

ЭЛЕКТРОСВЕТОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Проведено выявление и анализ факторов риска, связанных со средствами и деятельностью службы электросветотехнического обеспечения полетов в гражданской авиации Российской Федерации. Определена вероятность возникновения факторов риска и их влияние на безопасность полетов, а также способы снижения риска возникновения внештатных ситуаций в процессе осуществления деятельности по электросветотехническому обеспечению полетов.

Ключевые слова: безопасность полетов, факторы риска, аэропортовая деятельность, электросветотехническое обеспечение полетов.

В настоящее время понятие безопасность полетов (далее БП) фигурирует во многих нормативных документах, в том числе в федеральных законах, указах президента Российской Федерации, постановлениях Правительства Российской Федерации и т. д. Вместе с тем определение БП различается от источника к источнику [1].

В данной статье понятие БП рассматривается в соответствии с Руководством по управлению безопасностью полетов (РУБП ИКАО Doc 9859 второе издание) как состояние авиационной системы, при котором риск причинения вреда лицам и нанесения ущерба имуществу снижен до приемлемого уровня и поддерживается на этом либо более низком уровне посредством непрерывного процесса выявления источников опасности и контроля факторов риска [2].

Практически до настоящего времени в Российской Федерации в управлении БП использовался, а местами и до сих пор используется, традиционный подход в обеспечении БП, предусматривающий ретротроактивное реагирование, при котором усилия сосредотачиваются на соблюдении минимальных стандартов. В настоящее время поддержание уровня БП с использованием данного подхода все еще актуально при проектировании инженерных систем аэропортов и аэродромов, однако улучшать данный уровень становится затруднительным. Именно поэтому необходимо переходить от реагирования на события и инциденты на выявление новых факторов риска и сведения их к минимуму до возникновения. Основной целью данной работы является процесс выявления нового источника опасности для БП и оценка аспектов безопасности и факторов риска.

Одним из таких источников, который может существенно повлиять на уровень БП, является аэропортовая деятельность по электросветотехническому обеспечению полетов (далее ЭСТОП).

Аэропортовая деятельность по электросветотехническому обеспечению полетов воздушных судов включает в себя следующие виды работ:

- централизованное электроснабжение объектов аэропорта по сетям различного уровня напряжения;
- техническую эксплуатацию электроустановок, кабельных, воздушных линий электропередачи, систем резервного электроснабжения и системы светосигнального оборудования взлетно-посадочной полосы;
- проведение испытаний и измерений при помощи электротехнической лаборатории [3, 4].

Основными проблемами при осуществлении деятельности по ЭСТОП являются:

1. Морально и физически изношенное оборудование, не отвечающее современным требованиям надежности выработки, передачи и распределения электрической энергии между объектами аэродрома. На некоторых аэродромах большая часть электрооборудования не менялась с момента постройки аэродрома и ввода оборудования в эксплуатацию. Для безопасной и надежной эксплуатации данного оборудования необходимо содержать многочисленный штат сотрудников из числа оперативно-ремонтного персонала.

2. Недостаточное использование интеллектуальных автоматизированных и автоматических систем управления, контроля, регулирования, распределения, учета электроэнергии.

3. Недостаточное количество учебных заведений гражданской авиации, осуществляющих подготовку специалистов служб ЭСТОП, а следовательно, недостаточная квалификация обслуживающего персонала.

4. Недостаточное применение инноваций для решения существующих проблем, в том числе для организации эксплуатационных, ремонтных мероприятий и мероприятий по техническому обслуживанию.

Эти проблемы могут привести к серьезным последствиям в процессе производства полетов, поскольку деятельность службы ЭСТОП может существенно повлиять на безопасность и регулярность полетов, за счет снижения точности захода ВС на посадку.

Из диаграммы распределения факторов, приведших к авиационным происшествиям с гражданскими воздушными судами (далее ВС) РФ за период 2002–2008 гг., представленной в [5] видно, что в настоящее время наиболее частой причиной возникновения авиационного происшествия считаются действия летного состава. На их долю приходится 61% всего количества происшествий. Остальные происшествия в основном происходят по причинам, обусловленным деятельностью наземных служб обеспечения полетов. Однако следует отметить, что некоторые ошибочные действия летного состава также могут являться следствием просчетов, допущенных наземными службами обеспечения полетов. Это и деятельность по организации воздушного движения, по метрологическому обеспечению, по ремонту и обслуживанию ВС, по радио и светотехническому обеспечению полетов и др.

