

УДК 004:658.78

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ РАЗРАБОТКИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ В ЦЕЛЯХ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАРАШЮТОВ

Аведян Э.В., Боков М.М., Иванов Е.В.

*ФГКВООУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил*

*«Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»», Воронеж,*

*e-mail: edmonalvares@mail.ru*

Эксплуатация современных парашютных систем самолёта позволяет сделать вывод, что их техническое состояние непосредственно влияет не только на решение учебно-боевых задач, но и на безопасность полётов, на работу системы спасения экипажа самолёта, терпящего бедствие. Последствием изменения качественного состояния парашютной системы является нештатная ситуация в полёте, способная привести к катастрофе. Анализ отечественных и зарубежных исследований показывает, что это изменение может быть связано с неправильной транспортировкой, применением не по назначению, с несоответствием условий хранения предъявляемым требованиям. Необходимо путём построения формальной системы на основе использования методов информационной теории разработать методический подход и программу для ЭВМ на его основе, чтобы проводить численную оценку изменения качественного состояния парашютных систем в зависимости от воздействия на них климатических параметров атмосферы в период эксплуатации.

**Ключевые слова:** эксплуатация парашютных систем, качественное состояние, безопасность полётов, численная оценка, климатические параметры

## PROBLEM DEVELOPMENT OF SPECIALIZED COMPUTER PROGRAMS IN ORDER TO ASSESS THE IMPACT OF CLIMATE CONDITIONS FOR PERFORMANCES PARACHUTE

Avedyan E.V., Bokov M.M., Ivanov E.V.

*Military Educational Scientific Center of Military and Air Forces «Military*

*and Air Academy of a name of professor N.E. Zhukovskogo and Yu.A. Gagarin»,*

*e-mail: edmonalvares@mail.ru*

Operating modern aircraft parachute system allows us to conclude that their technical condition directly affects not only the educational decision – combat missions, but also to the safety of flight, to work the aircraft crew escape system in distress. Effects of changes in the qualitative state of the parachute system is an emergency situation in flight that can lead to disaster. Analysis of domestic and foreign research shows that this change may be due to improper transportation, the use of diversion, with a mismatch conditions of storage requirements. It should, by constructing a formal system through the use of techniques of information theory to develop a methodical approach and a computer program based on it, allows you to carry out a numerical estimate of changes in the qualitative state of parachute systems, depending on the influence of climate parameters of the atmosphere during the operation.

**Keywords:** operation of parachute systems, quality state, flight safety, numerical estimation, climate parameters

Развитие Воздушно-космических сил (ВКС) в условиях современной внешне-политической обстановки включает перевооружение, внедрение новых поколений воздушных судов и интенсивное восстановление авиационных баз в северных, дальневосточных и южных регионах Российской Федерации и за рубежом. Достижение высокого уровня боевой готовности авиационной техники (АТ) и безопасности полетов во многом зависит от надежности систем самолёта, методов мониторинга и контроля соответствия фактических показателей в реальных условиях эксплуатации на различных этапах жизненного цикла изделия проектным требованиям [5].

Анализ авиационных происшествий при посадке самолета показал, что многие из

них связаны с неисправностью тормозной системы, к которой относятся тормозные парашюты (ТП). ТП – парашют с комплектом устройств, обеспечивающих его размещение и крепление на самолёте и введение в действие; предназначается для сокращения длины пробега. Обычно вводится на скорости 180–400 км/ч; резко увеличивает сопротивление воздуха, что позволяет быстро снизить скорость движения самолёта и сократить длину пробега на 30–35%. Использование ТП особенно целесообразно при посадке самолёта на увлажнённую или обледенелую взлётно-посадочную полосу (ВПП), когда эффективность тормозов колёс шасси резко снижена из-за уменьшения коэффициента сцепления и пользование ими на начальном этапе пробега становится опасным.

