

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: 10.26467/2079-0619-2020-23-1-8-18

**МЕТОД ФОРМАЛИЗАЦИИ ЛИЧНОСТНОГО ФАКТОРА
В ЭРГАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ**

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

Причины большинства авиационных происшествий, произошедших с государственными воздушными судами в Российской Федерации, обусловлены проявлениями «личностного фактора» летного состава во время выполнения полетного задания. Однако учет и оценка влияния «личностного фактора» на защищенность авиационной системы в настоящее время проводится фрагментарно и системного характера не имеет. Это является фактором, препятствующим применению системного подхода к проблеме влияния человеческого фактора на безопасность полетов. В связи с этим возникает необходимость количественно оценивать влияние «личностного фактора» на безопасность предстоящего полета с целью снижения этого влияния. Решение этой задачи потребует определить набор наиболее существенных показателей безопасности предстоящего полета со стороны «личностного фактора» летчика и обоснованно определить величину каждого определенного показателя. Ввиду отсутствия известным авторам механизмов оценки, позволяющих решить стоящую задачу, в статье обоснована необходимость разработки инструмента количественной оценки влияния потенциальных угроз, связанных с социальными и психофизиологическими ограничениями человека-оператора на безопасность управляемой им эргатической системой. В результате лично-ориентированного подхода к оценке состояния защищенности системы, реализованного путем применения интегрального показателя, определяющего суммарную величину угроз состоянию эргатической системы со стороны личностного фактора конкретного человека-оператора – суммарного показателя опасности человека-оператора, и выработки критериев оценки степени влияния данного показателя на безопасность эргатической системы, получен универсальный инструмент влияния личностного фактора на безопасность эргатической системы. Данный инструмент назван «Метод формализации личностного фактора в эргатической системе». Полученный метод позволяет разработать методику оценки влияния личностного фактора оператора применительно к любой эргатической системе, в том числе к системе «экипаж – воздушное судно».

Ключевые слова: эргатическая система, человек-оператор, личностный фактор, авиационная система, количественная оценка, опасный фактор.

ВВЕДЕНИЕ

Согласно официальной статистике причины большинства авиационных происшествий (АП), произошедших с государственными воздушными судами в Российской Федерации, обусловлены проявлениями личностного фактора (ЛФ) летного состава во время выполнения полетного задания. В связи с этим возникает необходимость в управлении ЛФ каждого летчика в аспекте его негативных проявлений. Но, в соответствии с основным постулатом менеджмента, управлять возможно только тем, что измеримо, поэтому необходимо оценивать влияние ЛФ летчика на защищенность авиационной системы (АС) от воздействия факторов опасности (ФО).

Таким образом, определена задача численной оценки влияния ЛФ на безопасность полетов. Для решения этой задачи необходимо иметь методический аппарат количественной оценки состояния защищенности АС от ФО, обусловленных проявлениями ЛФ летного состава.

Ввиду отсутствия известных авторам инструментов количественной оценки влияния на защищенность АС угроз, связанных с ЛФ авиационных специалистов, возникает необходимость в разработке метода, позволяющего учесть социальные и психофизиологические ограничения, связанные с участием человека в управлении эргатической системой. Целью настоящей статьи является доведение до научной общественности и специалистов в области безопасности полетов разработанного метода, позволяющего количественно учесть влияние потенциальных угроз, связанных с проявлениями ЛФ человека-оператора на безопасность управляемой им технической системой, который назван «Метод формализации личностного фактора в эргатической системе».

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Системы, связанные с деятельностью человека, называются искусственными. В данном случае нас интересует система, которую человек создает в самом процессе труда для получения общественно-необходимого продукта. Такая система называется *эргатической системой* (от греч. "эргон" – работа) [1–4]. В зависимости от характера продукта труда они могут быть производственными, информационными, транспортными и т.п.

Эргатическая система (далее ЭС) – это любая система, работающая с участием человека. Одним из видов технической ЭС является система «человек-машина».

Существует несколько оснований классификаций ЭС. Так, в зависимости от числа действующих в них людей, различают моноэргатические (один оператор) и полиэргатические (несколько человек) системы. Представление о современной моноэргатической системе схематично показано на рис. 1.

По типу взаимодействия человека и машины различают системы непрерывного взаимодействия (например, система «экипаж – воздушное судно») и системы эпизодического взаимодействия (например, система «человек – компьютер»).

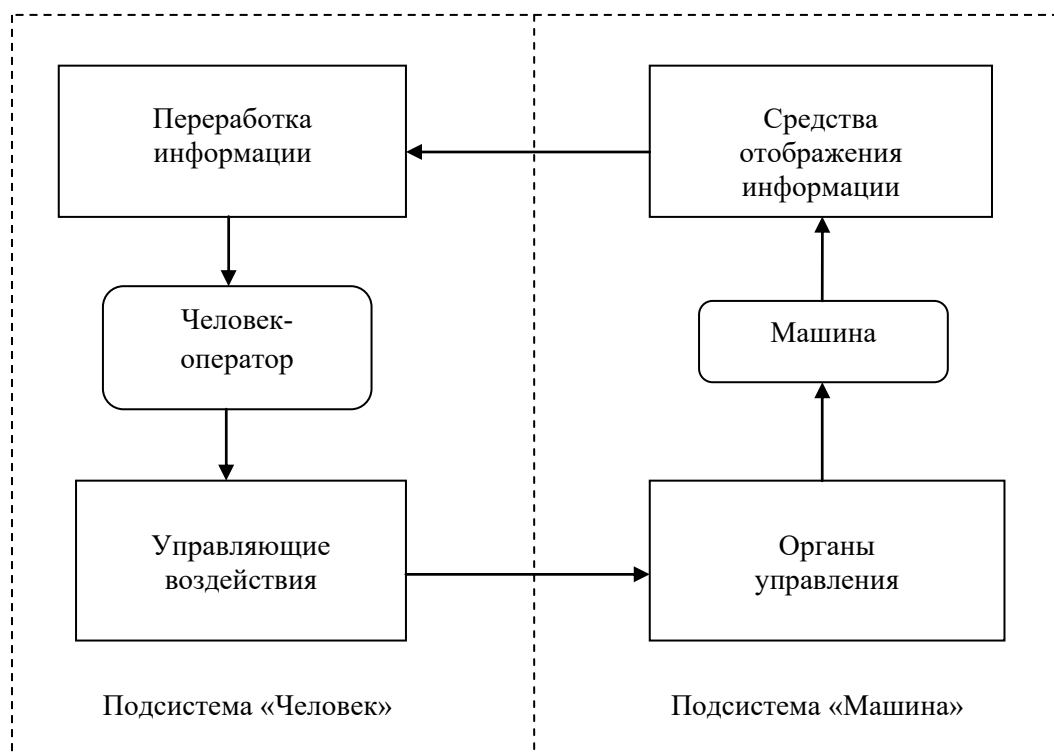


Рис. 1. Схема моноэргатической системы
Fig. 1. The monoergatic system scheme

Результатом функционирования ЭС выступает эргатическая функция. Эргатическая функция – сложная функция управления, составной элемент которой – человек-оператор. Одной из важнейших эргатических функций в [5] Е.А. Климовым выделена защита ЭС от помех и разрушений. Ввиду того, что современная ЭС – это человеко-машинная система, то при функционировании таких систем для реализации этой функции необходим учет человеческого фактора (далее ЧФ), то есть выделения аспектов, связанных с присутствием человека.

В данном случае необходимо рассматривать ЧФ в аспекте личностного фактора (далее ЛФ) человека-оператора. Под «личностным фактором» будем понимать набор социальных, физиологических и психологических возможностей и ограничений, присущих конкретному специалисту – индивидууму, представляющих собой потенциальную угрозу безаварийному функционированию ЭС.

В общем случае трагические события, причины которых обусловлены проявлениями ЛФ человека-оператора в ЭС, развиваются, как правило, по одному из двух путей развития ситуации:

- ошибочное решение, ставшее следствием неполной или искаженной информации о состоянии ЭС или низкой квалификации, которое приводит к неверным поступкам, которые, в свою очередь, становятся причиной развития или углубления аварийной ситуации;
- несанкционированные действия, которые расцениваются как преступные, ведущие к аварии или катастрофе.

Можно ли спрогнозировать и предотвратить негативные проявления социальных и психофизиологических аспектов, связанных с участием человека в управлении техническими системами? Иными словами, возможно ли «обуздать» ЛФ? Над решением этой проблемы пока без особых положительных результатов работают ученые многих стран на протяжении векового отрезка истории развития технического прогресса. В последнее время проблема влияния ЛФ на безопасность функционирования технических систем рассматривалась рядом исследователей [6–16].

