

УДК 629.7.072:88.4

О.М. РЕВА¹, С.О. ДМІТРІЄВ², О.М. ДМІТРІЄВ³

¹Кіровоградський національний технічний університет, Україна

²Київський національний авіаційний університет, Україна

³Державна льотна академія України, Кіровоград, Україна

ПРОБЛЕМИ ФОРМУВАННЯ У ПІЛОТА НАВИЧОК ДОЛАННЯ НАСЛІДКІВ ВІДМОВ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ В РЕЖИМІ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

В статті, спираючись на статистику авіаційних подій, визначені: перманентно стабільний вплив людського чинника на безпеку польотів, а також гостра потреба світової цивільної авіації в висококваліфікованих льотних кадрах. Виявлені недоліки діючих керівних документів з льотної експлуатації повітряних суден та підготовки пілотів до дій в аварійних ситуаціях, які не передбачають тренування в умовах виникнення комплексних відмов авіаційної техніки. Зазначено, що професійна підготовка льотного складу саме в таких ситуаціях сприятиме формуванню інтегративних знань, вмінь та навичок, що дозволять пілотам працювати в режимі синхронного генератора і усувати будь-які негативні впливи на систему «екіпаж – повітряне судно». Умовами формування комплексних відмов встановлені: природно-логічний розвиток аварійної ситуації, а також психофізіологічні можливості пілотів щодо подолання наслідків відмов.

Ключові слова: режим синхронного генератора, аварійна ситуація, людський чинник, комплексні відмови авіаційної техніки, стохастична невизначеність, тренажерна підготовка пілотів

Постановка проблеми

Головною метою цивільної авіації (ЦА) є забезпечення максимальної надійності та ефективності функціонування системи "екіпаж – повітряне судно (ПС)" (СЕПС) в процесі перевезень пасажирів та вантажу, що можливо лише за умов системного підходу до вирішення проблеми безпеки польотів (БП).

На загальному фоні зниження рівня професійної майстерності льотного складу (ЛС), старіння парку авіаційної техніки (АТ), превалювання стратегії вирішення проблем економічного характеру в ущерб БП в діяльності деяких авіакомпаній [1 – 4] та інших факторів, особливо ядро висвітлюється проблема впливу людського чинника (ЛЧ) на БП.

За статистикою у світової ЦА за останні два десятиліття кількісне співвідношення ЛЧ як першопричини авіаційних подій (АП) відносно всіх інших факторів зросло з 2/3 до 3/4 від їх загальної кількості [5, 6]. При цьому вплив ЛЧ знайшов прояв у [1, 2, 7]:

- порушенні екіпажами ПС вимог керівних документів;
- прийнятті невірних рішень при вильоті / виконанні посадки в складних метеоумовах (СМУ);
- порушенні правил льотно-технічної експлуатації ПС екіпажами.

Одночасно, внаслідок зростання рівня автоматизації польоту з'явилися нові чинники негативного впливу на надійність [8, 9]:

- при незмінно високих вимогах до психофізіологічної складової надійності пілота багатократно зростають вимоги до його інтелектуальних якостей;
- в умовах тотальної автоматизації певним чином руйнуються навички ручного пілотування ПС;
- підвищується ризик прояви прорахунків проектування автоматизованих систем.

Особливо гостро відчувається вплив ЛЧ на безпечне функціонування СЕПС при виникненні аварійних ситуацій (АС) в польоті, коли необхідний швидкий аналіз, адекватне ситуативне рішення (можливо, – єдине вірне) та його чітка реалізація. Тому на всіх етапах льотної роботи з метою обмеження негативного впливу ