

УДК 347.822.4

EDN [VVUSRB](#)



## К вопросу эффективного использования бортовой системы определения местоположения воздушного судна

А.С. Андронов<sup>1,2</sup>, Д.И. Ковалев<sup>3,4</sup>, Т.П. Черкасова<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ «Красноярский комплексный авиационно-спасательный центр МЧС России», Красноярск, Россия

<sup>2</sup>Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

<sup>3</sup>Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

<sup>4</sup>Красноярский краевой Дом науки и техники РосСНИО, Красноярск, Россия

\* E-mail: [kovalev.dw7@gmail.com](mailto:kovalev.dw7@gmail.com)

**Аннотация.** В работе рассматривается вопрос эффективного использования бортовой системы определения местоположения воздушного судна. Для обоснования экономической целесообразности использования бортовой системы определения местоположения воздушного судна используется информация, доступная в открытых источниках данных «МЧС России по Красноярскому краю», которая отражает реальные затраты на осуществление поиска потерпевших крушение воздушных судов. В работе показано, что если для мониторинга воздушных судов использовать спутниковую систему трекингов, то затраты на поиск воздушного судна существенно сокращаются, уменьшается время поиска воздушного судна, минимизируется количество вылетов за счет точного определения поискового диапазона.

**Ключевые слова:** воздушное судно, бортовая система, эффективность, спутниковая система трекингов, поисково-спасательные работы.

## To the question of the effective use of the onboard system for determining the position of the aircraft

A.S. Andronov<sup>1,2</sup>, D.I. Kovalev<sup>3,4</sup>, T.P. Cherkasova<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Krasnoyarsk complex aviation rescue center EMERCOM of Russia, Krasnoyarsk, Russia

<sup>2</sup>Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia <sup>3</sup>Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

<sup>4</sup>Krasnoyarsk Science and Technology City Hall, Krasnoyarsk, Russia

\* E-mail: [kovalev.dw7@gmail.com](mailto:kovalev.dw7@gmail.com)

**Abstract.** The paper considers the issue of effective use of the onboard system for determining the location of the aircraft. To justify the economic feasibility of using an onboard aircraft positioning system, information is used that is available in open data sources of the EMERCOM of Russia for the Krasnoyarsk Territory, which reflects the real costs of searching for crashed aircraft. The paper shows that if a satellite tracking system is used to monitor aircraft, then the cost of searching for an aircraft is significantly reduced, the time it takes to search for an aircraft is reduced, and the number of departures is minimized due to an accurate determination of the search range.

**Keywords:** aircraft, onboard system, efficiency, satellite tracking system, search and rescue operations.

## 1. Введение

Ранее в работах авторов [1-6] рассматривались актуальные задачи мониторинга сложных технических объектов, в том числе, мониторинг траектории полета воздушных судов (в беспилотном и пилотируемом варианте), включая экстремальные условия Арктики и Крайнего Севера [7]. Авторы обосновывали применение спутниковых навигационных систем для обеспечения мониторинга и эффективного отслеживания траектории полета воздушных судов (ВС), предлагали различные варианты технических решений и давали практические рекомендации по использованию бортовых устройств и систем, а также наземных пунктов управления [8, 9].

В данной работе для обоснования экономической целесообразности использования бортовой системы определения местоположения воздушного судна, рассматривается информация, доступная в открытых источниках данных «МЧС России по Красноярскому краю», которая отражает реальные затраты на осуществление поиска потерпевших крушение ВС. Данная информация сравнивается с результатами, которые потенциально могут быть получены при внедрении спутниковой навигационной системы [10], обеспечивающей мониторинг траектории полета ВС.

На диаграмме (рисунок 1) представлены примеры того, какие ВС и средства затрачиваются на проведение поисково-спасательных работ.

