

УДК 629. 7. 083

А.Л. Пузыр'єв, И.В. Мунштуков, В.В. Лефтор

*Кировоградская летная академия Национального авиационного университета, Кировоград*

## КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНОГО САМОЛЕТА НА ПРИМЕРЕ CESSNA 172S NAV III

*В работе показана необходимость разработки информационно-измерительных систем для оценки факторов условий эксплуатации легкого учебно-тренировочного воздушного судна, как во время выполнения полета, так и во время пребывания его на стоянке при ожидании полета. Предложена универсальная методика выполнения комплексной оценки факторов условий эксплуатации, применимая к любому типу воздушного судна. Показана её работоспособность на примере легкого учебно-тренировочного самолета Cessna 172S Nav III. Сформированы направления развития информационно-измерительных систем легких учебно-тренировочных воздушных судов.*

**Ключевые слова:** факторы условий эксплуатации, анализ, техническое состояние.

### Постановка задачи

Современные воздушные суда оборудованы сложными автоматизированными бортовыми средствами сбора полетной информации. Однако бортовые средства объективного контроля работоспособности легких воздушных судов имеют общую особенность – ограниченное количество собираемых параметров факторов условий, в которых они эксплуатируются. При этом важно отметить то, что факторы условий эксплуатации оказывают значительное влияние на техническое состояние воздушных судов. Особенно это актуально для легких учебно-тренировочных воздушных судов. Специфика эксплуатации учебно-тренировочных воздушных судов предусматривает: полеты на малых высотах; частое выполнение взлета и посадки, в том числе и с грунтовых взлетно-посадочных полос; отработку внештатных ситуаций полета. Также в регламентах по техническому обслуживанию легких воздушных судов указано, что если воздушное судно эксплуатируется в условиях, отличных от среднестатистических, то необходимо изменять интервалы выполнения регламентных работ. Однако процедуры определения изменений в интервалах выполнения работ отсутствуют.

Исходя из этого, возникает необходимость разработки информационно-измерительных систем для оценки факторов условий эксплуатации, как во время выполнения полета, так и во время пребывания легкого учебно-тренировочного воздушного судна на стоянке при ожидании полета.

Первым важным этапом является градация условий эксплуатации по степени их влияния на техническое состояние воздушных судов. Для этого необходимо комплексно подойти к оценке влияния условий эксплуатации на воздушные суда. Наиболее широко материалы по данному вопросу изложены в [1],

однако не изложен интересующий вопрос о градации условий эксплуатации. Также частично и узконаправленно материалы представлены в работах Матвиенко А.М., Шароглазова Б.А., Черненко Ж.С., Добрынина А.А., Зайцева А.М., Костоглодова И.Н. и других авторов. Главным недостатком указанных источников является отсутствие широкого и полного ответа на вопрос как влияют факторы условий эксплуатации на техническое состояние элементов воздушного судна и его систем. Поэтому выполнение данной оценки представляется достаточно актуальной.

**Целью комплексной оценки** является получение наиболее полной картины влияния факторов условий эксплуатации на техническое состояние учебно-тренировочного воздушного судна. Как пример принято решение рассматривать широко распространенный, в том числе учебно-тренировочный, самолет Cessna 172S Nav III, который представляет собой модификацию массового легкого многоцелевого воздушного судна Cessna 172 Skyhawk, выпускаемого фирмой «Cessna Aircraft Company», США [2].

Под факторами условий эксплуатации понимаются климатические и биологические составляющие. К климатическим составляющим относятся: температура; влажность; осадки; ветер; запыленность и засоление воздуха; инсоляция (облучение солнечной радиацией); атмосферное электричество. К биологическим составляющим относятся: микроорганизмы; насекомые; грызуны; птицы.

Задачами комплексной оценки являются:

– всесторонний обзор отечественных и зарубежных литературных изданий о влиянии факторов условий эксплуатации на техническое состояние воздушных судов;

– выявление факторов условий эксплуатации, оказывающих наиболее сильное влияние на техническое состояние воздушных судов.

## Методика выполнения комплексной оценки

Основной проблемой, препятствующей выполнению комплексной оценки, является отсутствие упорядоченных числовых входных данных (отсутствуют упорядоченные метрические шкалы). Каждый из факторов условий эксплуатации вызывает отклонение эксплуатационных параметров различных элементов воздушного судна, начиная от температуры масла двигателя, заканчивая состоянием лакокрасочного покрытия, и увязать эти отклонения воедино известными методами не представляется возможным. Однако все факторы условий эксплуатации объединяет одно общее свойство - результатом влияния каждого из них может являться создание событий, которые, в общем случае, влияют или могли бы повлиять на безопасность эксплуатации: инцидента, серьезного инцидента или авиационного происшествия [3]. При этом влияние всех факторов условий эксплуатации на элементы воздушного судна выражается текстовой информацией. Для анализа и упорядочивания объектов текстовой информации применим инструментальный математического формализма – метод ранжирования.

