В том числе: A319, A320, A321, A20N, A21N, AN26, B73G, B73H, B73W, B77W, B734, B735, B738, B739, B752, B763, BCS3, CRJ2, DH8D, E170, E175, E190, E195, SU95.

Основные показатели работы аэропорта за период 2007 – 2019 гг. представлены в таблице 1 [9, 10].

Таблица 1 – Статистика основных показателей работы аэропорта «Пулково» за 13 лет

Годы	Количество направлений, ед.	Среднегодовой прирост, %	Количество авиакомпаний, ед.	Среднегодовой прирост, %	Количество взлетно-посадочных операций, ед.	Среднегодовой прирост, %	Общий пассажиропоток, чел.	Среднегодовой прирост, %
2007	127	1,8	58	1,9	86878	3,96	6137805	5,5
08	133		62		94045		7071537	
2009	133		67		87594		6758352	
2010	145		72		101498		8443753	
2011	148		75		115961		9610767	
2012	157		70		125715		11154560	
2013	164		73		137480		12854366	
2014	159		70		147415		14264732	
2015	151		68		138327		13499755	
2016	147		70		133062		13265037	



2017	155		72		152280		16125520	
2018	162		75		165418		18122286	
2019	165		76		168600		19580000	

Анализ таблицы показывает, что нагрузка аэропорта по основным показателям в среднегодовом приросте увеличивается на 1,8 – 5,5%. По данным работы АЭ «Пулково» за 2020 г. среднесуточное количество отправок составляет 180 рейсов. Ежегодно растет как количество взлетных операций на 3,96%, так и показатели пассажиропотока. Очевидно, что последний показатель имеет наибольший прирост за счет постепенной замены парка пассажирских самолетов многих авиалиний на воздушные суда большей пассажироместимости. Таким образом, можно предположить, что при существующем темпе роста отправок, через год этот показатель составит 187 рейсов/сут., а через 2,5 года, т.е. в 2023 г. в перспективе 200 рейсов/сут [9, 10].

Авиационно-климатическая характеристика АЭ «Пулково» показывает, что продолжительность сезона с отрицательными температурами, наличием ледового покрова и снежных осадков составляет 4,5 месяца. Таким образом, среднестатистическое количество взлетных операций за этот период составит 200х30х4,5, т.е. 27000 рейсов.

Следует сказать, что облив – довольно дорогостоящая процедура, и многие авиакомпании раньше старались по возможности экономить на его проведении. На начало 2015 года средняя цена на обработку самолета А320 в российских аэропортах составляла около 10000 рублей без стоимости жидкости. Жидкость в зависимости от типа стоит от 100 до 150 рублей за литр. Как правило, на обработку самолета А320 уходит 200-300 литров, а при неблагоприятных метеоусловиях значительно больше. На облив самолета В737 расходуется 400-1000 литров ПОЖ [6].

Принимая во внимание, что аэропорт эксплуатирует воздушные суда с большей, чем названные типы самолетов критической поверхностью, можно предположить, что максимальное количество противообледенительной жидкости на одну отправку будет составлять до 1000 л. Таким образом, максимальная потребность при работе аэропорта в зимний период может составить 27000000 л.

Следовательно, в зависимости от климатических условий возникает ситуация, когда производственные возможности ООО «Кондор» по производству ПОЖ «Арктика» оказываются недостаточными для полномасштабного удовлетворения потребностей аэропорта. Везти ПОЖ с ближайших московских и подмосковных химических производственных объединений ОАО «Техноформ» вряд ли будет возможным. Это объясняется практически одинаковыми погодными условиями с г.Санкт-Петербургом и наличием значительной аэродромной сети Москвы и Подмосковья, а также крупнейших в РФ аэропортов «Шереметьево», «Домодедово» и «Внуково».

В этих условиях становится вполне очевидно решение о заказе части потребного количества ПОЖ у других ближайших заводов изготовителей. Наиболее перспективным в этом отношении представляется заказ ПОЖ «Арктика» на ООО «Полиэфир» или ГК «Росполихим» в г. Нижний Новгород. Ориентировочный потребный объем поставки может составлять треть от общего необходимого количества или 9000000 л.

Маршруты перевозок с заводов изготовителей до Санкт-Петербурга (Пулково) представлены следующими (рис. 3):

- 1) железнодорожным транспортом станция Нижний Новгород – станция Гатчина Товарная, тарифное расстояние 1330 км;
- 2) автомобильным транспортом Гатчина – аэропорт «Пулково», тарифное расстояние 32 км;
- 3) автомобильным транспортом из Нижнего Новгорода в аэропорт «Пулково», тарифное расстояние 1120 км.



