

УДК 007. 629.735  
UDC 007. 629.735

### СТАТИСТИЧНА ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СКЛАДНОСТІ ОСОБЛИВИХ ВИПАДКІВ У ПОЛЬОТІ ПО ЗВЕДЕННЮ АВАРІЙНИХ КОНТРОЛЬНИХ КАРТ

*Аль-Аммори Х.А.*, Національний транспортний університет, Київ, Україна,  
hasan.ammori@gmail.com, orcid.org/0000-0002-1371-2205

*Дегтярєва А.О.*, Національний транспортний університет, Київ, Україна,  
degtjarova@gmail.com, orcid.org/0000-0001-5883-6060

*Клочан А.Є.*, Національний транспортний університет, Київ, Україна, varsenchuk@gmail.com,  
orcid.org/0000-0002-4225-9382

### STATISTICAL EVALUATION THE TECHNOLOGICAL COMPLEXITY OF SPECIAL CASES IN FLIGHT ON SUMMARIES OF EMERGENCY CONTROL CARDS

*Al-Ammouri H.A.*, National Transport University, Kyiv, Ukraine, hasan.ammori@gmail.com,  
orcid.org/0000-0002-1371-2205

*Degtjarova A.O.*, National Transport University, Kyiv, Ukraine, degtjarova@gmail.com,  
orcid.org/0000-0001-5883-6060

*Klochан A.E.*, National Transport University, Kyiv, Ukraine, varsenchuk@gmail.com,  
orcid.org/0000-0002-4225-9382

### СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СЛОЖНОСТИ ОСОБЫХ СЛУЧАЕВ В ПОЛЁТЕ ПО СВОДКАМ АВАРІЙНИХ КОНТРОЛЬНИХ КАРТ

*Аль-Аммори Х.А.*, Национальный транспортный университет, Киев, Украина,  
hasan.ammori@gmail.com, orcid.org/0000-0002-1371-2205

*Дегтярєва А. О.*, Национальный транспортный университет, Киев, Украина,  
degtjarova@gmail.com, orcid.org/0000-0001-5883-6060

*Клочан А.Е.*, Национальный транспортный университет, Киев, Украина,  
varsenchuk@gmail.com, orcid.org/0000-0002-4225-9382

#### Постановка проблемы

Управление безопасностью полетов предполагает управление рисками для безопасности полетов (УРБП) которое включает два этапа – выявление источников опасности для безопасных полетов и минимизацию рисков, то есть априорных опасностей [1, 2].

Технологическая сложность бортового авиационного оборудования, сложность выполнения стандартных летных процедур - Standard flight procedures (SFP) являются одним из главных источников опасности при выполнении полетов в сложных условиях. Это приводит к тому, что основными проблемами самолётовождения, как выделяет ICAO (International civil aviation organization) в своей статистике авиапроисшествий и инцидентов, становятся потеря управления в полете LOC (loss of control in-flight), а также проблема столкновения исправного воздушного судна (ВС) с землей – CFIT (controlled flight into terrain). Вот почему необходимо найти способы и методы оценки сложности летных процедур (а значит и бортовых систем) в ожидаемых и неожиданных условиях эксплуатации, используя нормативную документацию для производства полетов – например, – руководства по летной эксплуатации (РЛЭ). Для статистической обработки РЛЭ в 1995 – 2000 гг. была предложена специальная методология технологии процессного анализа полета (ТПАП) [3].

Ожидаемые условия эксплуатации, как известно, включают и особые ситуации в полете. Особая ситуация в полёте представляет собой ситуацию, возникающую в полете в результате воздействия неблагоприятных факторов или их сочетания и приводящая к потенциальному снижению уровня безопасности полета. Особый случай в полёте может быть вызван проявлением граничных технологических норм по аэродинамике, устойчивости, управляемости и прочности ВС, отказом функциональных систем или их элементов, влиянием неблагоприятных внешних условий, недостатками в наземном обеспечении полетов, ошибками личного состава, нарушениями правил эксплуатации авиатехники и пилотирования, различным сочетанием указанных выше факторов.