По мнению авторов статьи решение обозначенной выше проблемы потребует применения личностно-ориентированного подхода к оценке состояния системы человек – машина [17]. Суть одной из задач, поставленной для решения этой проблемы, заключается в необходимости численной оценки или учета влияния ЛФ человека, участвующего в управлении ЭС, на безопасность этой системы. В таком аспекте проблема ЛФ широко не рассматривалась.

Прежде чем приступить к решению поставленной задачи, необходимо определить, что такое безопасность ЭС, ведь именно безопасность ЭС необходимо обеспечивать при ее функционировании.

Главной целью системы безопасности является сохранение целостности ЭС в процессе функционирования в результате защиты системы от воздействия внутренних и внешних угроз. Для удобства назовем угрозу ЭС термином «фактор опасности». В настоящей статье под *безопасностью любой эргатической системы понимается защищенность системы от воздействия факторов опасности, которая позволяет обеспечить целостность системы в процессе ее функционирования по назначению*. Под защищенностью следует понимать способность ЭС противостоять ФО с сохранением возможности функционировать по назначению в штатных и нештатных ситуациях. Данное определение дает возможность установить прямую зависимость между состоянием системы в процессе функционирования и воздействием на нее ФО.

Необходимо отметить, что безопасность или защищенность ЭС достигается в результате функционирования системы безопасности в двух контурах:

1. Система обеспечения безопасности ЭС, главной целью которой является создание необходимых условий для безаварийного функционирования ЭС по назначению.

2. Система управления безопасностью функционирования ЭС, предназначенная для компенсации влияния воздействия ФО на состояние ЭС в процессе ее функционирования по назначению.

В настоящей статье речь идет об обеспечении безопасности ЭС. Очевидно, для того, чтобы достичь главной цели обеспечения безопасности ЭС, необходимо выявить все ФО, потенциально угрожающие безаварийному функционированию ЭС, и устранить их, если это реально возможно, или минимизировать их влияние на состояние ЭС до начала процесса функционирования ЭС по назначению.

При решении задач защиты ЭС от ФО, связанных с ЛФ человека-оператора, возникает необходимость учета влияния ЛФ каждого конкретного индивидуума, выступающего в роли оператора в конкретной ЭС, будь то самолет, электростанция, поезд, буровая установка и т.д.

Представим абстрактную ЭС в виде модели, изображенной на рис. 2, где ЭС – система «человек-машина»;

$ЧО_i$ – i -й человек-оператор, участвующий в управлении ЭС;

n – количество операторов, допущенных к управлению данной ЭС.

В качестве оператора в ЭС могут выступать только штатные специалисты. Отсюда следует, что размерность n – конечна, поэтому задача по выявлению угроз системе, обусловленных ЛФ, – решается.

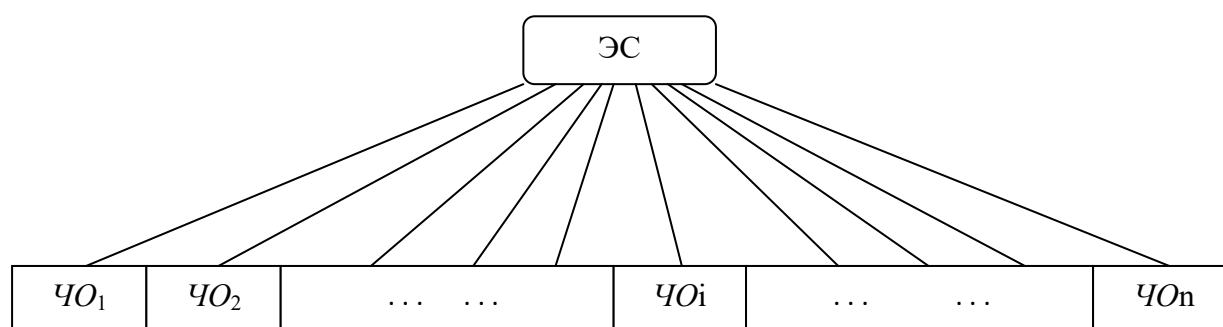


Рис. 2. Модель абстрактной эргатической системы
Fig. 2. Abstract ergatic system model