Рис. 3. Схема маршрутов перевозки ПОЖ «Арктика»

Существует возможность перевозки ПОЖ по речной системе судами Волжского речного пароходства в тарно-бочковой упаковке или в танк-контейнерах. Однако продолжительность такой перевозки составляет около 7 суток, что для заказчика достаточно долго. Кроме того, в зимнее время перевозка должна осуществляться с ледокольной проводкой, что удлиняет сроки доставки до 25 суток и увеличивает стоимость перевозки до 40%. В связи с этим данная перевозка в настоящей работе не рассматривается.

При следовании по маршруту №1а станция Нижний Новгород – станция Гатчина Товарная железнодорожным транспортом, перевозку ПОЖ целесообразно организовать в специализированных 4-осных цистернах для этиленгликоля модели 15-1230-01, рис. 4. Грузоподъемность, цистерны составляет 66 т; объем котла 62 м<sup>3</sup> [11]. Учитывая, что плотность ПОЖ «Арктика» составляет 1,079 т/м<sup>3</sup>, общий вес полной цистерны составит 66,9 т, что противоречит грузоподъемности. Таким образом, общая допустимая масса ПОЖ в цистерне составляет 66 т, а объем 61 м<sup>3</sup>, примем 60 м<sup>3</sup> или 60000 л. Потребное количество цистерн для перевозки всей партии ПОЖ – 9000000 л составит 150 шт.

Также перевозку ПОЖ можно организовать в тарно-бочковой упаковке по 200 л в универсальном крытом вагоне модели 11-217, рис. 4. Грузоподъемность вагона 68 т, объем кузова 104 м<sup>3</sup> [11]. Для пакетирования можно использовать европаллет, размером 120x80см или финпаллет, размером 100x120см. Анализ показывает, что более эффективно использовать европаллет, так как в вагон вместится больше бочек, 34 европаллета и 26 финпаллетов в одном ярусе, в вагоне размещаются паллеты с бочками в два яруса. На одном паллете перевозится 2 бочки. Размеры 200 л бочки по ГОСТ 13950-91 [12].

Тогда общее количество бочек в крытом вагоне модели 11-217 составит 136 бочек. Общий



объем ПОЖ 27200 л или 27,2 м<sup>3</sup>, масса в крытом вагоне нетто 29,35 т; с тарой и паллетами в вагоне (брутто) составит 32,75 т, т.е. без нарушения грузоподъемности вагона. Таким образом, потребное число крытых вагонов составит: 331 вагон.



а) 4-осная цистерна для этиленгликоля модели 15-1230-01



б) крытый вагон модели 11-217

Рис. 4. Доставка ПОЖ железнодорожным подвижным составом

На автомобильном транспорте можно использовать разработанную в 2012 г. ОАО «Завод ГРАЗ» полуприцеп-цистерну для противообледенительной жидкости как своеобразное связующее звено между хранилищем противообледенительной жидкости и деайсером. В результате ввода в эксплуатацию полуприцепа-цистерны для ПОЖ, сократилось общее время обработки самолета, и увеличился срок эксплуатации дорогостоящей техники (в связи с исключением транспортировки деайсера до хранилища противообледенительной жидкости и обратно). Цистерна ГРАЗ ТЗА ППЦ для ПОЖ имеет номинальную вместимость  $24 \pm 1,5\%$  м<sup>3</sup> и может использоваться с любым тягачом. Плотность перевозимой ПОЖ может составлять 1400 кг/м<sup>3</sup>, т.е. цистерна приспособлена для перевозки противообледенителей всех 4 типов [13]. Общее потребное количество автоцистерн составит 375 единиц (рис. 5).

Также перевозку ПОЖ можно реализовать применением танк-контейнера модели T11 (UN T11), размещенном на полуприцепе контейнеровозе Kassbohrer CS в количестве 1 единицы. Номинальный объем UN T11 составляет 25400 л, максимальная грузоподъемность, 32400 кг. Максимальный объем ПОЖ будет весить 27,407 т, что не противоречит грузоподъемности танка. Таким образом, общее потребное количество танк-контейнеров составит 355 единиц (рис. 5).



а) цистерна ГРАЗ ТЗА ППЦ для ПОЖ



б) танк-контейнер на контейнеровозе Kassbohrer CS



в) тентованные полуприцепы Kassbohrer Maxima XS Domestic

Рис. 5. Перевозка ПОЖ «Арктика» автомобильным транспортом



Как последний вариант перевозки можно рассмотреть организацию доставки ПОЖ в тарно-бочковой упаковке на поддонах в тентованном полуприцепе Kassbohrer Maxima XS Domestic, рис.5. Объем полуприцепа составляет 91 м<sup>3</sup>, грузоподъемность 32950 кг. Как и в варианте с крытым вагоном необходимо рассмотреть целесообразность евро- или фин- паллет. Количество вмещающихся европаллет составляет 33 единицы, финпаллет – 26 единиц. Таким образом, общее число бочек в тентованном полуприцепе составляет 132 штуки, что не противоречит грузоподъемности транспортного средства. Общее потребное количество тентованных прицепов составит 341 единица (рис. 6).



