

ТРАНСПОРТ

05.22.01 – Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте;

05.22.08 – Управление процессами перевозок;

05.22.13 – Навигация и управление воздушным движением;

05.22.14 – Эксплуатация воздушного транспорта

УДК 351.814.2

DOI: 10.26467/2079-0619-2020-23-5-8-18

**ОБ ЭКВИВАЛЕНТНОМ УРОВНЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ**

Б.И. БАЧКАЛО¹, В.И. ЗОЛОТЫХ¹

¹Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

В статье проводится анализ смыслового наполнения термина «Эквивалентный уровень безопасности полетов». Необходимость выполнения такого анализа обусловлена тем обстоятельством, что в руководящих документах по инженерно-аэродромному обеспечению полетов отсутствует определение данного термина. Это создает предпосылки для двоякого толкования смысла, выражаемого этим термином, и возможности несоблюдения необходимых мер обеспечения безопасности полетов на аэродроме. В результате проведенного анализа обоснована целесообразность применения при определении годности аэродрома к эксплуатации термина «Эквивалентный уровень обеспечения безопасности полетов». Рассмотрено управление состоянием авиационной системы с точки зрения теории информации. В результате установлено, что возможность оценки влияния каждого элемента авиационной системы на ее защищенность от воздействия опасных факторов позволяет повысить эффективность управления состоянием этой защищенности. Показана зависимость уровня обеспечения аэродромом безопасности полетов от законности эксплуатации аэродрома. Обоснована целесообразность при достижении эквивалентного уровня обеспечения безопасности полетов применения нового показателя – коэффициента эквивалентности. Выведена формула, позволяющая вычислить этот показатель. Численное значение коэффициента эквивалентности зависит от величин коэффициентов соответствия нормам годности к эксплуатации аэродромов. Показан минимальный набор оцениваемых элементов, определяющих величину каждого коэффициента соответствия нормам годности к эксплуатации аэродромов. Построена математическая модель, отражающая зависимость размера коэффициента соответствия нормам годности к эксплуатации аэродромов от оцениваемых показателей. Рассмотренные в статье коэффициенты и показатели в своей совокупности представляют собой новый подход к оценке уровня обеспечения аэродромом безопасности полетов. Данный подход может быть успешно применен при оценке уровня обеспечения безопасности полетов любым элементом авиационной системы.

Ключевые слова: безопасность полетов, опасный фактор, аэродром, коэффициент эквивалентности, законность, защищенность, норма годности, авиационная система.

ВВЕДЕНИЕ

При определении годности аэродромов к эксплуатации авиационными специалистами применяется термин «Эквивалентный уровень безопасности полетов». В нормативных документах, регламентирующих производство полетов авиации Вооруженных сил Российской Федерации (ВС РФ) и их всестороннее обеспечение, отсутствует определение, позволяющее однозначно трактовать содержание понятия, выраженного данным термином. Данное обстоятельство создает предпосылки для произвольной интерпретации авиационными специалистами смысла, отражаемого термином «Эквивалентный уровень безопасности полетов». При этом часто происходит смешение понятий, вкладываемых в смысл этого термина.

Такое положение вещей опасно тем, что при определении годности аэродрома к эксплуатации существует возможность несоблюдения всех необходимых мер обеспечения безопасности полетов на данном аэродроме.

Во избежание терминологической путаницы при использовании термина «Эквивалентный уровень безопасности полетов» необходимо провести анализ смыслового наполнения понятий, составляющих данный термин. Целью настоящей статьи является проведение такого анализа и доведение до специалистов в области безопасности полетов нового подхода к оценке уровня обеспечения аэродромом безопасности полетов.

АНАЛИЗ СМЫСЛОВОГО НАПОЛНЕНИЯ ТЕРМИНА «ЭКВИВАЛЕНТНЫЙ УРОВЕНЬ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ»

Вопросам обеспечения безопасности полетов и управления безопасностью полета посвящены работы многих авторов [1–12]. При этом в настоящее время отсутствует общепринятое определение безопасности полетов и в различных словарях [13], Концепции¹, документах ИКАО², ГОСТ³ даются противоречивые толкования этого понятия. Наиболее удачной в этом аспекте, по мнению авторов, представляется работа [14], в которой обоснована категория «безопасность полетов» как *защищенность авиационной системы от воздействия опасных факторов, позволяющая обеспечить функционирование авиационной системы без авиационных происшествий*. Защищенность, в данном случае, – это способность авиационной системы противостоять опасным факторам с сохранением возможности выполнять полетные задания в штатных и нештатных ситуациях.