На лёгких самолётах обычно применяют один ТП площадью 15–40 м<sup>2</sup>, на средних и тяжёлых – тормозные парашютные системы, состоящие из нескольких куполов общей площадью до 200 м<sup>2</sup>. Время вытягивания и наполнения куполов 1,5–3 с. Тормозное усилие парашютов пропорционально квадрату скорости движения самолёта. ТП, как правило, размещаются в хвостовой части фюзеляжа таким образом, чтобы линия действия тормозящего усилия проходила возможно ближе к центру масс самолёта. Тормозная парашютная система состоит обычно из вытяжных и основных парашютов (включающих купол и стропы), чехла, контейнера со створками и замка. После открытия створок контейнера пружина выталкивает в воздушный поток вытяжной парашют, который вытягивает чехол и основные парашюты.

В случае отказа в их работе, (разрыв купола, изменение воздушной проницаемости, обрыв вытяжных ремней и т.д.) возникает нештатная ситуация посадки, которая может привести к авиационному происшествию. Одна из возможных причин отказа работы ТП – неправильные условия его эксплуатации, в том числе и при хранении.

Различают две группы факторов внешней среды, влияющих на процесс эксплуатации:

1) факторы, существенно изменяющие скорость протекания обычно сравнительно длительно развивающихся в элементах ТП процессов – деструкции, коррозии, гниения и т.п.;

2) факторы, связанные с взаимодействием ТП с внешней средой в процессе эксплуатации – изменение технических характеристик, появление повышенных динамических нагрузок, повышенного износа элементов конструкции и т.п. [6].

К основным факторам, которые определяют особенности эксплуатации ТП и характеризуют район базирования, относятся:

- температура и влажность воздуха;
- солнечная активность и инсоляция;
- атмосферное электричество;
- атмосферные осадки, их вид и количество;
- запыленность;
- засоленность грунта и воды;
- биологические факторы;
- ветер.

В этих условиях особую актуальность приобретает разработка методики оценки эксплуатационно-технических характеристик ТП при воздействии на него природно-климатических условий. Главным образом, это воздействие направлено на расшатывание внутренней структуры материала, из которого он изготовлен, ухудшении его рабочих свойств и характеристик.

Это связано с несоответствием задаваемых требований по климатическим условиям заводом-изготовителем ТП и фактическими условиями его эксплуатации в различных физико-географических районах России и зарубежья [2, 3].

Для оценки комплексного влияния климатических факторов на изменение качественного состояния имущества [3] приводятся основные регионы хранения и их характеристика (табл. 1).

В табл. 1 представлены основные географические районы Российской Федерации и им соответствующие климатические условия [3], в которых возможно хранение ТП.

В табл. 2 приведены результаты расчета экстремальных характеристик температуры воздуха для выше названных географических районов (табл. 1).

Актуальной становится задача численного расчета оценки воздействия микроклиматической нагрузки на имущество в период его длительного хранения. Ее решение проводится в стационарной постановке с использованием статистической энтропии [1].

Таблица 1

Основные регионы хранения и их характеристика

№ п/п	Регионы хранения	Климатические районы
1.	Северо-Западный регион (СЗР)	II5 Умеренный II8 Умеренно теплый влажный
2.	Северо-Кавказский регион (СКР)	II7 Умеренно теплый II9 Умеренно теплый с мягкой зимой
3.	Центрально-Европейский регион (ЦР)	II5 Умеренный
4.	Приволжско-Уральский регион (ПУР)	II4 Умеренно холодный II5 Умеренный
5.	Алтайский регион (АР)	II4 Умеренно холодный
6.	Забайкальский регион (ЗР)	II4 Умеренно холодный
7.	Дальневосточный регион (ДР)	II4 Умеренно холодный II6 Умеренно влажный