а) бочки в тентованном полуприцепе



б) погрузка бочек в крытый вагон

Рис.6. Расположение бочек на паллетах в подвижном составе

Расчеты за перевозку на железнодорожном транспорте проводились по тарифному руководству 10-01 [14] с использованием схемы И14, В7 при доставке ПОЖ в цистернах и схемы И1, В3 при перевозке в крытом вагоне.

Время доставки груза определяется исходя из протяженности маршрута и скорости перевозки 600 км/сутки, а также времени на погрузочно-выгрузочные операции и время переформирования поездов на сортировочных станциях.

По аналогии с существующими тарифами автомобильных перевозок генеральных грузов и надбавок за специализированный подвижной состав и НДС, произведены провозные платежи для перевозки ПОЖ по маршрутам Нижний Новгород – Санкт-Петербург и Гатчина – АЭ «Пулково».

Экономичный вариант перевозки груза производится по показателю  $R_n$  - отношения стоимости перевозки к стоимости общего объема ПОЖ «Арктика». Данные показатели по маршрутам  $R_n$  определяются по формуле [15]:

$$R_n = E_n / C \quad (1)$$

где  $E_n$  – суммарная стоимость перевозки на  $n$  маршруте, руб.;  $C$  – стоимость перевезенного груза, примем 140 руб./литр.

Тогда общая стоимость 9000000 л ПОЖ составит 1260000000 руб. Сравнительные результаты использования маршрутов по стоимостным и временным показателям представлены в таблице 2.



Таблица 2 – Сравнительные результаты использования маршрутов

№ маршрута и вид транспорта	Способ перевозки	Кол-во подвижного состава	Расстояние, км	Время, ч	Стоимость, руб.	Цена перевозки / цена товара, %
№1а ж.д.	цистерн мод. 15-1566-0 60000 л	150/сезон	1330	66	28926369,7	0,023
	крытых вагонов мод. 11-217 136 бочек (27200 л)	331/сезон			29820992,7	0,024
№16 авто	танк-контейнеры UN T11 контейнеровоз Kassbohrer CS 25400 л/ UN	355/сезон	32	3,5	1144534,6	0,001
	тентованные полуприцепы KassbohrerMaximaXSDomestic 132 бочки (26400 л/ПП)	341/сезон			1220227,4	0,001
1/1	цистерн мод. 15-1566-0+ танк-контейнеры UN T11		1362	69,5	30070904,3	<b>0,024</b>
1/2	крытых вагонов мод. 11-217+ тентованные полуприцепы		1362	69,5	31041220,1	<b>0,025</b>
№2 Авто	АЦ ГрАЗ ТЗА ППЦ для ПОЖ и сед. тягач SKANIАр360 24000 л/АЦ	375/сезон	1220	21,6	61484285,64	<b>0,049</b>
	танк-контейнеры UN T11 контейнеровоз Kassbohrer CS 25400 л/ UN	355/сезон		20	43635382,5	<b>0,035</b>
	тентованные полуприцепы KassbohrerMaximaXSDomestic 132 бочки (26400 л/ПП)	341/сезон		21	46521168,8	<b>0,037</b>

Произведя анализ таблицы, видно, что чем больше сроки и время доставки, тем ниже провозная плата и связанное с этим понижение относительной стоимости перевозок.

В среднем перевозка автомобильным транспортом дороже смешанной железнодорожно-автомобильной перевозки на 16450264,5 рублей, то есть в 1,55 раза. Вместе с тем средний срок доставки автомобильным транспортом меньше, чем смешанной перевозки на 48,5 часов, то есть в 3,3 раза.

Максимальная разница в провозных платежах составляет 31413381,3 рубля или в 2,04 раза. А наибольшая разница в сроках доставки составляет 49,5 часов или в 3,48 раза.

Таким образом, предложения по организации перевозки ПОЖ «Арктика» по заданному маршруту заключаются в следующем. Если срочность доставки не играет существенной роли целесообразно с экономической стороны выполнять перевозку ПОЖ смешанной железнодорожно-автомобильной перевозкой по варианту привлечения 4-осных цистерн мод. 15-1566-0, общим числом 150 единиц. Этот же вариант является наиболее экономичным по соотношению цены за перевозку к стоимости продукции.

Если рассматривать в качестве основного критерия минимальный срок доставки по принципу «от двери до двери», то наиболее приемлемым представляется вариант автомобильной перевозки 355



танк-контейнеров UN T11 на контейнеровозах Kassbohrer CS. Этот вариант также является наиболее экономичным на автомобильном транспорте.