Учет влияния на состояние защищенности ЭС опасных факторов, связанных с личностью конкретного человека-оператора, как главного элемента ЭС, определяет необходимость разработки дополнительных критериев оценки уровня обеспечения безопасности ЭС, которые позволят объективно учесть влияние на безопасность системы показателей, связанных с такими явлениями, как:

- возникновение особой ситуации по вине человека-оператора (здесь под особой ситуацией понимается любая нештатная ситуация, перерастание которой в аварийную возможно предотвратить только своевременными, чаще всего неординарными действиями);
- ошибочные действия или бездействие при управлении ЭС;
- иные проявления недостаточного профессионализма при управлении ЭС;
- проявления недисциплинированности при управлении ЭС;
- иные несанкционированные действия при управлении ЭС;
- факты отстранения от управления ЭС;
- нечестность (сокрытие фактов возникновения особой ситуации) и т.д.

Для того, чтобы учесть влияние данных показателей на уровень обеспечения безопасности ЭС и увеличить количество достоверно известной информации о состоянии защищенности

ЭС, потребуется применить интегральный показатель, определяющий суммарную величину угроз состоянию ЭС со стороны ЛФ конкретного человека-оператора. Назовем этот показатель термином «суммарный показатель опасности человека-оператора».

Итак, *суммарный показатель опасности человека-оператора – это показатель, характеризующий потенциальную угрозу безопасности эргатической системы со стороны «личностного фактора» конкретного человека-оператора.* Численное значение суммарного показателя опасности человека-оператора ($K_{оч}$) напрямую зависит от негативных проявлений ЛФ конкретного индивида, задействованного в управлении ЭС. Очевидно, что на величину $K_{оч}$ влияют все перечисленные выше проявления ЛФ.

Для того, чтобы вывести формулу $K_{оч}$, необходимо определить набор существенных для безопасности системы показателей потенциальной угрозы безопасности предстоящего этапа или цикла функционирования ЭС (показателей опасности K). Сумма значений показателей опасности даст величину, которую мы назвали «суммарный показатель опасности человека-оператора» – $K_{оч}$:

$$K_{оч} = K_1 + K_2 \dots + K_i \dots + K_n, \quad (1)$$

где $K_{оч}$ – суммарный показатель опасности человека-оператора;
 K_i – i -й показатель опасности ЭС со стороны ЛФ человека-оператора;
 n – количество определенных показателей опасности.

Зададим диапазон изменений величины суммарного показателя опасности человека-оператора в определенной n области показателей K : величина $K_{оч}$ может изменяться от 0 до 1. При $K_{оч} = 0$ угрозы состоянию ЭС со стороны ЛФ человека-оператора отсутствуют, при $K_{оч} = 1$ угрозы состоянию ЭС со стороны ЛФ человека-оператора определяются как максимально возможные.

Для удобства использования введем новый показатель, характеризующий человека-оператора, как источника потенциальных угроз безаварийному функционированию ЭС. Назовем этот показатель термином «уровень безопасности человека-оператора». Используя $K_{оч}$ при определении величины уровня безопасности человека-оператора ($U_{чо}$), мы получаем возможность учитывать влияние проявлений ЛФ человека-оператора на обеспечение безопасности ЭС. Для удобства применения численная величина уровня безопасности человека-оператора должна быть обратной численному значению суммарного показателя опасности человека-оператора. При максимальном значении $K_{оч} = 1$, уровень безопасности человека-оператора должен приобретать минимальное значение $U_{чо} = 0$. И наоборот, при минимальном значении $K_{оч} = 0$, уровень безопасности человека-оператора должен приобретать максимальное значение. Переведем в проценты значение, обратное значению $K_{оч}$, и представим значение уровня безопасности человека-оператора в виде выражения (2):

$$U_{чо} = (1 - K_{оч}) \cdot 100\%, \quad (2)$$

где $U_{чо}$ – уровень безопасности человека-оператора;
 $K_{оч}$ – суммарный показатель опасности человека-оператора.

Очевидно, что величина $U_{чо}$ может меняться от 0% до 100%.

Далее для разработки метода формализации ЛФ в ЭС потребуется использовать введенный в употребление суммарный показатель опасности человека-оператора ($K_{оч}$). $K_{оч}$ является показателем, величина которого напрямую зависит от негативных проявлений ЛФ конкретного человека-оператора. Для того, чтобы вставить в формулу (1) конкретные величины, необходимо:

1. Определить набор показателей потенциальной угрозы безопасности ЭС (показателей опасности K).