Приведенное выше определение дает возможность установить прямую зависимость между состоянием авиационной системы (АС) в процессе функционирования и воздействием на нее опасных факторов. Под опасным фактором (ОФ) в данном случае понимается любое событие, явление, обстоятельство или условие, которое создает или может создать угрозу безаварийному функционированию АС и привести к авиационному происшествию.

Одной из основных характеристик, отражающих защищенность АС от воздействия ОФ, является состояние БзПов, которое следует оценивать во время организации полетов и во время выполнения полетов. В период организации полетов состояние БзПов может быть определено через уровень обеспечения БзПов.

Очевидно для того, чтобы оценивать уровень обеспечения БзПов, необходимо иметь возможность оценки уровня обеспечения безопасности полета (БзПа) каждой первичной АС. Такую возможность дает применение представленной в работе [15] методики оценки состояния безопасности полета воздушного судна с учетом влияния личностного фактора летчика.

Примененный в данной методике интегральный показатель угроз системе «экипаж–воздушное судно» (система ЭВС) со стороны личностного фактора летчика, названный термином «Суммарный показатель опасности летчика», определяет величину уровня обеспечения безопасности полета системой ЭВС ($U_{ЭВС}$).

Отметим, что $U_{ЭВС}$ отражает уровень защищенности первичной АС от ОФ со стороны системы ЭВС, но не учитывает при этом ОФ со стороны подсистем обеспечения и управления полетами [16] аэродромов взлета и посадки. Отсутствие достоверной и системно учтенной ин-

¹ Концепция безопасности полетов авиации Вооруженных сил Российской Федерации. Утв. МО РФ 27.07.2012 г. М.: СБП А ВС РФ, 2012. 24 с.

² Международные стандарты и рекомендуемая практика. Управление безопасностью полетов. Приложение 19 к Конвенции о международной гражданской авиации. Монреаль: ИКАО, 2013. 40 с.

³ ГОСТ Р 55585-2013 Система управления безопасностью полетов воздушных судов. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2014. 25 с.

формации об ОФ, угрожающих безаварийному функционированию АС, препятствует эффективному управлению состоянием защищенности АС.

Рассмотрим управление состоянием АС с точки зрения теории информации [17–19]. Для этого необходимо представить весь объем информации, описывающей природу функционирования АС следующим образом:

$$S_{t_l} = I_{t_l} + H_{t_l}, \quad (1)$$

где S_{t_l} – полное информационное содержание процессов (состояний) АС на момент времени t_l ;

I_{t_l} – количество достоверно известной информации, необходимой для управления АС в момент времени t_l ;

H_{t_l} – количество неизвестной (недостоверной) информации, необходимой для управления АС в момент времени t_l .

От соотношения I_{t_l} и H_{t_l} будет зависеть качество и результат управления АС, так как S_{t_l} – величина постоянная. Чем больше при управлении АС учтено достоверной информации, тем меньше неопределенность и, следовательно, выше качество управления всей системой.

Снижение неопределенности (достижение максимального значения I) для такой сложной системы как АС будет возможно при учете очень большого, максимально возможного количества влияющих факторов (возможных событий c). В этом случае учет каждого нового независимого события, влияющего на БзПов, снижает вероятность других, то есть, чем глубже контроль, тем меньше вероятность влияния контролируемого события на безопасность полетов:

$$P_{\text{БзПов}} = P_1 + P_2 \dots + P_i \dots + P_n = \sum_{x=1}^n P_x = 1, \quad (2)$$

где $P_{\text{БзПов}}$ – сумма вероятностей всех независимых событий, влияющих на БзПов и составляющих полную группу событий;

P_i – вероятность i -го независимого события, влияющего на БзПов;

n – количество контролируемых событий.

Таким образом, отсутствие достоверной информации о состоянии подсистем обеспечения и управления полетами АС препятствует повышению эффективности управления состоянием защищенности АС от воздействия ОФ.