К особым случаям в полёте относятся усложнение условий полета ( $P_{\text{УУП}} = 10^{-3} \dots 10^{-5} \text{ час}^{-1}$ ), сложная ситуация ( $P_{\text{СС}} = 10^{-5} \dots 10^{-7} \text{ час}^{-1}$ ), аварийная ситуация ( $P_{\text{АС}} = 10^{-7} \dots 10^{-9} \text{ час}^{-1}$ ), катастрофическая ситуация ( $P_{\text{КС}} < 10^{-9} \text{ час}^{-1}$ ). Усложнение условий полета – это особая ситуация, характеризующая незначительным увеличением психофизиологической нагрузки на экипаж или незначительным ухудшением аэродинамических характеристик, влияющих на устойчивость и управляемость ВС. Усложнение условий полета не приводит к необходимости немедленного или предусмотренного заранее изменения плана полета и не препятствует его благополучному завершению. Сложная ситуация – это особая ситуация, характеризующаяся заметным повышением психофизиологической нагрузки на экипаж или заметным ухудшением летных характеристик, устойчивости, управляемости, а также выходом одного или нескольких параметров полета за эксплуатационные ограничения, но без достижения предельных ограничений и расчетных условий. Предотвращение перехода сложной ситуации в аварийную или катастрофическую может быть обеспечено своевременными и правильными действиями экипажа, в том числе немедленным изменением плана, профиля или режима полета. Аварийная ситуация – особая ситуация, характеризующаяся значительным повышением психофизиологической нагрузки на экипаж, ухудшением летных характеристик, устойчивости и управляемости и приводящая к достижению (превышению) предельных ограничений и расчетных условий. Катастрофическая ситуация – это особая ситуация, при возникновении которой предотвращение гибели людей или потере ВС оказывается практически невозможным. К этим ситуациям можно отнести попадание ВС в опасные метеорологические условия, отказ двигателя (двигателей), отказ системы (систем) ВС, приводящий к необходимости изменения плана полета. Кроме того пожар на ВС, потеря устойчивости, управляемости, нарушение прочности, потеря радиосвязи, потеря ориентировки, ранение или внезапное ухудшение здоровья члена экипажа ВС (пассажира), и другие.

Информация об опасных случаях в полете содержится во всех нормативных документах, таких как, авиационные правила, наставления по производству полетов, различных инструкциях, циркулярах. Но, к сожалению, общие методологические вопросы, например, переходы от ожидаемых условий эксплуатации к неожиданным условиям при появлении любых случаев в полете, отличие ошибок летного состава от стандартных операции при таких переходах пока еще не рассматривались. Были сделаны рядом исследователей попытки решить такие проблемы с помощью теории нечетких множеств Заде, но они оказались неудачными и достаточно абстрактными.

#### **Анализ последних публикаций**

За последние 10 лет ИКАО и ряд других международных организаций проводило работу по созданию обобщающих руководств и стандартов по управлению полетами, в том числе при особых случаях полетов. В этом плане следует отметить руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП), которые в течении 5-7 лет интенсивно обсуждались в авиапрессе и как итог этих дискуссии, в которых участвовали все страны, входящие в ИКАО, в 2013 году появился первый интегральный стандарт – Приложение 19 «Управление безопасностью полетов».

#### **Постановка задания.**

На основе анализа РЛЭ и ОСП необходимо разработать методику оценки технологической сложности по аварийным контрольным картам (АКК) с вычислением индексных коэффициентов сложности, а также оценить сложность отдельных систем и комплексов бортового оборудования ВС.

Целью данной статьи является рассмотрение вопросов управления БП в свете основных положений Приложения 19 на основе (технологии процессного анализа полета) ТПАП – специальной методологии оценки технологической сложности стандартных летных процедур при пожарах двигателей и других особых полетных ситуаций по сводкам аварийных контрольных карт (АКК), имеющихся в РЛЭ всех воздушных судов. Сразу следует отметить, что оценка стандартных летных процедур (SFP) есть одновременно оценка сложности и самой системы ВС.

#### **Основная часть**

Как пример особого случая в полете рассмотрим пожар авиадвигателя. Основные сложности при полетах с пожарами двигателей, которые возникают у летного состава, при их ликвидации, с учётом системного и процессного подходов, рассмотрены на рис. 1. [3]. Методология технологии процессного анализа полета и ее этапы предоставлены на рис.2. Методология предполагает семь этапов реализации поставленной задачи по оценке технологической сложности SFP и основана на применении логики и статистики процессного анализа, а также ТПАП [3, 4].