На рисунке 1 в общем виде представлена диаграмма влияния деятельности службы ЭСТОП на ВС и летный состав ВС, а следовательно и на БП.

Все службы, представленные на диаграмме, не смогут полностью выполнять свои функции при отказе внешнего электроснабжения, если на ее объектах не установлены резервные источники электроэнергии. Однако размещение резервных дизель-генераторных установок не устраняет перерыв в электроснабжении, а только снижает интервал времени, когда потребитель не получает необходимую для выполнения своих функций электроэнергию. В некоторых случаях это может привести к серьезным последствиям и повлиять на безопасность и регулярность полетов за счет снижения точности захода на посадку и увеличения психофизической нагрузки на экипаж ВС в момент принятия решения.

Наиболее опасными факторами риска, полученными из опыта эксплуатации, являются следующие отказы средств ЭСТОП:

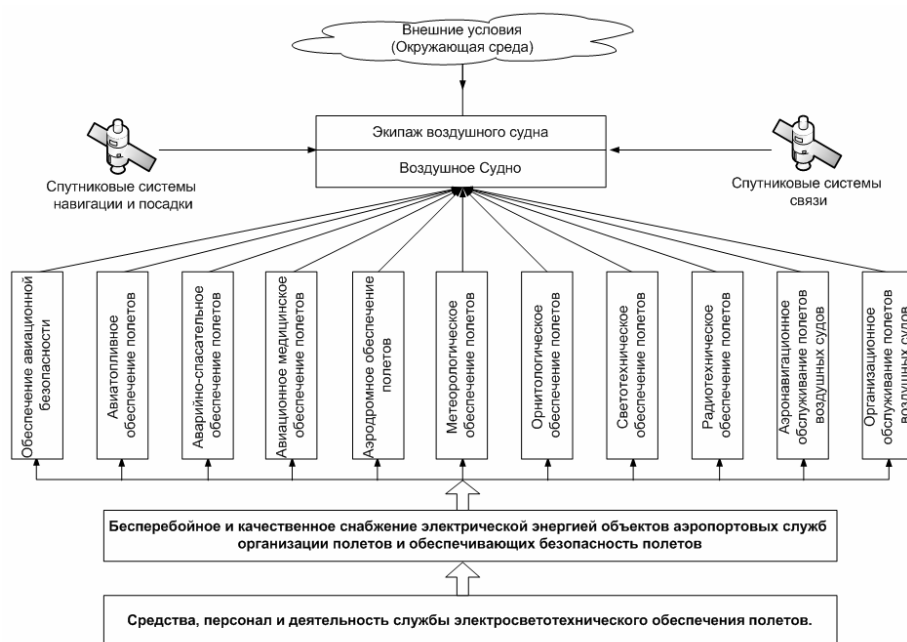


Рисунок 1. Диаграмма влияния деятельности службы ЭСТОП на ВС и летный состав ВС

- отказ подсистем огней ВПП;
- отказ системы дистанционного управления светосигнальным оборудованием ВПП;
- отказ системы внешнего электроснабжения;
- отказ системы резервного электроснабжения.

Поскольку практически всегда нештатные ситуации возникают как следствие нескольких факторов риска, то в общем виде оценку степени серьезности факторов риска в ходе деятельности службы ЭСТОП можно представить в виде схемы (см. рисунок 2).

Проведем анализ данной схемы с целью выявления вероятности возникновения каждой из особых ситуаций.

В качестве примера возьмем аэродром Оренбург, поскольку его можно принять как средне-статистический аэродром РФ. Основные параметры аэродрома представлены ниже.

Количество и тип ВПП: одна ИВПП 2501x42 м, цементобетон, усиленный асфальтобетоном. Категория средств посадки: I категория ИКАО. Тип ССО: ОВИ-1, ПАПИ.

Для данного типа аэродрома влияние наземных средств обеспечения полетов на безопасность полетов наиболее значительно, поскольку светосигнальное оборудование является основным визуальным средством на конечном этапе захода на посадку. Поэтому все наземные средства должны функционировать со стопроцент-

ной надежностью, чтобы экипаж ВС мог верно оценивать положение ВС относительно ВПП.