Состояние подсистемы обеспечения полетов авиационной системы [16] в наибольшей степени определяется состоянием аэродрома. Одним из показателей, характеризующих состояние аэродрома, является факт допуска аэродрома к эксплуатации.

Допуск аэродромов государственной авиации к эксплуатации осуществляется на основании оценки соответствия аэродрома требованиям норм годности к эксплуатации аэродромов. Эти нормы определены Правилами⁴. Оценка соответствия аэродрома требованиям норм годности к эксплуатации аэродромов производится комиссией, образованной решением руководителя органа управления (главнокомандующих (командующих) видами (родами войск, объединениями) ВС РФ).

Для определения готовности аэродрома к эксплуатации воздушных судов выполняется его облет.

По результатам работы комиссии составляется акт обследования аэродрома на предмет соответствия требованиям норм годности к эксплуатации аэродромов. Акт утверждается пред-

⁴ Федеральные авиационные правила «Нормы годности к эксплуатации аэродромов государственной авиации» (Приложение к Пр. МО РФ от 02.11.2006. № 455).

седателем комиссии. При наличии недостатков, препятствующих открытию аэродрома для эксплуатации воздушных судов, акт утверждается после устранения этих недостатков.

В отдельных случаях аэродром допускается к эксплуатации при незначительном отступлении от требований норм годности к эксплуатации аэродромов, если они компенсируются введением мер, обеспечивающих эквивалентный уровень безопасности полетов.

Согласно словарю [20], эквивалентный (лат.) – равнозначный, равносильный.

Для разработки предложений по обеспечению эквивалентного уровня безопасности полетов на аэродроме могут привлекаться компетентные в данной области научные организации. По итогам их работы составляется заключение.

Аэродром считается годным к эксплуатации при условии:

- а) соответствия аэродрома требованиям норм годности к эксплуатации аэродромов;
- б) наличия (при необходимости) заключения об обеспечении эквивалентного уровня безопасности полетов при имеющихся несоответствиях и отступлениях от требований норм годности к эксплуатации аэродромов;
- в) выполнения облета аэродрома;
- г) положительного заключения комиссии, выполнившей облет аэродрома.

На основании изложенного выше можно сделать вывод, что соответствие аэродрома требованиям норм годности к эксплуатации свидетельствует о достижении *допустимого уровня обеспечения безопасности полетов* при эксплуатации данного аэродрома. Если по объективным причинам непреодолимой трудности аэродром не может быть в полной мере приведен в соответствие требованиям норм годности к эксплуатации, предпринимаются дополнительные меры компенсационного характера, которые в своей совокупности обеспечивают равнозначный *допустимому* уровень обеспечения безопасности полетов. В этом случае применяется термин «Эквивалентный уровень безопасности полетов». При обеспечении эквивалентного уровня безопасности полетов комиссия составляет соответствующий документ, который называется «Заключение об обеспечении эквивалентного уровня безопасности полетов на аэродроме» и аэродром допускается к эксплуатации при наличии положительного заключения комиссии, выполнившей облет аэродрома. Такое положение вещей определено требованиями действующих нормативных документов.

Но правомерно ли в данном случае применение термина «эквивалентный уровень безопасности полетов»? В работе [14] обосновано, что уровень БзПов – показатель, отражающий состояние БзПов в авиационном формировании во время выполнения полетов. А оценка соответствия аэродрома требованиям норм годности к эксплуатации аэродромов выполняется в период, когда полеты на аэродроме не выполняются.

Таким образом, с учетом того обстоятельства, что аэродром является основным элементом подсистемы обеспечения полетов, логичнее будет применение термина «эквивалентный уровень *обеспечения* безопасности полетов». Этот уровень достигается в результате применения мер компенсационного характера, которые в своей совокупности обеспечивают равнозначный *допустимому* уровень обеспечения безопасности полетов.

НОВЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ УРОВНЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ НА АЭРОДРОМЕ

Для того, чтобы количественно оценить уровень обеспечения БзПа с учетом состояния аэродрома, целесообразно применить показатель, отражающий это состояние. Назовем этот показатель уровнем обеспечения безопасности полетов на аэродроме ($U_{АЭР}$).