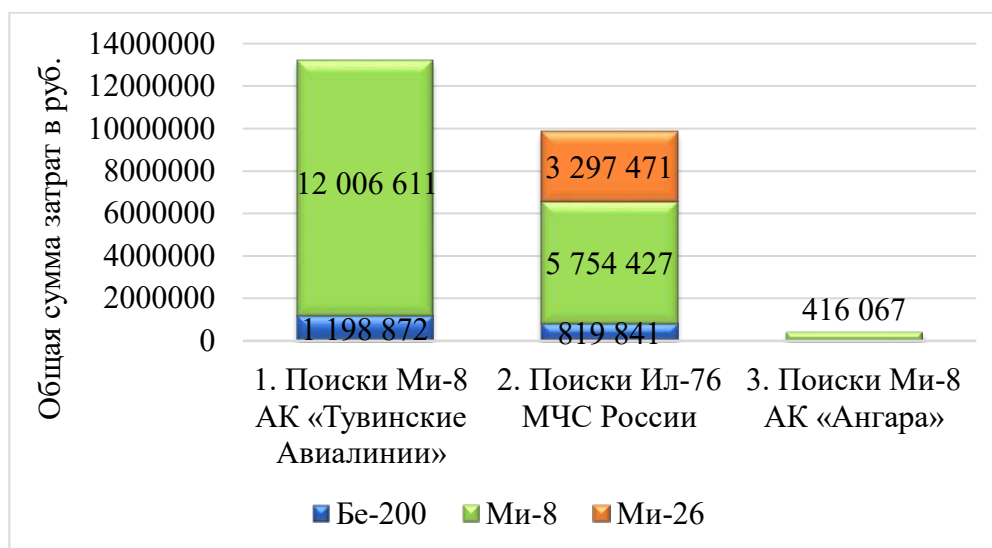


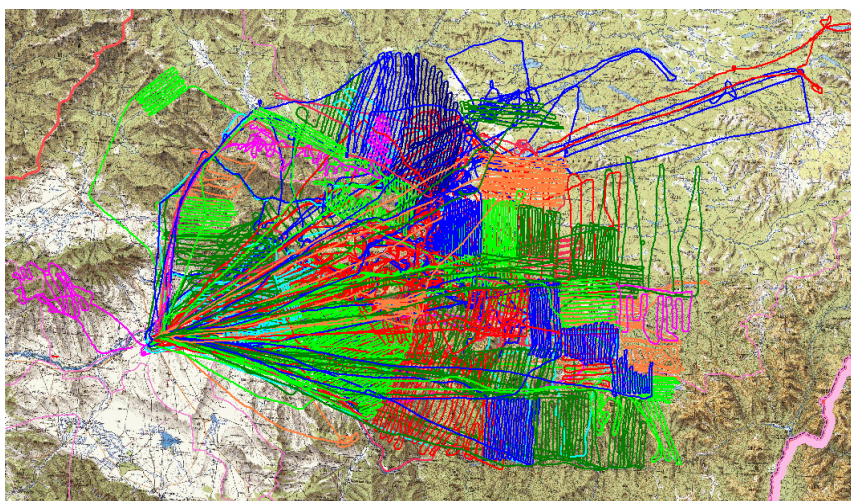
Рисунок 1. Затраты на проведение поисково-спасательных работ.

Анализируя суммы затрат на проведение поисково-спасательных работ в представленных примерах, можно сделать вывод, что на такие операции тратятся существенные средства. При этом одним из способов повышения эффективности затрат в сфере поисково-спасательных работ может являться внедрение трекинговой системы, которая позволит существенно сократить расходы на поиск ВС, давая значительную экономию.

## 2. Методы поиска ВС

Как правило, при осуществлении поиска потерпевшего крушение воздушного судна поисковые экипажи осуществляют налет десятков, а то и сотен часов. Это связано с тем, что поиск места крушения осуществляется на обширных территориях в экстремальных природных или техногенных условиях. Существенно повлиять на ситуацию может внедрение спутниковой навигационной системы, которая будет располагать координатами и направлением движения ВС за несколько секунд до нештатной ситуации (крушения), что позволит многократно снизить затраты на поиск бедствующего ВС, а также сократит время ожидания помощи экипажем и пассажирами [11].

На рисунке 2 представлено изображение трекинга поисково-спасательных вертолетов, осуществлявших разведывательную операцию по поиску ВС без навигационной системы на территории Сибирского Федерального округа.



**Рисунок 2.** Треки 11-ти поисковых вертолетов.

Как видно на изображении, для поиска одного воздушного судна было задействовано 11 поисково-спасательных вертолетов. Обширная география поиска отрицательно сказалась на времени поиска и увеличении затраченных средств на топливо и обслуживание поисковых ВС.

Маршруты поисковых вертолетов формируются при визуальном обследовании района поиска, который разбивается на квадраты размером 20x20 км согласно палетке с сеткой визуального поиска. При необходимости квадрат 20x20 км разбивается на 4 квадрата 10x10 км в соответствии с палеткой. Для более детального обследования сильнопересеченной лесистой местности наземной поисково-спасательной командой квадрат 10x10 км разбивается на 4 квадрата 5x5 км.