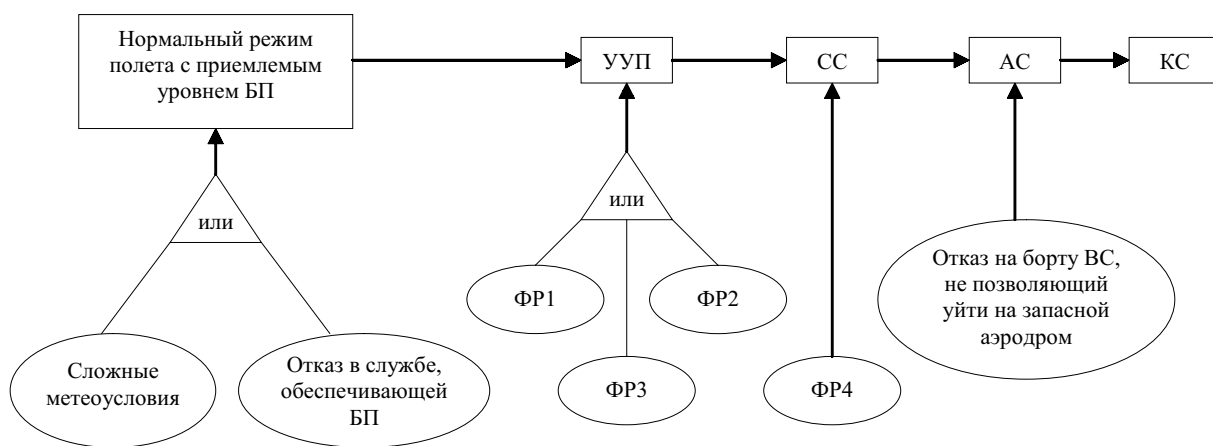
Погодные условия, которые можно назвать сложными (гроза, штормовой ветер, туман и т. д.), в районе Урала возникают в среднем от 3 до 30 раз и составляют от 72 до 720 часов в год, т. е. вероятность данного события составляет:

$$ВВ_{ууп} = 1 \times 10^{-2} - 1 \times 10^{-1} \text{ год}^{-1}.$$

Следовательно, УУП в районе аэродрома может возникать как минимум один раз на 100 часов полета, только по погодным условиям. Это по меркам обеспечения полетов достаточно высокая вероятность. Необходимо отметить, что довольно часто сложные погодные условия также могут значительно повлиять на надежность электроснабжения объектов аэродрома. Примером может служить инцидент, произошедший в крупнейшем аэропорту России Домодедово в декабре 2010 года, когда было полностью прекращено внешнее электроснабжение аэропортового комплекса.

Теперь рассмотрим вероятность возникновения факторов риска, связанных с деятельностью службы ЭСТОП, а именно факторов ФР1, ФР2, ФР3, ФР4.

ФР1 – фактор риска «Отказ внешнего электроснабжения». Согласно расчетам и справочным данным вероятность отказа для двухтрансформаторной подстанции, с двумя внешними источниками питания составляет порядка



БП – безопасность полетов; УУП – усложнение условий полета; СС – сложная ситуация; АС – аварийная ситуация; КС – катастрофическая ситуация; ФР1 – отказ внешнего электроснабжения с кратковременным перерывом в электроснабжении объектов, обеспечивающих безопасность полетов; ФР2 – отказ дистанционного управления светосигнальным оборудованием аэродрома, с увеличением времени оперативного включения оборудования ВПП; ФР3 – отказ подсистемы огней ВПП, приводящих к изменению метеоминимума аэродрома; ФР4 – отказ резервного источника электроснабжения с длительным перерывом в электроснабжении объектов, обеспечивающих безопасность полетов

Рисунок 2. Схема оценки степени серьезности факторов риска в ходе деятельности службы ЭСТОП

$1 \times 10^{-2} - 10 \times 10^{-2} \text{ год}^{-1}$, в зависимости от состава, схемы и времени эксплуатации оборудования.

ФР2 – фактор риска «Отказ дистанционного управления светосигнальным оборудованием аэродрома». Согласно статистическим данным и опытной эксплуатации, отказы возникают от одного до пяти раз в год, что эквивалентно $1 \times 10^{-4} - 5 \times 10^{-4} \text{ год}^{-1}$.