Величина $U_{АЭР}$ напрямую зависит от законности эксплуатации аэродрома ($Z_{АЭР}$). Законность определяется полнотой выполнения всех мероприятий и процедур, определенных доку-

ментами, регламентирующих инженерно-аэродромное обеспечение полетов, обязательными при подготовке и выполнении полетов.

Если рассмотреть данный подход с точки зрения теории информации, каждое мероприятие или процедуру, выполнение которых руководящими документами определено обязательными для обеспечения БзПа и имеет объем информации 1 бит, будем называть элементарным событием c . Элементарное событие может принимать два возможных значения – «да» или «нет», «1» или «0». В этом случае $Z_{AЭP}$ может быть представлена в виде выражения (3):

$$Z_{AЭP} = c_{AЭP1} \cdot c_{AЭP2} \cdot \dots \cdot c_{AЭPi} \cdot \dots \cdot c_{AЭPn} = \prod_{x=1}^n c_{AЭPx}, \quad (3)$$

где $Z_{AЭP}$ – законность эксплуатации аэродрома;

$c_{AЭPi}$ – i -я процедура, обязательная при инженерно-аэродромном обеспечении;

n – количество мероприятий и процедур, обязательных к выполнению при инженерно-аэродромном обеспечении.

Выражение (3) позволяет установить, что $Z_{AЭP}$ может иметь два возможных значения – «1» или «0».

При соответствии аэродрома требованиям норм годности к эксплуатации уровень обеспечения БзПов на аэродроме $U_{AЭP}$ равен значению законности эксплуатации аэродрома:

$$U_{AЭP} = Z_{AЭP}. \quad (4)$$

В том случае, если аэродром не может быть в полной мере приведен в соответствие требованиям норм годности к эксплуатации, но в результате применения мер компенсационного характера достигнут эквивалентный уровень обеспечения БзПов, необходимо определять коэффициент эквивалентности ($K_{эkv}$). $K_{эkv}$ может быть отражен в виде мультипликативной модели ряда коэффициентов соответствия нормам годности к эксплуатации аэродромов, представленной формулой (5):

$$K_{эkv} = K_{\Phi XA} \cdot K_{МАП} \cdot K_{СРТО} \cdot K_{МетO} \cdot K_{ЭЛA} \cdot K_{ЛСО}, \quad (5)$$

где $K_{\Phi XA}$ – коэффициент соответствия физических характеристик аэродрома нормам годности к эксплуатации аэродромов;

$K_{МАП}$ – коэффициент соответствия маркировки аэродромных покрытий и препятствий нормам годности к эксплуатации аэродромов;

$K_{СРТО}$ – коэффициент соответствия оборудования аэродрома средствами радио и светотехнического обеспечения полетов, связи и управления нормам годности к эксплуатации аэродромов;

$K_{МетO}$ – коэффициент соответствия метеорологического оборудования аэродрома нормам годности к эксплуатации аэродромов;

$K_{ЭЛA}$ – коэффициент соответствия электроснабжения аэродрома нормам годности к эксплуатации аэродромов;

$K_{ЛСО}$ – коэффициент соответствия поисково-спасательных средств аэродрома нормам годности к эксплуатации аэродромов.

Величины коэффициентов соответствия нормам годности к эксплуатации аэродромов (далее коэффициент соответствия) могут варьировать в диапазоне от 0 до 1 и зависят от соответствия оцениваемых элементов требованиям и нормам, определенным Правилами⁵. Это соот-

⁵ Федеральные авиационные правила «Нормы годности к эксплуатации аэродромов государственной авиации» (Приложение к Пр. МО РФ от 02.11.2006. № 455).

ветствие численно оценивается путем применения показателей соответствия. При соответствии оцениваемого элемента требованиям и нормам, определенным Правилами⁶, показатель его соответствия равен 1. При несоответствии – показатель соответствия становится меньше 1, но не меньше 0.

Мультипликативная свертка показателей соответствия оцениваемых элементов (6) позволит рассчитать значение коэффициента соответствия:

$$K_{\Phi XA} = e_{\Phi XA1} \cdot e_{\Phi XA2} \dots \cdot e_{\Phi XAi} \dots \cdot e_{\Phi XAn} = \prod_{x=1}^n e_{\Phi XAx}, \quad (6)$$

где $e_{\Phi XAi}$ – показатель соответствия i -го оцениваемого элемента физических характеристик аэродрома;

n – количество оцениваемых элементов физических характеристик аэродрома.