Если по результатам сплошного обследования района поиска при помощи радиотехнических средств потерпевший бедствие ВС не был обнаружен и связь с экипажем не установлена, то с разрешения руководителя поисково-спасательных работ выполняется визуальный поиск, осуществляемый такими способами, как «Гребенка», «Параллельное галсирование», «Расширяющийся квадрат» [12-14].

Из рассмотренного примера (рисунок 2) видно, что основным поисковым методом было многократное использование способа «Параллельное галсирование». Причиной этому служит, как правило, то, что во время проведения поисково-спасательных работ не имеется точных координат о месте бедствия воздушного судна.

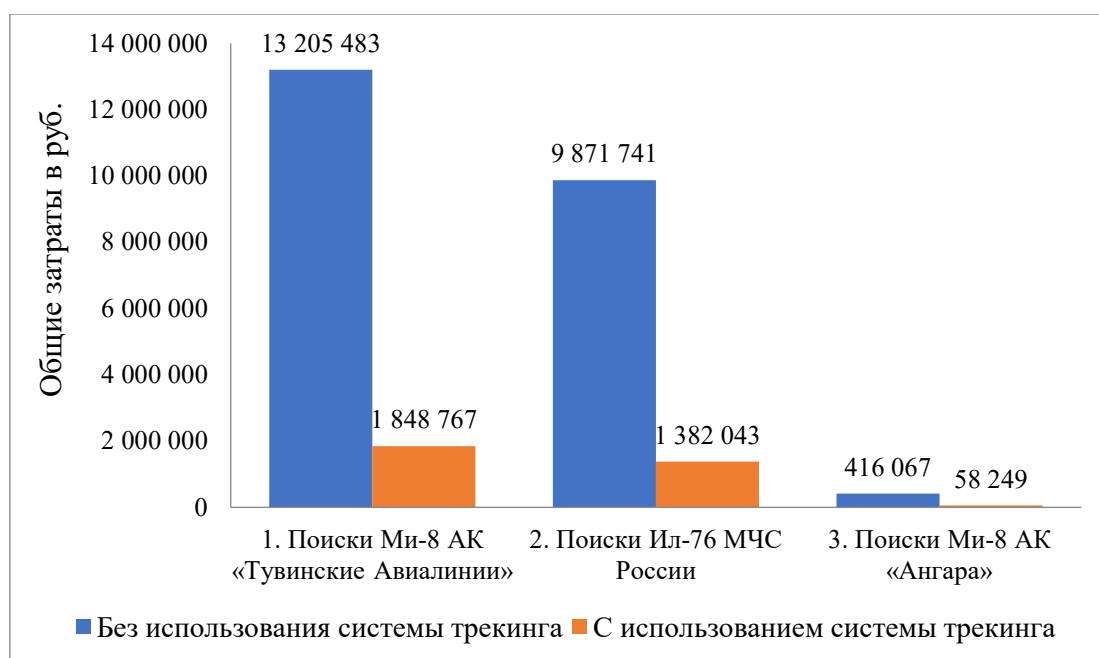
### **3. Результаты оценки эффективности системы спутникового трекинга**

В случае оборудования воздушного судна, потерпевшего бедствие, системой спутникового трекинга, диапазон поиска был бы значительно уменьшен, а основным способом поиска стал бы «Расширяющийся квадрат». Именно благодаря данной системе можно уменьшить время поиска ВС, сократив количество вылетов, так как диапазон поиска будет определяться максимально точно.

На основе анализа треков поисково-спасательных вертолетов и предположении о том, что количество вылетов на поиски потерпевшего крушение ВС может быть сокращено до минимальных значений (от одного до пяти вылетов), можно сделать вывод о значительном сокращении летных часов, а значит и экономической выгоде от использования спутниковой навигационной системы на борту ВС [15].

Каждый вылет приблизительно позволял обследовать 2,7% от конечной площади поиска, следовательно, общая площадь поисков могла быть сокращена на 86-97%, что, в конечном счете, приведет к сокращению экономических затрат в тех же пропорциях.

Подтверждением экономической эффективности использования спутниковой системы трекинга при поисково-спасательных работах являются данные, проиллюстрированные на диаграмме (рисунок 3), с учетом перерасчета на основе того, что используется спутниковая навигационная система.



**Рисунок 3.** Соотношение затрат при проведении поисково-спасательной операции.

На диаграмме можно видеть, что если для мониторинга воздушных судов использовать спутниковую систему трекингов, то затраты на поиск ВС существенно сокращаются.