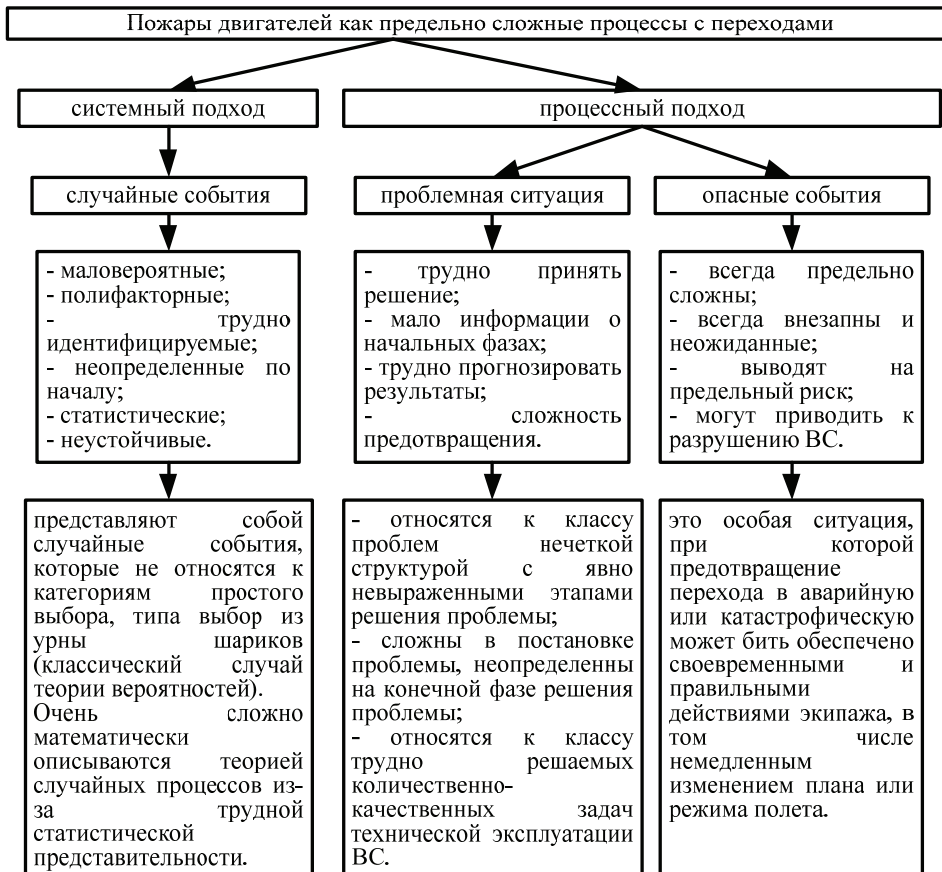


Рисунок 1 – Проблемные характеристики пожаров авиадвигателей  
 Figure 1 - Problem characteristics the fires of aircraft engines

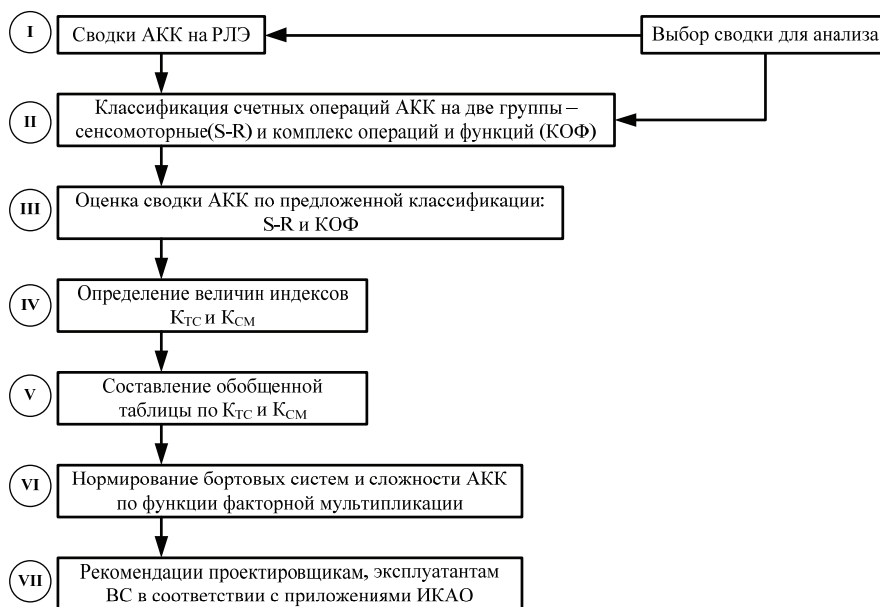


Рисунок 2 – Методология оценки технологической сложности АКК  
 Figure 2 - Methodology for assessing the technological complexity of emergency control card (ECC)

Методология состоит из следующих этапов:

I этап – предлагается комплексная интегрированная классификация деятельности летного экипажа, учитывающая сенсомоторную деятельность летного экипажа, а также функции принятия решений.

II этап - проводится оценка сводки АКК по новой классификации деятельности пилотов.

III этапу - проводится индексная оценка по Ктс и Ксм и предложены обобщения таблицы по Ктс и Ксм и выполняется энтропийные оценки сложных операций и систем.

По IV – VI этапам проводится оценка SFP АКК по специальным статистическим индексам Ксм и Кко.

Рассмотрим более подробно особенности предложенного подхода на примерах обработки АКК воздушных судов АН-74 и АН-148-100 [5, 6].

Как видно из примера (рис.3.) любая АКК содержит сенсомоторные операции и операции по принятию решений. Пока в конструкторских документах, авиационных правилах (АП), нормах летной годности, в программах подготовки летного состава (ППЛС) эти операции рассматривают отдельно. Особенно это видно при анализе авиационных правил [7, 8], где определены нормы по сенсомоторным операциям и нет норм по функциям нормирований.

