

УДК 33

DOI: 10.34670/AR.2020.88.77.037

**Экономико-программные комплексы наземной
противообледенительной защиты воздушного судна - стратегия
минимализации расходов авиакомпаний при наземной
противообледенительной обработке воздушного судна**

Долгов Олег Сергеевич

Доктор технических наук, профессор,
Директор Института № 1 «Авиационная техника»,
профессор кафедры 505 «Инновационная экономика, финансы
и управление проектами»;
заведующий кафедрой 104 «Технологическое проектирование
и управление качеством»,
Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет),
125993, Российская Федерация, Москва, Волоколамское шоссе, 4;
e-mail: Dekan1@mai.ru

Сафоклов Борис Борисович

Старший преподаватель кафедры 104
«Технологическое проектирование и управление качеством»,
Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет),
125993, Российская Федерация, Москва, Волоколамское шоссе, 4;
e-mail: safoklovbb@mail.ru

Шавелкин Денис Сергеевич

Старший преподаватель кафедры 101
«Проектирование и сертификация авиационной техники»,
Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет),
125993, Российская Федерация, Москва, Волоколамское шоссе, 4;
e-mail: dshavelkin@inbox.ru

Аннотация

Для внедрения информационной программной поддержки процесса противообледенительной обработки воздушного судна (ПОО ВС) с использованием баз данных и систем управления впервые введено понятие «Регелоскопическая программа наземной противообледенительной защиты ВС» которое позволит и перейти к

эффективному методу повышения качества услуги - комплексной автоматизации ПОО и минимализации расходов авиакомпаний. В рамках разработки автоматизации процесса управления качеством противобледенительной жидкости (ПОЖ) предложен подход к формализации модели Управления качеством ПОЖ на этапе наземной противобледенительной обработке воздушного судна. В целях решения данной оптимизационной задачи как целочисленная функция нескольких переменных используется уравнение для «регелоскопической программы наземной противобледенительной защиты ВС». На основании полученного равенства сформирована стратегия минимализации расходов авиакомпаний при наземном ПОО ВС.

Для цитирования в научных исследованиях

Долгов О.С., Сафоклов Б.Б., Шавелкин Д.С. Экономико-программные комплексы наземной противобледенительной защиты воздушного судна - стратегия минимализации расходов авиакомпаний при наземной противобледенительной обработке воздушного судна // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2020. Том 10. № 5А. С. 320-327. DOI: 10.34670/AR.2020.88.77.037

Keywords

противобледенительная обработка, противобледенительная жидкость, оптимизация, модель системы Управления качеством ПОЖ на этапе наземного противобледенительного обслуживания.

Введение

Безопасная эксплуатация воздушных судов в любых погодных условиях является главной заботой всех авиаперевозчиков, аэропортов, служб управления воздушным движением и пользователей услуг воздушного транспорта. В системе наземного обслуживания воздушных судов в аэропортах при метеорологических условиях способствующих наземному обледенению поверхностей воздушного судна (ВС), проведение мероприятия по противобледенительной обработке (ПОО) является обязательным. Отказ от проведения мероприятий по очистке поверхности самолета в условиях, способствующих наземному обледенению – исключен.

Все действия по защите ВС от наземного обледенения проводятся в соответствии с рекомендациями ИКАО, требованиями действующими в ГА РФ и в соответствии с ГОСТ Р 54264- 2010. Для удаления и предотвращения образования обледенения на земле и создания защитного сдуваемого слоя, предотвращающего повторное обледенение поверхностей ВС, наиболее распространенным методом является использование противобледенительных жидкостей (ПОЖ).

Применение ПОЖ направлено на обеспечение такого состояния обработанных поверхностей ВС, которое соответствует требованиям ФАП-128 и концепции чистого самолета.