Таблица 2

Средние характеристики температуры воздуха на территории РФ

Климатический район	Пункт	Статистические характеристики распределения температуры воздуха			
		Средняя годовая температура, °С	Стандартное отклонение, °С	Коэффициент асимметрии	Коэффициент эксцесса
Очень холодный	Якутск	-10,6	23,2	-0,23	-1,29
	Оймякон	-16,6	24,4	-0,07	-1,68
Холодный	Салехард	-5,7	15,1	-0,25	-0,85
Арктический приполюсный	широта 84° с.ш. долгота 180°	-17,8	-	-	-
Арктический восточный	Тикси	-13,4	16,0	-0,57	-0,98
Арктический западный	Амдерма	-7,0	11,4	-0,34	-0,49
	Диксон	-11,5	13,5	-0,44	-0,91
Умеренно холодный	Тюмень	1,7	14,0	-0,39	-0,75
	Улан-Удэ	-0,6	16,0	-0,26	-1,05
Умеренный	Москва	4,6	11,6	-0,33	-0,52
	Мурманск	0,4	9,6	-0,24	-0,13
Умеренно влажный	Владивосток	4,5	12,1	-0,36	-0,91
Умеренно теплый с мягкой зимой	Одесса	10,3	10,2	-0,24	-0,72
	Новороссийск	13,0	9,0	-0,28	-0,48
Теплый влажный	Батуми	14,6	7,2	-0,13	-0,901
	Астара	14,7	8,0	-0,09	-1,17

Зависимость качественного состояния имущества при хранении в хранилище носит сложный характер, так как учитывает достаточно большое количество факторов, обуславливающих как условия хранения, так и работу самого хранилища.

Главной особенностью является то, что как в отапливаемых, так и в неотапливаемых хранилищах и площадках открытого хранения под влиянием климатических условий географического района формируются местные локальные условия хранения, которые обуславливают изменение качественного состояния имущества.

Методика расчета оценки качественного состояния имущества основана на применении информационной теории К. Шеннона.

Ее основу составляет количественная мера разности априорной и апостериорной статистических энтропий для вполне определенных групп хранения имущества. Процесс хранения группы имущества в хранилище рассматривается как система, описываемая физико-статистической информацией [4].

Пусть имеем систему «Группа хранения имущества – климатический параметр». Группа хранения имущества характеризуется конечным состоянием  $X$ , зависимым от климатической нагрузки, определяемой параметрами  $x_i$ , т.е.

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_i). \quad (1)$$

Пусть это состояние определяется вероятностью нагрузки климатического параметра,

входящего в группу физических характеристик воздуха, определяющего условия хранения  $P(x_1), P(x_2), \dots, P(x_i)$

$$\sum_{i=1}^n P(x_i) = 1; \quad (2)$$

$$P(x_i) = P_i \quad (3)$$

где  $i$  – условный порядковый номер климатической характеристики, определяющей условия хранения и создающей климатическую нагрузку на имущество, находящегося в хранилище;  $n$  – количество исследуемых расчетных точек, рассматриваемые характеристики.

Как и в работе [4], статистическую априорную энтропию климатической нагрузки  $H(x_i)$  рассматриваемой физической характеристики атмосферного воздуха при хранении имущества определяется по основанию натурального логарифма из выражения

$$H(x_i) = \sum_{i=1}^n P_i(x_i) \ln P_i(x_i). \quad (4)$$

В то же время, учитывая изменения рассматриваемой характеристики воздуха в хранилище, описываемые состоянием  $x_i$ , в рассмотрение вводится показатель  $(Y)$ , характеризующий эти изменения, т.е.  $Y = (y_1, y_2, \dots, y_j)$ , который определяется законом его изменения в хранилище.

Мерой качественного состояния авиационного имущества является разность

условных энтропий определяемой между заданными условиями хранения и реально сложившимися.

Зная статистические вероятностные распределения характеристик воздуха в хранилище и вероятности измеренных численных значений соответствующих хранению имущества, можно провести исследования по оценке изменения меры информации между ними, соответствующей изменению качественного состояния имущества при хранении.

Основной математический алгоритм расчета основан на использовании катализованных процедур Mathcad, входящих в программное обеспечение ЭВМ. Необходимость применения операторов этого уровня связана с тем, что его основные положения достаточно просты, доступны.