Для выполнения ранжирования необходимо детально описать влияние каждого фактора условий эксплуатации на техническое состояние элементов воздушного судна, а также последствия данного влияния. Входные данные о влиянии факторов условий эксплуатации черпаются из отечественной и зарубежной специализированной научно-технической литературы, а также из руководящих документов рассматриваемого типа воздушного судна.

### Результаты комплексной оценки

Для выполнения комплексной оценки факторов условий эксплуатации на примере самолета Cessna 172S Nav III были собраны соответствующие литературные издания [1 – 4]. При всестороннем анализе указанных источников основной упор был сделан на последствия влияния факторов условий эксплуатации на техническое состояние элементов воздушного судна. В итоге получено 68 последствий влияния факторов условий эксплуатации на техническое состояние элементов самолета Cessna 172S Nav III с учетом его конструктивных особенностей. Далее 68 последствий влияния были проанализированы на предмет выявления свойств создания указанных выше событий - инцидентов, серьезных инцидентов или авиационных происшествий. Например, последствием столкновения планера самолета с птицей является создание авиационного происшествия, последствием же совместного воздействия взвешенной пыли с ветром на планер самолета не скажется на создании рассматриваемых событий, а только лишь приведет к постепенному абразивному изнашиванию лакокрасочного покрытия. Следствием анализа стали 34 события из 68, которые могли бы повлиять на безопасность эксплуатации самолета (рис. 1).

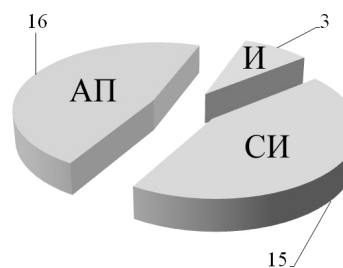


Рис. 1. Распределение по событиям:  
И – инцидент; СИ – серьезный инцидент;  
АП – авиационное происшествие

Из рис. 1 видно, что 3 события из 34 можно трактовать как инциденты, 15 событий из 34 можно трактовать как серьезные инциденты, а 16 – как авиационные происшествия. На создание инцидентов оказывают влияние осадки, запыленность воздуха, а также сочетание низкой температуры и высокой влажности (рис. 2).

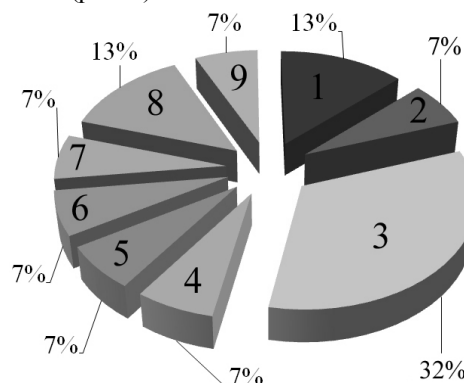


Рис. 2. Распределение по серьезным инцидентам:  
1 – сочетание высоких температур и влажностей;  
2 – сочетание низкой температуры и высокой влажности;  
3 – осадки; 4 – запыленность и засоление воздуха;  
5 – инсоляция; 6 – ветер; 7 – микроорганизмы;  
8 – насекомые; 9 – атмосферное электричество

Распределение по серьезным инцидентам (рис. 2) указывает на значительное доминирование последствий влияния осадков 32% (5 последствий из 15). По 2 последствия из 15 оказывают насекомые, а также сочетание высокой температуры и влажности. Распределение по авиационным происшествиям (рис. 3) указывает на значительное доминирование последствий влияния высоких и низких температур в сочетании с высокой влажностью – суммарно 50% (8 последствий из 16). Грызуны оказывают 4 из 16 последствий, птицы – 3 последствия из 16. Одно последствие оказывает атмосферное электричество.

Подводя итог видно, что в данном случае наибольшее влияние оказывают сочетания низких и высоких температур с высокой влажностью, осадки, а также грызуны и птицы. Важно отметить то, что параметры биологических факторов условий эксплуатации на данном этапе не представляется возможным прогнозировать. Иначе обстоит дело с климатическими факторами (влажность, температура) контроль параметров которых представляется возможным.