2. Обоснованно определить величину каждого показателя потенциальной угрозы безопасности ЭС, представленного в виде показателя опасности K .

Чтобы сформировать набор показателей потенциальной угрозы состоянию ЭС со стороны ЛФ человека-оператора, необходимо применить экспертные методы.

На первом этапе наиболее целесообразным является метод опроса. Важным условием получения достоверных оценок при применении методов экспертных оценок является формирование экспертной группы, т.к. от компетентности, креативности, конформизма, самокритичности экспертов зависит объективность и справедливость результатов экспертизы.

Опрос экспертов следует провести в два тура. Первый тур проводится в очной форме, индивидуально, способом интервьюирование-анкетирование. Основной задачей интервьюирования является определение наиболее существенных показателей потенциальной угрозы состоянию ЭС со стороны ЛФ человека-оператора. В ходе опроса следует делать упор на опыт опрашиваемых.

При проведении второго тура следует применить групповой вид экспертного опроса, в ходе которого ранее опрошенные индивидуально эксперты в процессе совместной дискуссии вырабатывают консолидированную позицию в отношении угроз состоянию ЭС со стороны ЛФ человека-оператора. В результате опроса экспертов должны быть определены существенные, с точки зрения большинства экспертов, показатели потенциальной угрозы безопасности ЭС со стороны ЛФ человека-оператора.

На втором этапе определенные в результате экспертного опроса показатели угрозы безопасности ЭС подвергаются процедуре субъективного шкалирования с применением шкалы Лайкерта. Это необязательно, но может быть целесообразным в том случае, если в результате рассогласованности мнений экспертов было определено неоправданно завышенное количество показателей.

Следующим этапом будет определение численной величины каждого определенного показателя, названного показателем опасности.

Причинно-обусловленные явления, признаки которых не поддаются точной количественной оценке, называют атрибутивными признаками. К числу таких явлений относятся проявления ЛФ человека-оператора, поэтому наибольшую трудность представляет обоснование весовой доли каждого показателя опасности. Для решения этой задачи следует использовать метод экспертных оценок, в частности, метод парных сравнений.

Методом парных сравнений определяется относительная значимость или весовая доля каждого определенного показателя опасности, иными словами, устанавливается степень влияния каждого показателя потенциальной угрозы со стороны ЛФ человека-оператора на состояние ЭС. Полученные численные величины, определяющие весовые доли каждого показателя опасности переводятся в проценты с таким расчетом, чтобы в сумме все определенные показатели давали 100%.

Следующим этапом будет определение текущих значений каждого показателя опасности в зависимости от зафиксированных фактов проявления того или иного негативного проявления ЛФ человека-оператора при управлении ЭС, определенные как показатели потенциальной угрозы состоянию ЭС. Для решения этой задачи необходимо использовать экспертные методы, в частности, метод опроса и метод балльных оценок.

Применение метода опроса компетентных экспертов позволит определить, сколько фиксированных значений должна иметь величина того или иного показателя опасности в зависимости от количества зафиксированных фактов проявления оцениваемого показателя ЛФ человека-оператора.

Затем определяется максимальное значение, которое может принимать оцениваемый показатель опасности. С учетом того, что максимальная величина $K_{оч} = 1$, и имея полученные весовые доли каждого показателя опасности, выраженные в процентах от максимального значения $K_{оч}$, получим максимальное значение оцениваемого показателя опасности в виде десятичной дроби, которое будет кратно полученному процентному эквиваленту оцениваемого показателя.

Потом методом балльных оценок определяются значения оцениваемого показателя опасности в зависимости от количества зафиксированных фактов проявления оцениваемого показателя ЛФ человека-оператора.

После этого, путем опроса компетентных экспертов, определяется срок влияния факта проявления оцениваемого показателя ЛФ человека-оператора на величину соответствующего показателя опасности.

Подобным образом следует определять значения каждого показателя опасности в зависимости от фактов проявления соответствующего показателя угрозы состоянию ЭС со стороны ЧФ оператора. Определенные таким образом значения каждого показателя опасности в сумме дадут численное значение суммарного показателя опасности $K_{оч}$, которое будет изменяться от 0 до 1.

Подставляя в формулу (2) полученное значение $K_{оч}$, вычисляем текущее значение уровня безопасности человека-оператора $U_{чо}$.