Для определения величины $K_{\Phi XA}$ необходимо определить значение показателей соответствия таких оцениваемых элементов, как:

- длина и ширина искусственной взлетно-посадочной полосы (ИВПП);
- ширина концевых участков ИВПП (уширения);
- уклон ИВПП;
- ширина покрытия рулежных дорожек (РД);
- ширина укрепленной обочины;
- радиусы закругления РД;
- расстояния между осевой линией РД и неподвижными препятствиями, а также между осевыми линиями параллельных РД;
- параметры приаэродромной территории;
- параметры полос воздушных подходов (ПВП);
- прочность аэродромных покрытий;
- состояние аэродромных покрытий;
- состояние грунтовой части летной полосы;
- значения неровностей и др.

Для определения величины $K_{МАП}$ необходимо определить значение показателей соответствия таких оцениваемых элементов, как:

- состояние дневной маркировки искусственных покрытий и высотных препятствий на приаэродромной территории;
- наличие и состояние светоограждения препятствий и др.

Для определения величины $K_{СРТО}$ необходимо определить значение показателей соответствия таких оцениваемых элементов, как:

- приводные радиомаркерные пункты;
- автоматический радиопеленгатор;
- радиолокационная система посадки;
- радиотехническая система ближней навигации (азимутально-дальномерный радиомаяк);
- радиомаячная система инструментального захода на посадку;
- курсовой радиомаяк;
- глиссадный радиомаяк;
- ретранслятор дальномера;
- средства связи;
- средства объективного контроля;

⁶ Там же

- светотехническое оборудование аэродрома;
- система дистанционного управления и контроля состояния средств связи и радиотехнического обеспечения (РТО) полетов;
- пункты управления полетами в районе аэродрома и др.

Для определения величины K_{Memo} необходимо определить значение показателей соответствия таких оцениваемых элементов, как:

- состав метеоборудования;
- размещение метеоборудования;
- качество метеоинформации;
- диапазоны и погрешности измеряемых метеовеличин;
- состояние линий связи и др.

Для определения величины $K_{ЭЛА}$ необходимо определить значение показателей соответствия таких оцениваемых элементов, как:

- состояние электроснабжения пунктов управления полетами;
- состояние электроснабжения объектов связи и РТО полетов аэродрома;
- состояние электроснабжения метеоборудования аэродрома и др.

Для определения величины $K_{ИСО}$ необходимо определить значение показателей соответствия таких оцениваемых элементов, как:

- обеспеченность аэродрома поисково-спасательными самолетами (вертолетами);
- обеспеченность аэродрома наземным транспортным средством высокой проходимости для проведения поисково-спасательных работ;
- обеспеченность аэродрома ультракоротковолновым радиопеленгатором для приема сигналов бедствия;
- наличие плавучего транспорта для аэродромов, где взлет и заход на посадку самолетами (вертолетами) производится над морем или крупным водоемом и др.

Важно подчеркнуть, что несоответствие любого оцениваемого элемента (независимого события [19]) требованиям и нормам, определенным нормативными документами по инженерно-аэродромному обеспечению, является опасным фактором, угрожающим безаварийному функционированию АС. Для устранения, если это возможно, или уклонения, снижения влияния данного ОФ на защищенность АС и применяются меры компенсационного характера, направленные на достижение эквивалентного уровня обеспечения БзПов.

Формулы (5) и (6) позволяют определить, что $K_{экр}$ может быть вычислен в диапазоне от 0 до 1. Его значение, применительно к конкретному аэродрому, должна определять комиссия, производящая оценку соответствия аэродрома требованиям норм годности к эксплуатации аэродромов. В этом случае уровень обеспечения БзПов на аэродроме определяется выражением (7):

$$U_{АЭР} = Z_{АЭР} \cdot K_{экр} . \quad (7)$$

При таком подходе к оценке защищенности первичной АС перед полетом появляется возможность численной оценки уровня обеспечения БзПа с учетом состояния аэродромов взлета и посадки ВС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

1. При невозможности приведения аэродрома в соответствие требованиям норм годности к эксплуатации и принятии дополнительных мер компенсационного характера должен быть достигнут эквивалентный уровень *обеспечения безопасности полетов*.