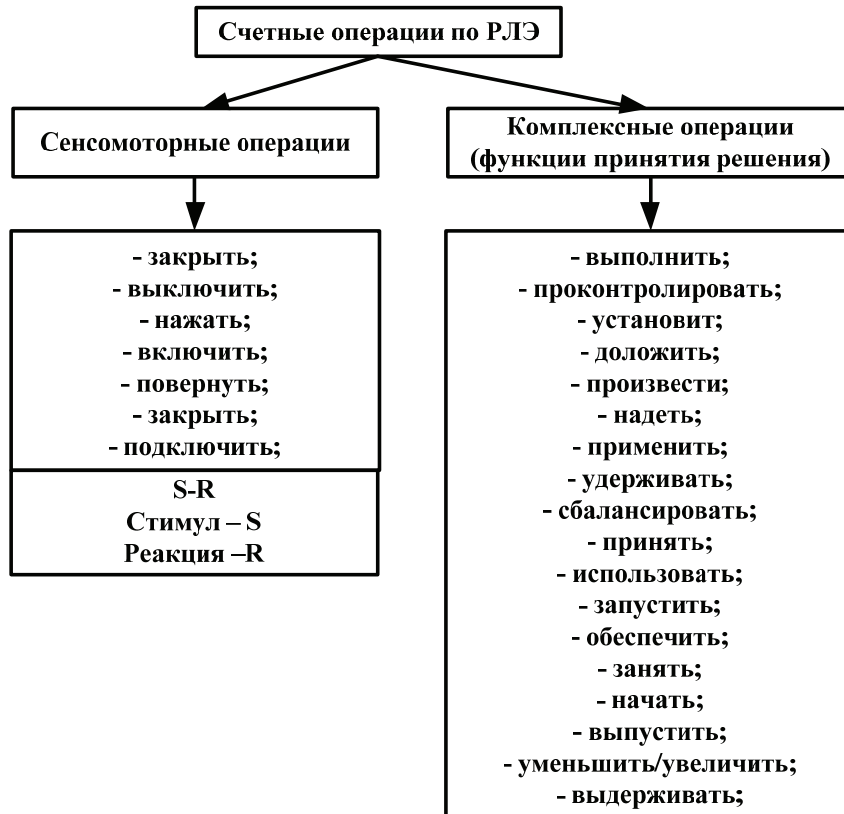


Рисунок 3 – Классификация счетных операций по РЛЭ  
Figure 3 - Classification of denumerable operations by flight manual

На рис.3. показана предложенная классификация счетных операций РЛЭ – АКК по двум группам СМ и КО, построенная в результате статистической обработки всех АКК воздушных судов АН-74 и АН-148-100. Из рис.3. видно, что номенклатура комплекса операций значительно более обширна, чем сенсомоторных операций [9,10,11], что говорит об общей технологической сложности деятельности экипажей при ликвидации пожаров ВС.

Рассмотрим оценку технологической сложности на примере аварийной контрольной карте «Пожар в гондole двигателя (в вентиляционном или газогенераторном отсеке)» самолёта АН-74. Информация по операциям АКК, соответствующие счетные операции и их исполнителя сведены в табл. 1. По пунктам 4, 5 дадим методику оценку технологической сложности:

А) – Определим статистические индексы оценки технологической сложности по счетным предельным операциям РЛЭ по предложенной классификации «сенсомоторика – комплекс операций (функций)». Обозначенный:  $N_{CM}$  – количество сенсомоторных реакций;  $N_{KO}$  – количество комплексов операций (функций);  $N_o$  – общее количество счетных операций по РЛЭ.

Б) – Определим статистические коэффициенты (индексы) следующим образом:

$K_{TC} = \frac{N_{KO}}{N_o}$  – индекс технологической сложности комплекса операций.

$K_{CM} = \frac{N_{CM}}{N_o}$  – индекс сложности сенсомоторных операций.

Проведем нормирование сложности SFP или бортовых систем с использованием функций факторной мультипликации. Определим численные значения  $K_{TC}$  для простых, сложных и предельно сложных SFP как это показано на рис.4. Следует отметить, что нормирование бортовых систем по критерию сложности функций факторной мультипликации проводится впервые и имеет большое значение для дальнейшего усовершенствования норм летной годности и авиационных правил. Такое нормирование определяется с учетом взаимодействия факторов.

Таблица 1 – Оценка технологической сложности на примере АКК самолёта АН – 74  
Table 1 - The estimation of technological complexity on an example of AN - 74 ECC

Операции АКК	Счетные операции	Исполнитель
* (1) Рычаг СТОП ПРАВ (СТОП ЛЕВ) горящего двигателя в положение ОСТАНОВ	установить	КВС, КВС-2П
* (2) Пожарный кран остановленного двигателя закрыть	закрыть СМ	КВС
* (3) Произвести экстренное снижение	выполнить КО	КВС
<b>ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. ДЕЙСТВИЯ ПО П. (4)-(13) ПРОИЗВОДИТЬ ОДНОВРЕМЕННО С ЭКСТРЕННЫМ СНИЖЕНИЕМ</b>		
* (4) Подкачивающие насосы горящего двигателя	выключить	2П
* (5) Срабатывание огнетушителей первой очереди	проконтролировать	КВС, 2П, БМ
* (6) Если автоматическое срабатывание огнетушителя не произошло – кнопку – табло горящего отсека	нажать	КВС, КВС-БМ
* (7) Секундомер	включить	КВС
* (8) Генераторы остановленного двигателя	отключить	КВС
* (9) Отбор воздуха от остановленного двигателя	отключить	2П
* (10) СКВ грузовой кабины	отключить	2П
(11) Если в течении 15с пожар не потушен – кнопку разрядки огнетушителя второй очереди	нажать	КВС, КВС-БМ
(12) Ликвидацию пожара	проконтролировать	КВС, 2П, БМ
(13) Если пожар потушен огнетушителем первой очереди – главный переключатель системы в положение ОТКЛ, а затем в положение ГОТОВ	установить	КВС, КВС-БМ
(14) При повторном пожаре – кнопку разрядки огнетушителя второй очереди	нажать	КВС, КВС-БМ
(15) Если пожар потушен огнетушителем второй очереди - главный переключатель системы в положение ОТКЛ, а затем в положение ГОТОВ	установить	КВС, КВС-БМ
(16) Сигнал бедствия	включить	КВС
(17) Диспетчеру УВД	доложить	КВС-БР(2П)
(18) Посадку на ближайшем аэродроме	произвести	КВС, 2П