ФР3 – фактор риска «Отказ подсистемы огней ВПП». Согласно статистическим данным и опытной эксплуатации, отказы возникают от двух до семи раз в год, что эквивалентно $2 \times 10^{-4} - 7 \times 10^{-4} \text{ год}^{-1}$.

ФР4 – фактор риска «Отказ резервного источника электроснабжения». Поскольку в гражданской авиации наиболее распространенным источником резервного питания является дизель-генераторные установки (ДГУ), то отказом резервного источника электроснабжения будем считать именно отказ ДГУ. Согласно справочным и паспортным данным вероятность отказа запуска ДГУ составляет $1 \times 10^{-2} \text{ год}^{-1}$ [6].

Произведем расчет вероятности возникновения СС по трем факторам риска ФР1, ФР2, ФР3 в соответствии с вероятностями возникновения независимых событий по формуле 1 и обозначим ее как $ВВ_{cc}$:

$$ВВ_{cc}(t) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - ВВ_i(t)), \quad (1)$$

где $ВВ_{cc}$ – вероятность возникновения сложной ситуации, $ВВ_i$ – вероятность возникновения i -го фактора риска.

В соответствии с формулой 1 получим:

$$ВВ_{cc}(t) = 1 \times 10^{-2} - 1,05 \times 10^{-1} \frac{1}{\text{год}}.$$

Вероятность возникновения аварийной ситуации примем как вероятность, полученную в результате последовательного возникновения фактора риска ФР4 и одного из факторов риска предыдущей группы. Рассчитаем вероятность возникновения АС по формуле вероятности возникновения последовательных событий (формула 2)

$$ВВ_{ac}(t) = \prod_{i=1}^n ВВ_i(t), \quad (2)$$

где $ВВ_{ac}$ – вероятность возникновения аварийной ситуации, $ВВ_i$ – вероятность возникновения i -го фактора риска.

В соответствии с формулой 2 получим:

$$ВВ_{ac}(t) = 1 \times 10^{-4} - 1,05 \times 10^{-3} \frac{1}{\text{год}}.$$

Из этого следует, что вероятность возникновения аварийной ситуации ($ВВ_{ac}$) практически только по средствам и деятельности службы ЭСТОП составляет $1 \times 10^{-4} - 1,05 \times 10^{-3}$.

Катастрофическая ситуация может возникнуть после аварийной ситуации в случаях, когда ВС находится в районе аэродрома и не имеет возможности совершить перелет на запасной аэродром. Таких причин может быть множество. Например, аэродром уже используется как запасной, недостаточно топлива для выполнения полета на запасной аэродром, перелет на запасной аэродром небезопасен из-за неисправности на борту ВС и т. д. Из-за отсутствия взаимосвязи с деятельностью службы ЭСТОП указанные факторы не будут рассматриваться в данной статье.

В соответствии с оценкой факторов риска, представленной в Руководстве по управлению безопасностью полетов (РУБП ИСАО Doc 9859), самым значительным влиянием средств ЭСТОП на безопасность полетов можно назвать создание аварийной ситуации, которую необходимо квалифицировать, в соответствии с таблицей 13-3 РУБП ИСАО Doc 9859, как приводящую к опасным последствиям или к значительным. Так как вероятность возникновения данного события достаточно велика ($ВВ_{ac} = 1 \times 10^{-4} - 1,05 \times 10^{-3}$), то, в соответствии с таблицами 13-4 РУБП ИСАО Doc 9859, она относится по классификации вероятности события к логически возможным, данные факторы риска неприемлемы или должны быть тщательно проанализированы, в соответствии с таблицей 13-5 РУБП ИСАО Doc 9859, и приняты меры по снижению показателя $ВВ_{ac}$ до приемлемого уровня.

В 2009 году специалисты Международной ассоциации гражданской авиации пересмотрели РУБП ИСАО Doc 9859 и выпустили новую редакцию данного руководства, в котором оценка факторов риска изменилась.

Согласно второму изданию РУБП ИСАО Doc 9859, наиболее опасная ситуация (возникновение аварийной ситуации) будет иметь индексное обозначение 4В. Возникновение данной ситуации, в соответствии с матрицей допустимости возникновения данного фактора, неприемлемо при существующих обстоятельствах [2].