2. В этом случае комиссией, производящей оценку соответствия аэродрома требованиям норм годности к эксплуатации аэродромов, должно определяться значение коэффициента эквивалентности.

Что даст применение коэффициента эквивалентности? Во-первых, появляется возможность дифференцированной (по показателям соответствия нормам годности к эксплуатации аэродромов) оценки состояния аэродрома.

Во-вторых, такой подход позволяет увеличить количество достоверной и системно учтенной информации о состоянии защищенности АС от ОФ.

В-третьих, обоснованное применение $K_{экв}$ при определении комиссией достижения эквивалентного уровня обеспечения безопасности полетов будет способствовать объективной оценке причин, по которым аэродром не может быть в полной мере приведен в соответствие требованиям норм годности к эксплуатации.

В-четвертых, формализованная информация о состоянии каждого аэродрома государственной авиации РФ может быть системно использована в Единой информационно-аналитической системе (ЕИАС) БзПов авиации ВС РФ. Это позволит специалистам службы безопасности полетов на всех уровнях АС вести удаленный контроль состояния аэродромной сети государственной авиации в масштабе реального времени.

Все перечисленное выше позволит повысить защищенность АС от ОФ со стороны инженерно-аэродромного обеспечения полетов и снизить уровень авиационной аварийности в авиации ВС РФ.

В заключение необходимо отметить, что предложенный в статье подход к определению эквивалентного уровня обеспечения БзПов может быть успешно применен при оценке уровня обеспечения БзПов любым элементом АС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байнетов С.Д., Шамшин С.С. Методика оценки эффективности мероприятий по предотвращению авиационных происшествий // Военная мысль. 2007. № 10. С. 39–48.
2. Гипич Г.Н. Риски и безопасность авиационных систем: монография / Г.Н. Гипич, В.Г. Евдокимов, Е.А. Куклев, В.С. Шапкин. М.: ГосНИИ ГА, 2013. 232 с.
3. Жмеренецкий В.Ф., Полулях К.Д., Акбашев О.Ф. Активное обеспечение безопасности полета летательного аппарата: методология, модели, алгоритмы. М.: ЛЕНАНД, 2014. 320 с.
4. Жмеренецкий В.Ф. Научно-методические основы построения и функционирования бортовых КСБП // Проблемы безопасности полетов. 1998. № 6. С. 25–32.
5. Жмеренецкий В.Ф., Полулях К.Д., Акбашев О.Ф. Основные направления снижения опасности полета ЛА // Проблемы безопасности полетов. 1999. № 10. С. 3–6.
6. Жулев В.А., Иванов В.С. Безопасность полетов летательных аппаратов: теория и анализ. М.: Транспорт, 1986. 224 с.
7. Ирмалиев Р.Э. Информационная модель безопасного полета воздушного судна // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия «Радиотехнические и инфокоммуникационные системы». Йошкар-Ола: ПГТУ. 2015. № 2 (26). С. 41–49.
8. Ирмалиев Р.Э. Перспективы развития системы безопасности полетов авиации Вооруженных Сил Российской Федерации // Военная мысль. 2015. № 8. С. 15–24.
9. Лушкин А.М. Методика оценивания уровня безопасности полетов по совокупности авиационных событий // Научный Вестник МГТУ ГА. 2010. № 162. С. 125–130.
10. Ноздрин В.И. Расширение понятия «человеческий фактор» // Проблемы безопасности полетов. 2001. № 4. С. 25–27.