Оценка технологической сложности по функции энтропии мультипликативности взаимодействия факторов по следующей формуле [3]:

$$S_i = \left( - \prod_{i=1}^n (k_{TC})_i \right) \log \left( \prod_{i=1}^n (k_{TC})_i \right) \quad (1)$$

где  $(k_{TC})_i$  – вероятность появления индекса события

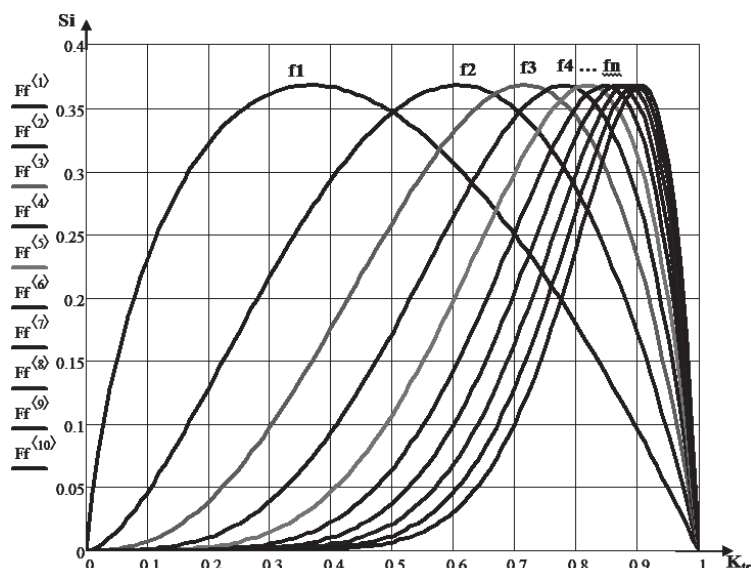


Рисунок 4 – Нормирование индексов сложности SFP для бортовых систем с использованием функций факторной мультипликации  
 Figure 4 – Normalization of SFP complexity indexes for on-board systems using factor multiplexing functions

При этом определим уровни сложности SFP:

$K_{TC} = 0,1 \dots 0,3$  простые системы (SFP)

$K_{TC} = 0,3 \dots 0,6$  – системы средней сложности (SFP)

$K_{TC} = 0,6 \dots 0,9$  – системы предельной сложности (SFP)

Из анализа видно:

1. Суммарный коэффициент технологической сложности  $K_{\Sigma TC} = 0,689$

2. При нормировании технологической сложности в соответствии с рис.4. рассмотрены летные операции по АКК (таблицы 2, 3) относятся к классу предельно сложных технологических процессов.

Нормирование по уровню сложности – простые, средней сложности, предельной сложности соответствуют общим правилам нормирования, которые используются в нормативных документах по охране производственных процессов (охране труда).

Такое нормирование определяется с учетом оценки взаимодействия факторов.

Таблица 2 . Оценка технологической сложности по  $K_{TC}$  и  $K_{CM}$  Ан – 74

Table 2 . The estimation of technological complexity on and AN - 74

	Названия ситуаций по РЛС	$K_{TC}$	$K_{CM}$
1	Пожар в гондоле двигателя	0,44	0,56
2	Пожар в отсеке ВСУ	0,5	0,5
3	Пожар в кабинах	0,47	0,53
4	Отказ двигателя и ПОС при обледенении	0,59	0,41
5	На снижении и посадке	0,87	0,13
6	Отказ двух двигателей	0,71	0,29
7	Посадка с неисправной (убр.) передней опорой	0,72	0,28
8	Посадка с одной невыпущенной опорой	0,68	0,32
9	Посадка с невыпущенными шасси	0,71	0,29
10	Посадка на фюзеляж	0,69	0,31
11	Отказ двигателя и снижение эффективности обогрева	0,64	0,36
12	При отказе в крейсерском полете и на снижении	0,73	0,27
13	Аварийная посадка на сушу	0,78	0,22
14	Аварийная посадка на воду	0,76	0,24
15	Выполнение посадки	0,65	0,35
16	Заход на посадку с от казами	0,90	0,10
17	Самопроизвольная подача огневого вещества	0,87	0,13

Таблица 3 – Сравнительная оценка Ан-74 и Ан-148-100 по проблемной ситуации «пожар» по Ктс  
Table 3 – Comparative evaluation of An-74 and An-148-100 on the problem situation "fire" in Kts

		АН -74	А4-148-100
1	Пожар в гондоле двигателя	0,44	0,36
2	Пожар в отсеке ВСУ	0,5	0,36
3	Пожар в кабинах:	0,47	
	А) в кабине экипажа		0,6
	Б) пас. салоне, заднем БГО, туалете		0,69
4	Пожар в подпольных БГО		0,7
5	Ложное срабатывание сигнализации		0,8 – 0,9

### Выводы

1. Руководства по летной эксплуатации являются основными технологическими документами, которые позволяют снять и минимизировать риски возникновения ошибок летных экипажей в особых случаях полетов.