На сегодняшний день сложилась такая ситуация, когда каждый аэропорт самостоятельно разрабатывает свою нормативную, технологическую, эксплуатирующую документацию(ЭД), инструкцию для проведения мероприятий по ПОО как организатор оказания услуг (эксплуатант). Документация при этом не является универсальным руководством для ПОО ВС. Как пример если инструкция по применению ПОЖ может не определять требований к ПОО конкретных типов ВС или если какое либо положение инструкции не соответствует

требованиям ЭД определённого типа ВС, следует руководствоваться требованиями ЭД к данному типу ВС. Другой пример при усложнении условий ПОО, эксплуатанту ПОЖ для соблюдения предъявляемых требований процессных, экономических и экологической безопасности, необходимо: вводить дополнительные параметры для контроля и управления свойствами ПОЖ [Контроль качества противообледенительных..., 2018], поправки на климатические особенности местности, учитывать то, что свойства жидкостей ухудшаются, если жидкость загрязнена, неправильно транспортируется или хранится, чрезмерно нагрета и т.д. Все эти действия, в большинстве случаев совершаются условно «в ручном режиме», опираясь базово на рекомендованные производителем способы подготовки к использованию и нормам расхода жидкости и ЭД ВС получая как следствие – слабую эффективность с точки зрения бизенс-процесса, большие погрешности при контроле расчетного времени работы, увеличенные экономических затрат, перерасход ПОЖ и увеличение экологической нагрузки.

В современных условиях управления качеством, без ущерба безопасности, появилась возможность, перейти от «ручного управления» данного процесса к автоматизации, пересмотреть условия когда задача по ПОО ВС для устранения наземного обледенения рассматривается – как обязанность авиакомпаний и аэропортов по обеспечению безопасности не взирая на финансовые затраты.

«Регелоскопическая программа наземной противообледенительной защиты ВС».

В качестве универсального критерия в процессе перехода от «ручного управления» к автоматизации процесса, при дифференцированных условиях использования ПОЖ, в систему «Управлении качеством – противообледенительной жидкости», как объекта обеспечения безопасного взлета ВС, введем понятие - «Регелоскопическая программа наземной противообледенительной защиты ВС», (regelo – удаление льда, лат.) представив ее в виде схемы (Рис.1).

Данное понятие в отличие от технического руководства, регламентов и рекомендаций по подготовке к использованию и применению, позволит определить не только режимные параметры процесса подготовки и использования ПОЖ для получения требуемых показателей, но и технологию подготовки жидкости, регулирования её свойств, и стать основой для автоматизации управления качеством ПОЖ на этапе ПОО.

Необходимо решить задачу оптимизации процесса[9] регелоскопическая программа наземной противообледенительной защиты ВС. (regelo – удаление льда, лат.) (программа наземной противииобледенительной обработки воздушного судна). В рамках постановки к решению задачи по оптимизации процесса ПОО ВС сформировать модель системы.

Для модели определим:

I) - процессу ПОО характерна двойственность, а именно при проведении работ по оказанию услуги задача обеспечивать требуемый уровень качества, в нашем случае это требуемый уровень безопасности (S - safe) и при увеличении $S \rightarrow S_{max}$ должен стремиться к уменьшению экономических расходов (E - expenses) авиакомпаний $E \rightarrow E_{min}$.

II) - с точки зрения оптимизации модели - эффективность процесса как результат определяется параметром S_{max} .

Для создания обобщенной модели системы управления данного этапа необходимо формализовать задачу.

Исходя из I принимаем, что задача оптимизации управления качеством регелоскопическая программа наземной противообледенительной защиты ВС двойственна (параметры S и E).