Если принять во внимание, что средства ЭСТОП практически во всех аэропортах морально и физически изношены, то выше полу-

ченные данные можно ухудшать на порядок, поскольку надежность функционирования средств значительно снижается при достижении оборудованием предельного срока эксплуатации. Именно поэтому средства ЭСТОП должны бесперебойно снабжать электроэнергией объекты, влияние которых на безопасность полетов определено и находится на достаточно высоком уровне. Достичь этих целей можно с помощью повышения эффективности деятельности по ЭСТОП за счет внедрения интеллектуальных автоматизированных систем, перечень которых приведен в [7]. Данные системы позволят снизить показатель $ВВ_{AC}$ до приемлемого уровня в $1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-9}$ (крайне маловероятное) или менее 10^{-9} (практически невозможное), а следовательно, повысить безопасность полетов.

Выводы:

1. Основными факторами риска для безопасности полетов гражданской авиации, связан-

ных со средствами и деятельностью службы ЭСТОП, являются: отказ внешнего электрообеспечения, отказ дистанционного управления светосигнальным оборудованием аэродрома, отказ подсистемы огней ВПП, отказ резервного источника электрообеспечения.

2. Вероятности возникновения факторов риска для безопасности полетов при осуществлении деятельности по ЭСТОП в гражданской авиации достаточно велики и составляют порядка $1 \times 10^{-4} - 1,05 \times 10^{-3}$, что, в соответствии с нормативной документацией, неприемлемо и требует реализации мер по снижению данной вероятности.

3. Наиболее эффективным инструментом для реализации более точной оценки и снижения вероятности возникновения аварийных ситуаций, связанных с деятельностью службы ЭСТОП, до приемлемого уровня является повышение эффективности деятельности службы за счет внедрения в производство целого комплекса интеллектуальных автоматизированных систем.

17.04.2012

Список литературы:

1. Байнетов, С. О государственной политике в обеспечении безопасности полетов / С. Байнетов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.aviapromservice.ru/gospol.html – 2007 г.
2. Doc 9859 – Руководство по управлению безопасностью полетов. Международная Организация Гражданской Авиации. – 2-е изд., изд. ИКАО, 2009 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.aviadocs.net/icaodocs/Docs/9859_cons_ru.pdf.
3. Федеральные авиационные правила «Сертификационные требования к юридическим лицам осуществляющую аэропортовую деятельность по электросветотехническому обеспечению полетов»: утв. приказом Минтранса РФ от 23 июня 2003 г. №149, с изменениями от 13 августа 2008 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://service.karelia.ru/files/official_document/931/FAP_-_149_ESTOP.pdf.
4. Руководство по электросветотехническому обеспечению полетов в Гражданской авиации РФ (РУЭСТОП ГА-95). Министерство транспорта Российской Федерации. Введено в действие 01.01.96 приказом департамента воздушного транспорта от 09.03.95. – Изд. Триада. ЛТД, 1995. – 95 с.
5. Никулин, Н.Ф. Подготовка персонала управления безопасностью / Н.Ф. Никулин, Г.А. Волков // Журнал Ассоциации «Аэропорт» ГА. – 2009. – №1. – С. 6–9.
6. Гук, Ю.Б. Расчет надежности схем электрообеспечения / Ю.Б. Гук, М.М. Синенко, В.А. Тремасов. – Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1990. – 216 с.: ил.
7. Султанов Н.З., Юмахин Д.Ю. Актуальность внедрения интеллектуальных автоматизированных систем в службе электросветотехнического обеспечения полетов аэродромов Гражданской авиации / Н.З. Султанов, Д.Ю. Юмахин // Молодой ученый. – 2010. – Том 1, №1–2 (13). – С. 120–122.

Сведения об авторе:

Юмахин Данил Юрьевич, аспирант кафедры систем автоматизации производства
Аэрокосмического института Оренбургского государственного университета
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, тел. (3532) 663337, e-mail: 209618@mail.ru

UDC 351.814.2

Yumakhin D. Yu.

Orenburg state university

E-mail: 209618@mail.ru

ELECTRIC-LIGHTING ENGINEERING SUPPORT FLIGHTS OF AIR SAFETY OF THE CIVIL AVIATION

The electric-lighting engineering flights support effect at system of air safety to consider and analyses. To define safety risk with electric-lighting engineering flights support (ELEFS).

Key words: air safety, factor of risk, electric-lighting engineering flights support.