#### 4. Заключение

Таким образом, в работе обоснована экономическая эффективность аппаратно-программного комплекса бортовой системы обнаружения и поиска ВС в случае крушения, когда поиск осуществляется на обширных территориях в экстремальных природных или техногенных условиях. Контроль траектории движения ВС осуществляется в автоматическом режиме в реальном времени, обеспечивается

непрерывная связь между объектом и диспетчерским центром через спутниковый радионавигационный сегмент (спутниковую систему трекингов). Это позволяет существенно сократить затраты на проведение поисково-спасательных работ, уменьшить время поиска ВС, минимизировав количество вылетов за счет точного определения поискового диапазона.

### Список литературы

1. Kovalev, I.V., Technological aspects of the communication channels development for data transmission in the aircraft monitoring system / I.V. Kovalev, A.S. Andronov, N.A. Testoyedov, M.V. Karaseva, A.K. Shatrov, V.A. Bartenev // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – № 919 052020. doi:10.1088/1757-899X/919/5/052020
2. Kovalev, I.V. Technical and economic feasibility of the on-board location system application for the aircraft and satellite communication system / I.V. Kovalev, A.S. Andronov, I.N. Kartsan, M.V. Karaseva // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – № 862 042055. doi:10.1088/1757-899X/862/4/042055
3. Kovalev, I.V. Analysis of the current situation and development trend of the international cargo UAVs market / I.V. Kovalev, A.A. Voroshilova, M.V. Karaseva // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – № 1399 055095.
4. Kovalev, I.V. On the problem of the manned aircraft modification to UAVs / I.V. Kovalev, A.A. Voroshilova, M.V. Karaseva // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – № 1399 055100.
5. Kovalev, I.V. On the problem of increasing the efficiency of UAVs technologies in agrarian business / I.V. Kovalev, M.V. Karaseva // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – № 421 072020.
6. Aljarbouh, A. Intellectualization of information processing systems for monitoring complex objects and systems / M.S. Ahmed, M. Vaquera, B.D. Dirting // Modern Innovations, Systems and Technologies. – 2022. – № 2(1). – P. 9-17. <https://doi.org/10.47813/2782-2818-2022-2-1-9-17>
7. Ковалев, Д.И. Перспективная концепция контроля траектории полета воздушных судов в экстремальных условиях Арктики и Крайнего Севера / Д.И. Ковалев,



- И.В. Ковалев // Всероссийская научная конференция «Достижения науки и технологий-ДНиТ-2021». – 2021. – № 2. – С. 120-127.
8. Карцан, И. Построение наземных пунктов управления космическими аппаратами с использованием оптимизационно-имитационной модели / И. Карцан // Современные инновации, системы и технологии - Modern Innovations, Systems and Technologies. – 2021. – № 1(2). – С. 64-71. <https://doi.org/10.47813/2782-2818-2021-1-2-64-71>
  9. Ковалев, И. Метод и инструментарий верификации кроссплатформенного бортового программного обеспечения / И. Ковалев, М. Сарамуд, В. Лосев, А. Колташев // Современные инновации, системы и технологии - Modern Innovations, Systems and Technologies. – 2021. – № 1(2). – С. 22-33. <https://doi.org/10.47813/2782-2818-2021-1-2-22-33>
  10. Соловьёв, Ю. Спутниковая навигация и её приложения / Ю. Соловьёв. – М.: Эко-Трендз, 2003. – 326 с.
  11. Соловьёв, Ю. Системы спутниковой навигации / Ю. Соловьёв. – М.: Эко-Трендз, 2000. – 260 с.
  12. Поисково-спасательное обеспечение. Учебный курс. Авиационно-технический спортивный клуб "Сапсан". – Воронеж, 2014. – 105 с.
  13. Тошматов, Ф.У. Сущность поиска и спасения экипажа воздушного судна / Ф.У. Тошматов, М.Ш. Камолов // Вестник военного института министерства обороны. Серия политических, военных и общественных наук. – 2021. – № 4(30). – С. 40-46.
  14. Родионов, П.В. Организация и ведение аварийно-спасательных, поисковых и других неотложных работ силами и средствами РСЧС. Юргинский технологический институт / П.В. Родионов, В.А. Журавлев. – Юрга: изд-во типография ООО «МедиаСфера», 2018. – 217с.
  15. Тарифы на услуги связи Iridium на территории Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://iridium-russian.ru/Подключение.html> (дата обращения 26.10.2015).