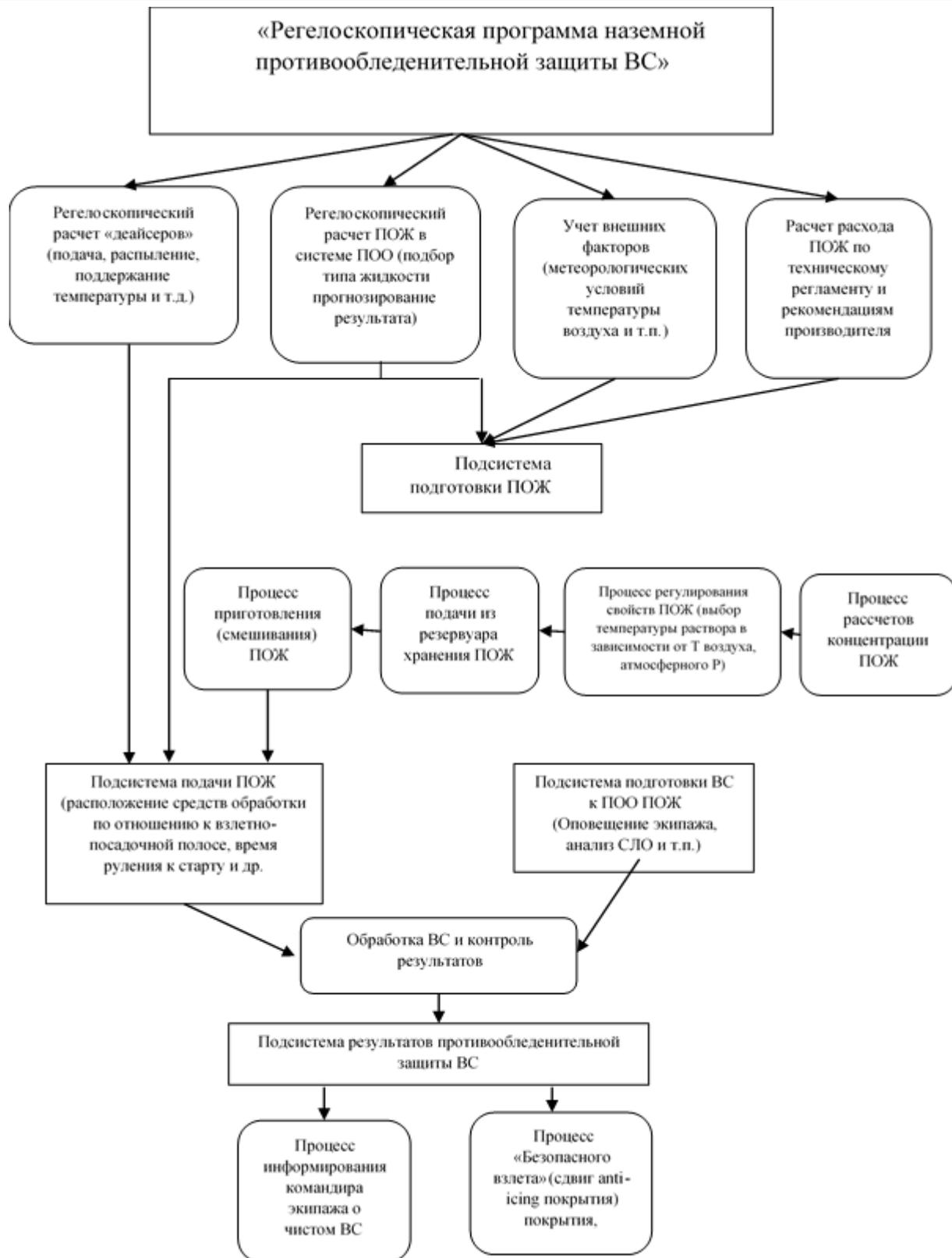


Рисунок 1 - Регелоскопическая программа наземной противообледенительной защиты ВС

Характеризуется следующими основными параметрами:

S – качество услуги в нашем случае безопасность взлета (Safe)

T - время полного процесса (Time);

R- ресурсы необходимые для реализации процесса (Resource);

С целью получения модели регелоскопическая программа наземной противообледенительной защиты ВС необходимо связать между собой описанные выше параметры программы (S, T, R).

Полагая что регелоскопическая программа наземной противообледенительной защиты ВС состоит из n подпроцессов.

Установим, что:

$s(t, r)$, для i-го подпроцесса,

в виде произведения функций: $f(t)$ и $k(r)$

$S_i(t, r) = P * f(t_i) * k(r_i)$, при $i=1, \dots, n$.

s_i – показатель качества i-го подпроцесса

P – условия при котором происходит процесс (нормирующий множитель)

t_i – время i-го процесса

r_i – ресурсы i-го процесса

примем для времени:

$f_i(t) = F_i (1 - e^{-at_i})$ $i=1, \dots, n$;

F_i – предельное значение $f_i(t)$ при $t \rightarrow \infty$;

a – коэффициент ограничения времени ПОО;

примем для ресурсов:

$k_i(r) = K_i (1 - e^{-br_i})$ $i=1, \dots, n$.

K_i – предельное значение $k_i(r)$ при $r \rightarrow \infty$;

b – коэффициент ограничения ресурсов ПОО.

Обобщенные свойства показателей подпроцессов всей регелоскопической программы наземной противообледенительной защиты ВС образуют равенства:

$S = \sum s_i, i=1, \dots, n$;

$R = \sum r_i, i=1, \dots, n$;

$T = \sum t_i, i=1, \dots, n$.