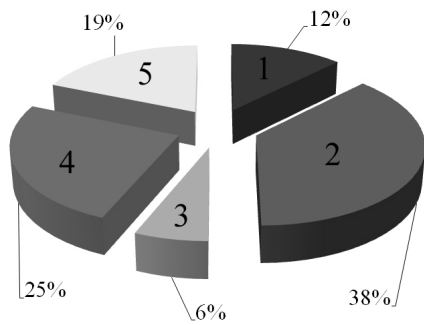


Рис. 3. Розподілення по авіаційним происшествиям: 1 – сочетание высоких температур и влажностей; 2 – сочетание низкой температуры и высокой влажности; 3 – атмосферное электричество; 4 – грызуны; 5 – птицы

Актуальность выбранных климатических факторов условий эксплуатации подкрепляют результаты дополнительного анализа Руководства по техническому обслуживанию самолета Cessna 172S Nav III, в котором низкие, высокие температуры и влажность упоминаются наиболее часто как причины отклонения параметров технического состояния узлов воздушного судна.

### Выводы

Предложена универсальная методика выполнения комплексной оценки факторов условий эксплуатации, применимая к любому типу воздушного судна. На примере легкого учебно-тренировочного самолета Cessna 172S Nav III выполнен комплексный анализ влияния внешних условий эксплуатации на его техническое состояние. Также выявлено, что в отличие от средних и тяжелых воздушных судов с газотурбинными двигателями и развитыми функциональными системами, наибольшее влияние на легкие учебно-тренировочные воздушные суда оказывают такие климатические факторы как высокая влажность в сочетании с высокими и низкими температурами, а также осадки. В свою очередь стоит отметить, что

осуществляют прогнозирование взаимодействия биологических факторов условий эксплуатации с воздушным судном на современном уровне развития науки и техники не представляется возможным. Исходя из результатов анализа, сформированы такие направления развития информационно-измерительных систем для оценки факторов условий эксплуатации, как во время выполнения полета, так и во время пребывания легкого учебно-тренировочного воздушного судна на стоянке при ожидании полета:

- разработка бортового энергонезависимого средства оперативного мониторинга внешних условий эксплуатации легких учебно-тренировочных воздушных судов, таких как температура и влажность;
- разработка информационного метода обработки и использования полученной информации от бортовых энергонезависимых средств оперативного мониторинга внешних условий эксплуатации легких учебно-тренировочных воздушных судов в системе их технического обслуживания.

### Список литературы

1. Инженерно-авиационная служба, эксплуатация и ремонт авиационной техники. Часть I. Инженерно-авиационная служба и организация эксплуатации летательных аппаратов // Под общ. ред. К.М. Шилева. – М.: Воениздат СССР, 1979. – 375 с.
2. Руководство по летной эксплуатации Cessna 172S Nav III, 2007-12-20. Компания Cessna Aircraft.
3. ИКАО. Приложение 13 к Конвенции о международной гражданской авиации: Расследование авиационных происшествий и инцидентов. – Изд.: Межд. организация гражданской авиации, изд. 10, июль 2010. – 72 стр.
4. Бойченко С. В. Систематизація видового складу мікробіологічної фази у складі авіаційних палив / С.В. Бойченко, І.О. Шкільнюк, А.О. Новак // Наукові технології. – 2014. – № 1. – С. 5-9.

Надійшла до редколегії 21.01.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.В. Козелков, Державний університет телекомунікацій, Київ.

### КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ ЗОВНІШНІХ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НА ТЕХНІЧНИЙ СТАН НАВЧАЛЬНО-ТРЕНУВАЛЬНОГО ЛІТАКА НА ПРИКЛАДІ CESSNA 172S NAV III

О.Л. Пузирьов, І.В. Мунштуков, В.В. Лефтор

У роботі показана необхідність розробки інформаційно-вимірювальних систем для оцінки факторів умов експлуатації легкого навчально-тренувального повітряного судна, як під час виконання польоту, так і під час знаходження його на стоянці під час очікування польоту. Запропоновано універсальну методику виконання комплексної оцінки факторів умов експлуатації, що може бути застосована до будь-якого іншого типу повітряного судна. Показано її працездатність на прикладі легкого навчально-тренувального літака Cessna 172S Nav III. Сформовані напрями розвитку інформаційно-вимірювальних систем легких навчально-тренувальних повітряних суден.

**Ключові слова:** фактори умов експлуатації, аналіз, технічний стан.

### COMPREHENSIVE ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF EXTERNAL CONDITIONS ON THE TECHNICAL CONDITION OF THE TRAINING AIRCRAFT FOR EXAMPLE CESSNA 172S NAV III

O.L. Puzuryov, I.V. Munshtukov, V.V. Leftor

This work reveals the necessity of information-measuring systems development. Abovementioned systems are assigned for the factors evaluation of light training aircraft operating conditions both during the flight, and when staying in the parking lot while waiting for the flight. A universal method of performing a comprehensive factors evaluation of operating conditions applicable to any type of aircraft is proposed. Its performance is shown by the example of light aircraft Cessna 172S Nav III. The directions of information-measuring systems development for light training aircraft are formed.

**Keywords:** factors of operating conditions, analysis, technical condition.