2. Однако в настоящее время в достаточной степени проектировщики и эксплуатанты ВС не используют методы общей теории статистики для статистической обработки этих технологических эксплуатационных документов, а также, руководств по технической эксплуатации, технических регламентов и инструкций.

3. Предложенная методология оценки технологической сложности АКК, имеющихся в РЛЭ ВС, позволяет это сделать.

4. Получены численные значения индексных коэффициентов сложности для ВС Ан-74 и Ан-148-100, проведен их сравнительный анализ.

5. Полученные результаты следует использовать при создании РЛЭ новых ВС, а также при составлении программ подготовки летного состава (ППЛС).

6. На основе проведенного анализа по аварийным контрольным картам доказано, что работу по тушению пожаров на борту ВС следует считать предельно сложным технологическим процессом та как коэффициент технологической сложности  $K_{TC} > 0,6$ . Поэтому при подготовке пилотов по АКК следует акцентировать внимание прежде всего на выполнения им функций принятия решений и задач по комплексным операциям (SFP).

### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Doc. 9859-AN/460. Руководство по управлению безопасностью полетов // Междунар. орг. гражд. авиац. – Монреаль: ИКАО, 2006. - 364 с.

2. Управление безопасностью полетов. Приложение 19, Международная организация гражданской авиации, Издание первое, 2013. – 44 с.

3. Хохлов Е.М, Аль-Аммори Али. Авторский процессный подход (авторский взгляд на первое десятилетие внедрения процессного подхода в глобальном масштабе 1995-2005гг.). – Киев: издательский дом компьютерпресс, 2010. - 176 с.

4. Елисеева И.И., Юзбашев М.М. Общая теория статистики: Учебник/ Под ред. И.И. Елисеевой. - 4-е изд., перераб. и доп., — М.: Финансы и статистика, 2001. - 480 с.:

5. Руководство по летной эксплуатации Самолет АН-74-200. АСЦ ГосНИИ ГА Книга 1. 2003. – 502 с.

6. Самолет Ан-148-100. Руководство по летной эксплуатации. 2004. – 1353 с.

7. Авиационные правила АП-25. Нормы лётной годности самолётов. – М.: МАК, 1994. – 344 с.

8. Единые нормы летной годности гражданских транспортных самолетов стран-членов СЭВ (ЕНЛГ-С) / Тех. ред. В.Н. Добровольская. - М.: Междувед. комис. по нормам летной годности гражд. самолетов и вертолетов СССР, 1985. - 470 с.

9. Основы инженерной психологии под ред. Б.Ф.Ломова. М.: Высшая школа, 1977. 335 с.

10.Стивенс С.С. Экспериментальная психология. Т. 1 1960, 71с.

11.Ошибки пилота: человеческий фактор / Пер. с англ. А.С.Щеброва. - М.: "Транспорт" 1986. - 262 с.

### REFERENCES

1. Doc. 9859-AN/460. Rukovodstvo po upravleniyu bezopasnostyu poletov [Manual on safety management]. (2006). Monreal: ICAO. [in Russian].

2. Upravlenie bezopasnostyu poletov. Prilozhenie 19 [Safety management. Annex 19] (2013) N.p. [in Russian].
3. Hohlov E.M. & Al-Ammori Ali (2010) Avtorskiy protsessnyiy podhod (avtorskiy vzglyad na pervoe desyatiletie vnedreniya protsessnogo podhoda v globalnom masshtabe 1995-2005gg.) [Author's process approach (author's view on the first decade of implementation of the process approach on a global scale in 1995-2005)]. Kiev: Izdatelskiy dom kompyutrpess [in Russian].
4. Eliseeva I.I. (Eds.) & Yuzbashev M.M. (2001) Obschaya teoriya statistiki. Uchebnik [General Theory of Statistics. Textbook]. Moscow: Finansyi i statistika [in Russian].
5. Rukovodstvo po letnoy ekspluatatsii Samolet AN-74-200. Kniga 1 [Manual on flight operation Aircraft AN-74-200. Book 1] (2003). ASTs GosNII GA [in Russian].
6. Rukovodstvo po letnoy ekspluatatsii Samolet AN-148-100 [Manual on flight operation Aircraft AN-148-100] (2004). [in Russian].
7. Aviatsionnyie pravila AP-25. Normyi lyotnoy godnosti samolyotov [Aviation regulations AP-25. Standards of airworthiness of aircraft] (2009). Moscow: MAK. [in Russian].
8. Dobrovolskaya V.N. (Eds.) (1985) Edinyie normyi letnoy godnosti grazhdanskih transportnyih samoletov stran-chlenov SEV (ENLG-S) [Uniform norms of the airworthiness of civil transport aircraft of the CMEA member countries (ENLG-C)]. Moscow: Mezhdved. komis. po normam letnoy godnosti grazhd. samoletov i vertoletov SSSR. [in Russian].
9. Lomov B.F. (Eds.) Osnovyi inzhenernoy psikhologii [Fundamentals of engineering psychology]. Moscow: Vysshaya shkola. [in Russian].
10. Stevens S.S. (1960). Eksperimentalnaya psikhologiya. Vol. 1 [Experimental Psychology. Vol. 1].
11. Oshibki pilota: chelovecheskiy factor [Pilot errors: the human factor]. (1986). (A.Shchebrova, Trans). Moscow: Transport. [in Russian].