Завершающим этапом будет разработка критериев оценки влияния ЛФ человека-оператора на состояние защищенности ЭС. Для этого целесообразно использовать цветовую шкалу $U_{чо}$, состоящую, например, из 5 цветов: красного, оранжевого, синего, желтого и зеленого цветов.

При переходе к номинативной шкале (шкале наименований) красному цвету соответствует категория «уровень безопасности оператора $U_{чо}$ совсем не соответствует требованиям, предъявляемым к безопасности ЭС. Недопустимо».

Оранжевый цвет – «уровень безопасности оператора $U_{чо}$ в основном не соответствует требованиям, предъявляемым к безопасности ЭС. Условно допустимо».

Синий цвет – «уровень безопасности оператора $U_{чо}$ не в полной мере соответствует требованиям, предъявляемым к безопасности ЭС. Допустимо».

Желтый цвет - «уровень безопасности оператора $U_{чо}$ в основном соответствует требованиям, предъявляемым к безопасности ЭС. Вполне допустимо».

Зеленый цвет – «уровень безопасности оператора $U_{чо}$ в полной мере соответствует требованиям, предъявляемым к безопасности ЭС. Допустимо в первую очередь».

Затем необходимо распределить значения $U_{чо}$ по цветовой шкале. Для решения этой задачи следует применить метод экспертных оценок, в частности, балльный метод или метод непосредственной оценки.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Представленный метод соответствует требованиям, предъявляемым к механизму численной оценки угроз безопасности ЭС, связанных социальными и психофизиологическими возможностями и ограничениями человека, управляющего этой системой. Этапы полученного метода показаны на рис. 3. В основе метода формализации личностного фактора в эргатической системе лежат те же принципы, что и в методе формализации атрибутивных признаков, подробно описанного в работе [18].



Рис. 3. Этапы метода формализации личностного фактора в эргатической системе
Fig. 3. The ergatic system personal factor formalizing method stages

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, получив возможность определять численное значение K_{oc} в зависимости от фактов проявления ЛФ человека-оператора и выработав критерии оценки степени влияния данного показателя на безопасность ЭС, в зависимости от численного значения U_{co} , получен метод формализации личностного фактора в эргатической системе. Представленный в статье метод является универсальным инструментом, позволяющим разработать методику оценки влияния ЛФ оператора применительно к любой конкретной эргатической системе.

В заключение следует отметить, что данный метод взят за основу при разработке методического аппарата оценки состояния защищенности АС от факторов опасности, обусловленных проявлениями ЛФ авиационных специалистов из числа летного состава на безопасность полетов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бусленко Н.П., Калашников В.В., Коваленко И.Н. Лекции по теории сложных систем. М.: Советское радио, 1973. 440 с.
2. Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем. М.: Высшая школа, 2006. 511 с.
3. Дружинин В.В., Конторов Д.С. Системотехника. М.: Радио и связь, 1985. 200 с.
4. Зараковский Г.М., Павлов В.В. Закономерности функционирования эргатических систем. М.: Радио и связь, 1987. 232 с.
5. Климов Е.А. Введение в психологию труда: учебник для ВУЗов. М.: Культура и спорт, ЮНИТИ, 1998. 350 с.