11. Shaw R.R. Airline safety 1950-2000 // Aircraft. January 1985. Pp. 32–34.
12. Shappell S.A., Wiegmann D.A. The human factors analysis and classification system (HFACS) // FSF Flight Safety Digest. 2001. Vol. 20, no. 2. Pp. 15–28.
13. Плехов А.М., Шапкин С.Г. Словарь военных терминов. М.: Воениздат, 1988. 335 с.
14. Золотых В.И. О состоянии безопасности полетов // Воздушно-космические силы. Теория и практика. 2017. № 3. С. 59–67.
15. Бачкало Б.И., Золотых В.И. Методический аппарат оценки состояния защищенности авиационной системы от опасных факторов // Научный Вестник МГТУ ГА. 2019. Т. 22, № 6. С. 17–28. DOI: 10.26467/2079-0619-2019-22-6-17-28
16. Обеспечение безопасности полетов: учебник / Под ред. Р.Э. Ирмалиева. Монино: ВВА, 2010. 423 с.
17. Бриллюэн Л. Наука и теория информации. М.: Физматгиз, 1960. 392 с.
18. Бриллюэн Л. Научная неопределённость и информация. М.: КомКнига, 2006. 272 с.
19. Габидулин Э.М., Пилипчук Н.И. Лекции по теории информации: учеб. пособие. М.: МФТИ, 2007. 213 с.
20. Москвин А.Ю. Большой словарь иностранных слов. М.: Центрполиграф, 2005. 815 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Бачкало Борис Иванович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры боевой подготовки (авиации) Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», bachkalo@list.ru

Золотых Валерий Иванович, кандидат военных наук, доцент кафедры безопасности полетов Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», zolotykh-valeri@yandex.ru

ABOUT THE EQUIVALENT LEVEL OF FLIGHT SAFETY

Boris I. Bachkalo¹, Valeri I. Zolotykh¹

¹*Air Force Education and Research Center "The Zhukovsky and Gagarin Air Force Academy" Voronezh, Russia*

ABSTRACT

The article analyzes the meaning of the term "equivalent flight safety". The need for such an analysis is due to the fact that there is no definition of this term in the guidance documents on engineering and aerodrome flight support. This creates the ambiguous interpretation of the meaning embedded in this term and the possibility of non-compliance with the necessary flight safety measures at the aerodrome. As a result of the analysis, the expediency of the use of the term "equivalent level of flight safety" when determining the aerodrome operational suitability is substantiated. Management of the state of the aviation system from the point of view of information theory is considered. As a result, it was established that the ability to assess the impact of each element of the aviation system on its security against the effects of hazardous factors makes it possible to increase the efficiency of managing the state of this security. Dependence of the aerodrome flight safety level on the legality of the aerodrome operation is shown. The feasibility of achieving the equivalent level of flight safety using a new indicator, the equivalence coefficient, is substantiated. The formula that allows to calculate this indicator is derived. The numerical value of the equivalence coefficient depends on the values of the coefficients of compliance with the aerodromes operational suitability standards. The minimal set of evaluated elements is shown which determines the value of each coefficient of compliance with the aerodromes operational suitability standards. A mathematical model that reflects the dependence of the coefficient of compliance value with the operational suitability standards on the estimated indicators is constructed. The coefficients and indicators considered in the article in aggregate represent a new

approach to assessing the level of aerodrome flight safety. This approach can be successfully applied in assessing the level of flight safety by any element of the aviation system.

Key words: flight safety, hazard, aerodrome, equivalence coefficient, legality, security, operational suitability standards, aviation system.