#### РЕФЕРАТ

Аль-Амморі Х.А. Статистична оцінка технологічної складності особливих випадків в польоті по зведенню аварійних контрольних карт / Х.А. Аль-Амморі, А.О. Дегтярьова, А.Е. Клочан // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2018. – Вип. 1 (40).

У статті вперше запропонована статистична методологія оцінки технологічної складності стандартних льотних операцій і бортових систем по зведенню аварійних контрольних карт, які містяться в КЛЕ - керівництві з льотної експлуатації. Також, розглядаються основні етапи запропонованої методології, акцентується увага на їх наукову новизну - нову інтегральну класифікацію льотної діяльності по комплексам сенсомоторних дій і функцій прийняття рішень.

В даний час у всіх джерелах інженерної психології та ергономіки сенсомоторні операції і функції прийняття рішення розглядаються окремо та за різними класифікаціями. При цьому відсутнє нормування за функціями прийняття рішення, а в авіаційних правилах і нормах льотної придатності є лише норми на сенсомоторні операції пілотів. Нова інтегральна класифікація одночасно по сенсомоторних операціях і функціях прийняття рішення дозволяє провести статистичну обробку по ряду нормативних документів, таких як КЛЕ, технічних інструкціях, регламентах і т.д.

Слід зазначити, що статистичні зведення АКК вперше піддавалися обробці за способами і методами, які використовуються в загальній теорії статистики - індексування, групування і т.д. Така статистична обробка має велику перспективу при мінімізації ризиків для управління безпекою польотів та зниження ризиків по людському фактору. Методологія застосовується для ПС АН-74 і АН-148-100 - визначені індексні коефіцієнти для різних особливих ситуацій в польоті, проведена оцінка технологічної складності операцій при ліквідації пожеж та інших проблемних ситуацій в польоті. Отримані результати дозволяють знизити і мінімізувати ризики виникнення помилкових дій льотних екіпажів при парированні і знятті проблемних ситуацій в польоті.

Запропонована методологія відповідає вимогам міжнародного стандарту ІКАО - Управління безпекою польотів. Додаток 19, зокрема управління ризиками для безпеки польотів та їх мінімізації.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** аварійні контрольні карти, технологічна складність, стандартні льотні операцій, індекс складності, нормування по функції факторної мультиплікації.

#### ABSTRACT

Al-Ammouri H.A., Degtiarova A.O., Klochan A.E. Statistical evaluation the technological complexity of special cases in flight on summaries of emergency control cards. Visnyk National Transport University.



Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2018. – Issue 1 (40).

The paper first proposed a statistical methodology for assessing the technological complexity of standard flight operations and airborne systems based on summaries the emergency control cards of flight operations manual. The main stages of the proposed methodology are considered, attention is focused on their scientific novelty - a new integral classification of flight activity on the base of complexes the sensorimotor actions and decision-making functions.

Currently, in all resources of engineering psychology and ergonomics, the sensorimotor operations and decision-making functions are considered in different classifications and separately. At the same time, there is no rationing according to the decision-making functions, and in the aviation rules and norms of airworthiness there are only norms for the sensorimotor operations of pilots. The new integral classification simultaneously by sensorimotor operations and decision-making functions allows carrying out statistical processing on a number of normative documents, such as flight operations manual, technical instructions, regulations, etc.

It should be noted that the statistical reports on the base of emergency control cards were first subjected to processing by methods that are used in the general theory of statistics - indexing, grouping, etc. Such statistical processing has a great prospect with minimization of risks for managing safety of flights and reducing risks the human factor. The methodology is used for the AN-74 and AN-148-100 aircraft - index factors for various special situations in flight have been determined, the technological complexity of operations in the elimination of fires and other problem situations in flight has been assessed. The obtained results allow reducing and minimizing the risks the erroneous action of flight crews when parrying and removing problematic situations in flight.

The proposed methodology meets the requirements of the ICAO International Standard - Safety Management. Annex 19, in particular risk management for safety and their minimization.

**KEYWORDS:** Emergency control cards, technological complexity, standard flight operations, complexity index, rationing by the function of factor multiplexing.