6. Евдокимов В.Г. Мониторинг и обеспечение безопасности полетов с учетом изменения функциональных свойств и факторов рисков сложных технических систем: авиационных систем: дисс. ... док. тех. наук. СПб.: СПб ГУГА, 2013. 329 с.
7. Козлов А.С. Человеческий фактор и система обеспечения безопасности полетов // Научный вестник МГТУ ГА. 2012. № 182. С. 84–88.
8. Козлов В.В. Человеческий фактор: психофизиологические опасные факторы полета и их профилактика: метод. пособие / В.В. Козлов, О.А. Косолапов, В.И. Зорилэ, И.И. Мединцев. М.: ООО Полиграф, 2000. 76 с.
9. Котик М.А., Емельянов А.М. Природа ошибок человека-оператора на примерах управления транспортными средствами: монография. М.: Транспорт, 1993. 252 с.
10. Королев Л.М. Психологическое обеспечение профессионального становления летного состава: монография. Монино: ВВА, 2000. 199 с.
11. Ноздрин В.И. Расширение понятия «человеческий фактор» // Проблемы безопасности полетов. 2001. № 4. С. 25–27.
12. Носов Н.А. Ошибки пилота: психологические причины. М.: Транспорт, 1990. 64 с.
13. Пономаренко В.А. Психология человеческого фактора в опасной профессии. Красноярск: Поликом, 2006. 629 с.
14. Пономаренко В.А. Психологический анализ летных происшествий и предпосылок к ним: метод. пособие. М.: Военное издательство, 1990. 56 с.
15. Розов С.А. Определение уровня безопасности полетов с учетом проявления человеческого фактора, внешней среды и безотказности авиационной техники: дис. ... канд. техн. наук. М.: МГТУ ГА, 2001. 225 с.
16. Усик И.В., Гаранина О.Д. Антропологические ограничения безопасности техники // Научные ведомости БГУ. Серия: Философия. Социология. Право. 2009. № 10 (65). С. 25–33.
17. Бачкало Б.И., Золотых В.И. Личностно-ориентированный подход при оценке и управлении состоянием безопасности полетов // Научный вестник МГТУ ГА. 2019. Т. 22, № 4. С. 21–32. DOI: 10.26467/2079-0619-2019-22-4-21-32
18. Бачкало Б.И., Золотых В.И. Метод формализации атрибутивных признаков // Научный вестник МГТУ ГА. 2019. Т. 22, № 2. С. 8–15. DOI: 10.26467/2079-0619-2019-22-2-8-15

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Бачкало Борис Иванович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры боевой подготовки 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.

THE ERGATIC SYSTEM PERSONAL FACTOR FORMALIZING METHOD

Boris I. Bachkalo¹, Valeri I. Zolotykh¹

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

The majority of reasons for aviation accidents that occurred with the state aircraft in the Russian Federation are due to the flight personnel manifestations of the “personality factor” during the flight mission. However, the aviation system security record and evaluation of “personality factor” influence is carried out fragmentarily at present and does not have a systemic character. This is

the factor that impedes the use of a systematic approach to the problem of the human factor influence on flight safety. In this regard, there is a need to quantify the "personality factor" impact on the safety of the upcoming flight in order to reduce this impact. The solution to this problem will require the determination of the most significant pilot's upcoming flight "personality factor" safety indicators set and a substantial description of each specific indicator value. Due to the lack of the assessment mechanisms to solve this problem which are known to the authors the article substantiates the need to develop a tool for the quantitative assessment of potential threats impact associated with the social and psychophysiological restrictions of a human-operator on ergatic system safety controlled by this person. As a result of a personality-oriented approach to assessing the state of system security, implemented by means of using an integral indicator determining the total threats magnitude of a particular human operator personality factor to the ergatic system state - the total human operator hazard indicator, and developing criteria for ergatic system safety this indicator influence degree; a universal tool for assessing the influence of the personality factor on ergatic system safety has been obtained. This tool is called the "The ergatic system personality factor formalizing method". The obtained method allows us to develop a methodology for assessing the influence of the operator's personality factor which is applicable to any ergatic system, including the system of "crew – aircraft".

Key words: ergatic system, human operator, personality factor, aviation system, quantitative assessment, hazardous factor.