Из вышесказанного функция «Safe» i-го подпроцесса:

$s_i(t, r) = P * F_i (1 - e^{-at_i}) * K_i (1 - e^{-br_i}), i=1, \dots, n$.

согласно полученной системе равенств имеем следующую функциональную зависимость:

$S = P * \sum F_i * K_i (1 - e^{-at_i}) (1 - e^{-br_i}), i=1, \dots, n$.

При $t \rightarrow \infty$ и $r \rightarrow \infty$,

$S_{\max} = P * \sum F_i * K_i, i=1, \dots, n$.

$F_i = K_i = 1$, т.е. $S_{\max} = P * n$, следовательно, $P = S_{\max} / n$.

Приняв, что предельное значение качества услуги $S_{\max} = 1$.

Получим:

$P = 1/n$.

Полученная функция регелоскопической программы отражает связь основных параметров:

$S = 1/n * \sum F_i * K_i (1 - e^{-at_i}) (1 - e^{-br_i}), i=1, \dots, n$.

Полученное равенство удовлетворяет установленному при постановке задачи II и позволяет решить дальнейшую оптимизационную задачу по получению E_{\min} не нарушая данное ограничение.

A) В условиях минимальных временных T_{\min} и ресурсных R_{\min} затрат получить

наивысшее качество услуги S_{\max}

В) За минимальное время T_{\min} на получении услуги S_{\max} обеспечить минимальные расход ресурсов R_{\min} .

С) При минимальном расходе ресурсов R_{\min} на получении услуги S_{\max} обеспечить минимальные расход времени T_{\min} .

Любая из представленных стратегий учитывает интересы всех участников процесса ПОО (наземные службы аэропорта (аэропорт), авиакомпанию, требования концепции «чистого самолета»).

В формате данной статьи полагаем введенное понятие «Регелоскопическая программа наземной противообледенительной защиты ВС» в системе «Управления качеством –ПОЖ» позволяет внедрить информационно программную поддержку процесса ПОО с использованием баз данных и систем управления.

Заключение

Представленная вещественная функция нескольких переменных (временной, ресурсной) и коэффициентов, отражает эффективность использования времени и ресурсов вышеуказанной программы.

На основании функции получено равенство для решения оптимизационной задачи в рамках регелоскопической программы наземной противообледенительной защиты ВС – с целью получения экономической эффективности процесса наземного ПОО ВС удовлетворяющей условию при которых $S_{\max} \Leftrightarrow E_{\min}$, (получения максимального результата при минимализации расходов в процессе наземной ПОО ВС)

Библиография

1. Doc 9640-AN/940 ICAO, Manual of Aircraft Ground De-icing/Anti-icing Operations Second Edition 2000, Chap 2
2. ГОСТ Р 54264-2010. Воздушный транспорт. Система технического обслуживания и ремонта авиационной техники. Методы и процедуры противообледенительной обработки самолетов. Общие требования.
3. SAE AMS 1424. Deicing/Anti-Icing Fluid, Aircraft, SAE Type I
4. SAE AMS 1428. Aircraft Deicing/Anti-Icing Fluid, Non-Newtonian (Pseudoplastic), SAE Types II, III, and IV
5. Приказ Минтранса России от 31.07.2009 N 128 (ред. от 14.06.2019) "Об утверждении Федеральных авиационных правил "Подготовка и выполнение полетов в гражданской авиации Российской Федерации"
6. Письмо Росавиации от 26.02.2020 N Исх-7495/03 "О выполнении решений протокола совещания в Росавиации 20.01.2020 (N 33/03-ПР от 05.02.2020)"
7. Контроль качества противообледенительных жидкостей на этапах от производства и до их применения в аэропортах, Бондаренко О.М., Макаров М.В., Страдомский О.Ю., Филатов А.Ю., Научный вестник ГосНИИ ГА, сборник научных трудов 2018, (№ 334) № 23, стр. 31-40.
8. Письмо Росприроднадзора от 07.12.2016 N AC-03-00-41/24828 "О необходимости соблюдения экологических требований при применении противообледенительных реагентов в аэропортах"
9. Кулагина И.И., Семикин Д.В. Вопросы моделирования бизнес-процессов в соответствии со стандартами ИСО серии 9000 // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. - 2015. - №1(30). - С. 219-223.