#### РЕФЕРАТ

Аль-Аммори Х.А. Статистическая оценка технологической сложности особых случаев в полете по сводкам аварийных контрольных карт / Х.А. Аль-Аммори, А.О. Дегтярева, А.Е. Ключан // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2018. – Вып. 1 (40).

В статье впервые предложена статистическая методология оценки технологической сложности стандартных летных операций и бортовых систем по сводкам аварийных контрольных карт, имеющихся в РЛЭ – руководствах по летной эксплуатации. Рассматриваются основные этапы предложенной методологии, акцентируется внимание на их научную новизну – новую интегральную классификацию летной деятельности по комплексам сенсомоторных действий и функций принятия решений.

В настоящее время во всех источниках инженерной психологии и эргономике сенсомоторные операции и функции принятия решения рассматриваются по разным классификациям и отдельно. При этом отсутствует нормирование по функциям принятия решения, а в авиационных правилах и нормах летной годности имеются только нормы на сенсомоторные операции пилотов. Новая интегральная классификация одновременно по сенсомоторных операциях и функциям принятия решения позволяет провести статистическую обработку по ряду нормативных документов, таких как РЛЭ, технические инструкции, регламенты и т.д.

Следует отметить, что статистические сводки АКК впервые подвергались обработке по способам и методам, которые используются в общей теории статистики – индексирование, группирование и т.д. Такая статистическая обработка имеет большую перспективу при минимизации рисков для управления безопасностью полётов и снижению рисков по человеческому фактору.

Методология применяется для ВС АН-74 и АН-148-100 - определены индексные коэффициенты для различных особых ситуаций в полете, произведена оценка технологической сложности операций при ликвидации пожаров и других проблемных ситуаций в полете.

Полученные результаты позволяют снизить и минимизировать риски возникновения ошибочных действий летных экипажей при парировании и снятии проблемных ситуаций в полете.

Предложенная методология отвечает требованиям международного стандарта ИКАО - Управление безопасностью полетов. Приложение 19, в частности управление рисками для безопасности полетов и их минимизации.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** аварийные контрольные карты, технологическая сложность, стандартные летные операций, индекс сложности, нормирование по функции факторной мультипликации.

**АВТОРИ:**

Аль-Аммори Хасан Алійович, Національний транспортний університет, аспірант кафедри Міжнародних перевезень та митного контролю, e-mail: hasan.ammori@gmail.com, тел. +380939160432, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, orcid.org/0000-0002-1371-2205.

Дегтярьова Анастасія Олегівна, Національний транспортний університет, аспірантка кафедри електроніки та обчислювальної техніки, e-mail: degtjarova@gmail.com, тел. +380985257847, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, orcid.org/0000-0001-5883-6060.

Клочан Арсен Євгенійович, Національний транспортний університет, аспірант кафедри електроніки та обчислювальної техніки, e-mail: varsenchuk@gmail.com, тел. +380683528126, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, orcid.org/0000-0002-4225-9382.

**AUTHOR:**

Al-Ammori Hasan Alievich, National Transport University, post-graduate student of the Department of International Road Transportation and Customs Control, e-mail: hasan.ammori@gmail.com, tel. +380939160432, Ukraine, 01010, Kiev City, Suvorov Street 1, orcid.org/0000-0002-1371-2205.

Degtjarova Anastasia Olegovna, National Transport University, post-graduate student of the Department of Electronics and Computing Equipment, e-mail: degtjarova@gmail.com, tel. +380985257847, Ukraine, 01010, Kiev City, Suvorov Street 1, orcid.org/0000-0001-5883-6060.

Klochhan Arsen Evgenievich, National Transport University, post-graduate student of the Department of Electronics and Computer Engineering, e-mail: varsenchuk@gmail.com, tel. +380683528126, Ukraine, 01010, Kiev City, Suvorov Street 1, orcid.org/0000-0002-4225-9382.

**АВТОРЫ:**

Аль-Аммори Хасан Алиевич, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры международных перевозок и таможенного контроля, e-mail: hasan.ammori@gmail.com, тел. +380939160432, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, orcid.org/0000-0002-1371-2205.

Дегтярева Анастасия Олеговна, Национальный транспортный университет, аспирантка кафедры электроники и вычислительной техники, e-mail: degtjarova@gmail.com, тел. +380985257847, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, orcid.org/0000-0001-5883-6060.

Клочан Арсен Евгеньевич, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры электроники и вычислительной техники, e-mail: varsenchuk@gmail.com, тел. +380683528126, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, orcid.org/0000-0002-4225-9382.

**РЕЦЕНЗЕНТИ:**

Баранов Г.Л., доктор технічних наук, професор, професор кафедри інформаційних систем і технологій Національного транспортного університету, Київ, Україна.

Корченко О. Г., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри безпеки інформаційних технологій, Національний авіаційний університет, Київ, Україна.

**REVIEWER:**

Baranov G.L., Ph.D., professor, position - professor of department of Information Systems and Technologies in National Transport University, Kyiv, Ukraine.

Korchenko A.G. Doctor of Science in Eng., Professor, Head of Academic Department of IT-Security, National Aviation University, Kyiv, Ukraine.