REFERENCES

1. **Buslenko, N.P., Kalashnikov, V.V. and Kovalenko, I.N.** (1973). *Lektsii po teorii slozhnykh system* [Complex systems theory lectures]. Moscow: Sovetskoye radio, 440 p. (in Russian)
2. **Volkova, V.N. and Denisov, A.A.** (2006). *Teoriya system* [The theory of systems]. Moscow: Vysshayashkola, 511 p. (in Russian)
3. **Druzhinin, V.V. and Kontorov, D.S.** (1985). *Sistemotekhnika* [Engineering systems]. Moscow: Radio i svyaz, 200 p. (in Russian)
4. **Zarakovskiy, G.M. and Pavlov, V.V.** (1987). *Zakonomernosti funktsionirovaniya ergaticheskikh system* [Ergatic systems functioning patterns]. Moscow: Radio i svyaz, 232 p. (in Russian)
5. **Klimov, E.A.** (1998). *Vvedeniye v psikhologiyu truda: uchebnik dlya VUZov* [Labor psychology introduction: a textbook for high schools]. Moscow: Kultura i sport, YuNITI, 350 p. (in Russian)
6. **Evdokimov, V.G.** (2013). *Monitoring i obespecheniye bezopasnosti poletov s uchetom izmeneniya funktsionalnykh svoystv i faktorov riskov slozhnykh tekhnicheskikh system: aviatsionnykh sistem: dis. ... dok. tekhn. nauk* [Monitoring and flight safety promotion with regard to complex technical systems functional properties and risk factors changes: diss. ... doc. of technical sciences]. St.Petersburg: SPb GUGA, 332 p. (in Russian)
7. **Kozlov, A.S.** (2012). *The human factor as the main element in safety of flight system of.* Nauchnyy Vestnik MGTU GA, no. 182, pp. 84–88. (in Russian)
8. **Kozlov, V.V., Kosolapov, O.A., Zorile, V.I. and Medintsev, I.I.** (2000). *Chelovecheskiy faktor: psikhofiziologicheskiye opasnyye factory poleta i ikh profilaktika: metodicheskoye posobiye* [The human factor: psychophysiological flight hazards and their prevention: methodological manual]. Moscow: LLC Polygraph, 76 p. (in Russian)
9. **Kotik, M.A. and Emelyanov, A.M.** (1993). *Priroda oshibok cheloveka-operatora na primerakh upravleniya transportnymi sredstvami: Monografiya* [The nature of human operator errors on the examples of vehicle management: Monograph]. Moscow: Transport, 252 p. (in Russian)
10. **Korolev, L.M.** (2000). *Psikhologicheskoye obespecheniye professionalnogo stanovleniya letnogo sostava: Monografiya* [Psychological support for the professional development of flight personnel]. Monino: VVA, 199 p. (in Russian).
11. **Nozdrin, V.I.** (2001). *Rasshireniye ponyatiya «chelovecheskiy faktor»* [The "human factor" concept extension]. Problemy bezopasnosti poletov [Flight safety problems], no. 4, pp. 25–27. (in Russian)
12. **Nosov, N.A.** (1990). *Oshibki pilota: psikhologicheskiye prichiny* [Psychological reasons for pilot errors]. Moscow: Transport, 64 p. (in Russian)
13. **Ponomarenko, V.A.** (2006). *Psikhologiya chelovecheskogo faktora v opasnoy professii* [A dangerous profession human factor psychology]. Krasnoyarsk: Polycom, 629 p. (in Russian)

14. Ponomarenko, V.A. (1990). *Psikhologicheskiy analiz letnykh proisshestviy i predposylok k nim: metodicheskoye posobiye* [Flight accidents and their prerequisites psychological analysis: methodological manual]. Moscow: Voennoyeizdatelstvo, 56 p. (in Russian)

15. Rozov, S.A. (2001). *Opredeleniye urovnya bezopasnosti poletov s uchetom proyavleniya chelovecheskogo faktora, vneshney sredy i bezotkaznost iaviatsionnoy tekhniki: dis. ...kand. tekhn. nauk* [The level of human factor, the external environment and the reliability of aircraft manifestation in flight safety determination: dissertation. ... candidate of technical sciences]. Moscow: MGТУ GA, 225 p. (in Russian)

16. Usik, I.V. and Garanina, O.D. (2009). *Antropologicheskiye ogranicheniya bezopasnosti tekhniki* [Technical safety anthropological limitations]. Nauchnyye vedomosti BGU. Seriya: Filosofiya. Sotsiologiya. Pravo, no. 10 (65), pp. 25–33. (in Russian)

17. Bachkalo, B.I. and Zolotykh, V.I. (2019). *The personality-oriented approach in the evaluation and management of the flight safety conditions*. Civil Aviation High Technologies, vol. 22, no. 4, pp. 21–32. DOI: 10.26467/2079-0619-2019-22-4-21-32. (in Russian)

18. Bachkalo, B.I. and Zolotykh, V.I. (2019). *Method of attributive signs formalization*. Civil Aviation High Technologies, vol. 22, no. 2, pp. 8–15. DOI: 10.26467/2079-0619-2019-22-2-8-15. (in Russian)

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Boris I. Bachkalo, Doctor of Technical Sciences, Professor, the Professor of the Air Force 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 Air Force Education and Research Center "The Zhukovsky and Gagarin Air Force Academy", zolotykh-valeri@yandex.ru.

Поступила в редакцию 28.11.2019
Принята в печать 23.01.2020

Received 28.11.2019
Accepted for publication 23.01.2020