Economic and software systems for ground-based de-icing protection of aircraft-a strategy to minimize the costs of airlines for ground-based de-icing treatment of aircraft

Oleg S. Dolgov

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Director of the Institute No. 1 "Aviation Technology",
Professor of the Department 505 "Innovative economics, finance
and project management",
Head of the Department 104 "Technological design and quality management",
Moscow Aviation Institute (National Research University),
125993, 4 Volokolamskoe shosse, Moscow, Russian Federation;
e-mail: Dekan1@mai.ru

Boris B. Safoklov

Senior Lecturer of the Department 104
"Technological design and quality management",
Moscow Aviation Institute (National Research University),
125993, 4 Volokolamskoe shosse, Moscow, Russian Federation;
e-mail: safoklovbb@mail.ru

Denis S. Shavelkin

Senior Lecturer of the Department 101
"Design and certification of aviation equipment",
Moscow Aviation Institute (National Research University),
125993, 4 Volokolamskoe shosse, Moscow, Russian Federation;
e-mail: dshavelkin@inbox.ru

Abstract

For the introduction of information software support for the process of de-icing of aircraft (VET) using databases and control systems, the concept of "Regeloscopic program for ground de-icing protection of aircraft" was introduced for the first time, which will allow us to move to an effective method of improving the quality of service - comprehensive automation of VET and minimizing airline expenses. As part of the development of automation of the process of quality management of de-icing liquid (POH), an approach to formalizing the model of quality management of POH at the stage of ground de-icing treatment of an aircraft is proposed. In order to solve this optimization problem as an integer function of several variables, the equation for the "regeloscopic program of ground de-icing protection of aircraft" is used. Based on the obtained equality, a strategy was formed to minimize the expenses of airlines during ground VET of aircraft.

For citation

Dolgov O.S., Safoklov B.B., Shavelkin D.S. (2020) Ekonomiko-programmnye kompleksy nazemnoi protivooledenitel'noi zashchity vozdušnogo sudna - strategiya minimalizatsii raskhodov aviakompanii pri nazemnoi protivooledenitel'noi obrabotke vozdušnogo sudna [Economic and software systems for ground-based de-icing protection of aircraft-a strategy to minimize the costs of airlines for ground-based de-icing treatment of aircraft]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 10 (5A), pp. 320-327. DOI: 10.34670/AR.2020.88.77.037

Keywords

De-icing treatment, de-icing liquid, optimization, model of the quality Management system of the EQUIPMENT at the stage of ground de-icing maintenance.

References

1. Doc 9640-ON / 940 ICAO, Manual od Avion Zemjata De-schlag/Anti-mrezhesti Operation, Second Edition, 2000, Momche 2
2. GOSTIN ON R-54264-2010 GODINA. Air transport. Type of aircraft maintenance and repair systems. Methods and procedures for de-icing pretreatment of aircraft. General requirements.
3. SAE AMC 1424. Deicing/Anti-Mrezhesti Technost, Avioni, SAE Type I
4. SAE AMC 1428. Avion Deicing/Anti-Megisti Tecnost, Non-Newtonian (Pseudoplastic), SAE Types II, III, and IV
5. Will pogledate of the Ministry of transport of Russia od 31.07.2009 N 128 (eds. on 14.06.2019) "About the approval of Federal aviation rules" Preparation and performance of flights from civil aviation posvetenost on the Federation"
6. Letter of Rosaviation on 26.02.2020 N Exx-7495/03 " on implementation of decisions of the Protocol of meeting c of Rosaviation 20.01.2020 (N 33/03-D 05.02.2020)"
7. quality Control of de-icing liquids at the stages of the process, and how to use them at airports, Bondarenko O. Ii., Makarov M. V., stradomsky O. Yu., Filatov I. Yu., Scientific Bulletin of GosNII, koi tolku mnogu GI ima, collection of scientific charters 2018, (no 334) no.23, p. 31-40.
8. Letter of Rospirodnadzor on 07.12.2016 N I-03-00-41/24828 "About the need to comply with environmental requirements when using de-icing reagents at airports"
9. Kulagina Dobro. I., Semikin D. C. Issues of business process modeling in accordance with the ISO 9000 series standards // Business. Education and training. In the right. Bulletin of the Volgograd Institute of business, 2015, no. 1 (30), Pp. 219-223.