REFERENCES

1. **Baynetov, S.D. and Shamshin, S.S.** (2007). *Metodika otsenki effektivnosti meropriyatiy po predotvrashcheniyu aviatsionnykh proisshestviy* [Methodology for the effectiveness evaluation of accident prevention measures]. *Military Thought*, no. 10, pp. 39–48. (in Russian)
2. **Gipich, G.N., Yevdokimov, V.G., Kuklev, Ye.A. and Shapkin, V.S.** (2013). *Riski i bezopasnost aviatsionnykh sistem: Monografiya* [Risks and safety of aviation systems: monography]. Moscow: GosNII GA, 232 p. (in Russian)
3. **Zhmerenetskiy, V.F., Polulyakh, K.D. and Akbashev, O.F.** (2014). *Active safety flight of the aircraft (Methodology, models, algorithms)*. Moscow: LENAND, 320 p. (in Russian)
4. **Zhmerenetskiy, V.F.** (1998). *Nauchno-metodicheskiye osnovy postroyeniya i funktsionirovaniya bortovykh KSBP* [Scientific and methodological foundations for the construction and operation of airborne safety systems]. *Problemy bezopasnosti poletov*, no. 6, pp. 25–32. (in Russian)
5. **Zhmerenetskiy, V.F., Polulyakh, K.D. and Akbashev, O.F.** (1999). *Osnovnyye napravleniya snizheniya opasnosti poleta LA* [The main directions for reducing the danger of flying aircraft]. *Problemy bezopasnosti poletov*, no. 10, pp. 3–6. (in Russian)
6. **Zhulev, V.A. and Ivanov, V.S.** (1986). *Bezopasnost poletov letatelnykh apparatov: teoriya i analiz* [Flight safety: theory and analysis]. Moscow: Transport, 224 p. (in Russian)
7. **Irmaliyev, R.E.** (2015). *Information model of the safe flight of aircraft*. *Vestnik of Volga State University of Technology. Series «Radio Engineering and Infocommunication Systems»*. Yoshkar-Ola: VSUOT, no. 2 (26), pp. 41–49. (in Russian)
8. **Irmaliyev, R.E.** (2015). *Prospects for development of aviation safety in the armed forces of the Russian Federation*. *Military Thought*, no. 8, pp. 15–24. (in Russian)
9. **Lushkin, A.M.** (2010). *Method of estimation of flight safety level on set of air events*. *Nauchnyy Vestnik MGTU GA*, no. 162, pp. 125–130. (in Russian)
10. **Nozdrin, V.I.** (2001). *Rasshireniye ponyatiya «chelovecheskiy faktor»* [The extension of the «human factor» concept]. *Problemy bezopasnosti poletov*, no. 4, pp. 25–27. (in Russian)
11. **Shaw, R.R.** (1985). *Airline safety 1950-2000*. *Aircraft*, January, pp. 32–34.
12. **Shappell, S.A. and Wiegmann, D.A.** (2001). *The human factors analysis and classification system (HFACS)*. *FSF Flight Safety Digest*, vol. 20, no. 2, pp. 15–28.
13. **Plekhov, A.M. and Shapkin, S.G.** (1988). *Slovar voyennykh terminov* [Dictionary of military terms]. Moscow: Voenizdat, 335 p. (in Russian)
14. **Zolotykh, V.I.** (2017). *On the aviation units flights safety state problem*. *Vozdushno-kosmicheskiye sily. Teoriya i praktika*, no. 3, pp. 59–67. (in Russian)
15. **Bachkalo, B.I. and Zolotykh, V.I.** (2019). *Methodical apparatus for evaluating the state of aviation system safety and security*. *Civil Aviation High Technologies*, vol. 22, no. 6, pp. 17–28. DOI: 10.26467/2079-0619-2019-22-6-17-28. (in Russian)
16. **Irmaliyev, R.E. (Ed.)**. (2010). *Obespecheniye bezopasnosti poletov. Uchebnik* [Safety: A Textbook]. Monino: VVA, 423 p. (in Russian)
17. **Brillyuen, L.** (1960). *Nauka i teoriya informatsii* [Science and information theory]. Moscow: Fizmatgiz, 392 p. (in Russian)
18. **Brillyuen, L.** (2006). *Nauchnaya neopredelonnost i informatsiya* [Scientific uncertainty and information]. Moscow: KomKniga, 272 p. (in Russian)

19. Gabidulin, E.M. and Pilipchuk, N.I. (2007). *Lektsii po teorii informatsii: uchebnoye posobiye* [Lectures on information theory: Tutorial]. Moscow: MFTI, 213 p. (in Russian)

20. Moskvina, A.Yu. (2005). *Bolshoy slovar inostrannykh slov* [Large dictionary of foreign words]. Moscow: Tsentrpoligraf, 815 p. (in Russian)

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Boris I. Bachkalo, Doctor of Technical Sciences, Professor, the Professor of the Air Force Combat Training Chair, the Military Education and Research Center, "The Zhukovsky and Gagarin Air Force Academy", bachkalo@list.ru.

Valeri I. Zolotykh, Candidate of Military Sciences, the Associate Professor of the Flight Safety Chair, the Air Force Education and Research Center, "The Zhukovsky and Gagarin Air Force Academy", zolotykh-valeri@yandex.ru.

Поступила в редакцию 27.04.2020
Принята в печать 24.09.2020

Received 27.04.2020
Accepted for publication 24.09.2020