Организация счета и формирование циклов проводится путем ранжирования переменных, которые определяют начало и конец счета.

Основная формула расчета, определяющая численные значения изменения качественного состояния имущества при длительном хранении имеет вид

$$I_i = \left| \ln \left[ \frac{2\delta t}{x_2 - x_1} \right] \right|. \quad (5)$$

Здесь  $I_i$  – изменения качественного состояния имущества при длительном хранении;  $i$  – текущий счетчик счета численного значения качественного состояния имущества соответствующей шкале изменения микроклиматического параметра;  $\delta t$  – ошибка измерения микроклиматического параметра, определяющего хранение имущества. Численное значение этой величины соответствует индивидуальным особенностям работы прибора, измеряющего физический параметр окружающей среды;  $x_1$  и  $x_2$  – начальное и конечное значение микроклиматического параметра хранилища соответственно. Их разность  $(x_2 - x_1)$  характеризует диапазон изменения климатического параметра в рассматриваемом географическом районе или хранилище. Эта величина может рассматриваться как длина градации (длина разряда), если рассматривается микроклиматический ряд наблюдений одного параметра, определяющего условия хранения.

В общем случае количество расчетных точек, соответствующих изменению качественного состояния имущества, определяется выражением

$$\frac{x_2 - x_1}{\delta t} = k. \quad (6)$$

Тогда  $0 < i < k$ , в выражении (5)

Распределение численных значений микроклиматического параметра описывается равновероятным законом распределения. Та-

ким же законом распределения описывается ошибка измерения микроклиматического параметра, определяющего хранение имущества.

В том случае если ряд наблюдений имеет разные вероятности градации микроклиматического параметра, то учитывается условное или эквивалентное его замещение. Тогда справедливо выражение

$$\begin{aligned} (x_2 - x_1) &= (x_2 - x_1)^* = \\ &= 2nl \exp \left( -\frac{1}{n} \sum_i^k m_i \ln m_i \right). \end{aligned} \quad (7)$$

Здесь  $k$  – количество расчетных точек (количество разрядов) микроклиматического ряда наблюдения, на которые он разделен;  $l$  – длина интервала каждой градации (разряда), выраженная в единицах измерения микроклиматического ряда наблюдения;  $n$  – полное количество случаев, составляющих длину микроклиматического ряда наблюдений;  $m$  – количество случаев, попавших в рассматриваемую градацию микроклиматического ряда наблюдения.

Предлагаемая алгоритмическая программа расчета повышает эффективность длительного хранения ТП путем учета микроклиматических условий хранения и оценки их воздействия на изменение качественного состояния.

Разработка специализированной программы для ЭВМ позволит:

- обеспечить специалистов авиационно-технической службы, занимающейся вопросами хранения ТП, информацией о микроклиматических условиях и численной оценке их воздействия на качественное изменение ТП при эксплуатации;
- дать практические рекомендации по использованию тормозных парашютных систем в зависимости от условий их хранения и эксплуатации;
- своевременно выявлять авиационное имущество, эксплуатация которого может привести к отказам систем воздушного судна.

#### Список литературы

1. Вейник А.И. Термодинамика. – Минск: Высшая школа, 1968. – 464 с.
2. ГОСТ-51908-2002. Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части условий хранения и транспортирования. – М.: Изд-во стандартов, 2002.
3. ГОСТ-16350-80. Климат СССР, районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей. – М.: Изд-во стандартов, 1980.
4. Кожевников Б.Л. Влияние агрессивности атмосферы на межповерочные интервалы // Труды ГГО. – 1982. – Вып. 465. – С. 50–52.
5. Руководство по хранению авиационного имущества на складах и базах и в войсковых частях авиации Вооруженных Сил. – М.: Воениздат, 1983.
6. Шпилев К.М., Круглов А.Б. Самолёт и природно-климатические условия – М.: Воениздат, 1972. – С. 7–9.