### **Заключение**

В целом, вариант смешанной перевозки железнодорожным и автомобильным транспортом в 2 раза дешевле автомобильного маршрута, хотя в 3 раза продолжительнее. В настоящий момент автомобильные перевозки наиболее предпочтительны, ввиду доставки грузов в аэропорт исключая перегрузочные операции на маршруте следования.

Возможная достройка подъездного железнодорожного пути с Витебского вокзала и со станции Гатчина Товарная, очевидно приведет к увеличению доли железнодорожных перевозок для обеспечения функционирования аэропорта «Пулково» и упростит маршрут следования авиа пассажиров, тем самым разгрузив сложный транспортно-пересадочный узел.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Противообледенительная обработка самолета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://skynav.ru/likbez/deicing/> (дата обращения 15.03.2020).
2. ГОСТ Р 54264-2010 Система технического обслуживания и ремонта авиационной техники. Методы и процедуры противообледенительной обработки самолетов. Общие требования. Национальный стандарт РФ. Воздушный транспорт ОКС 03.220.50 Дата введения 2012-07-01.
3. "Рекомендации по противообледенительной обработке воздушных судов" Письмо Федерального агентства воздушного транспорта от 5 февраля 2013 г. № 03.10-7.
4. Противообледенительная жидкость Арктика (ПОЖ "Арктика") ТУ 6-00-5763445-10-89 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [info@simex-chem.ru](mailto:info@simex-chem.ru) (дата обращения 19.03.2020).
5. Противообледенительная жидкость «Арктика». ТУ 6-00-5763445-10-89 изм.1-4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.компания-кондор.рф/protivoobledenitelnaya-zhidkost-arktika/> (дата обращения 19.03.2020).
6. Инструкция по применению противообледенительной жидкости «Арктика ДГ» тип I, ТУ 2422-003-26759308-2005 с изм.№1 и №2, производства ООО НПП «Арктон» Редакция № 6, август 2018г.
7. ГОСТ 19433-88. Грузы опасные. Классификация и маркировка (с Изменением № 1) Группа Т00 Межгосударственный стандарт. МКС 01.040.13. ОКСТУ 0079 Дата введения 1990-01-01.
8. ГОСТ 12.1.007-76 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. Группа Т58 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. МКС 13.300 Дата введения 1977-01-01.
9. Аэропорт Пулково: официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pulkovoairport.ru/> (дата обращения 21.03.2020).
10. Аэропорты и их эксплуатация: учеб. Пособие / Сост. Л.Б. Бажов. – Ульяновск: УВАУ ГА, 2008 – 66 с.
11. Приказ МПС РФ от 18.06.2003 № 25 «Об утверждении Правил перевозок железнодорожным транспортом грузов наливом в вагонах-цистернах и вагонах бункерного типа для перевозки нефтебитума».
12. ГОСТ 13950-91 Бочки стальные сварные и закатные с гофрами на корпусе. Межгосударственный стандарт. Группа Д82. Технические условия. ОКП 14 1511, ОКП 14 1512, ОКП 14 1513, ОКП 14 1521, ОКП 14 1522, ОКП 14 1524 Дата введения 1993-01-01.



13. Полуприцеп-цистерна для противообледенительной жидкости [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://benzovoz-spb.ru/o-kompanii/news/novinka-ppc-protivoobledenitel'naya.html> (дата обращения 19.03.2020).
14. Прейскурант № 10-01. Тарифы на перевозки грузов и услуги инфраструктуры, выполняемые Российскими железными дорогами (Тарифное руководство № 1). Части 1,2. М.: ПФ «Красный Пролетарий», 2003. (с изменениями на 31 января 2017 года).
15. Уголков С.В. Особенности организации перевозки живой рыбы // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №3(21), ISSN 2077-5687. – СПб.: ГУАП., 2019 – с.45-53. РИНЦ.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Ёлкина Дарья Андреевна** –

бакалавр кафедры системного анализа и логистики

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

E-mail: [darya.elkina.01@mail.ru](mailto:darya.elkina.01@mail.ru)

**Уголков Сергей Вячеславович** –

кандидат военных наук, доцент

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

E-mail: [uglkvserg@mail.ru](mailto:uglkvserg@mail.ru)

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Elkina Darya Andreevna** –

bachelor of the department of system analysis and logistics

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

SUAI, 67, Bolshaya Morskaia str., Saint-Petersburg, 190000, Russia

E-mail: [darya.elkina.01@mail.ru](mailto:darya.elkina.01@mail.ru)

**Ugolkov Sergey Vyacheslavovich** –

PhD. milit. Sciences, associate Professor

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

SUAI, 67, Bolshaya Morskaia str., Saint-Petersburg, 190000, Russia

E-mail: [uglkvserg@mail.ru](mailto:uglkvserg@mail.ru)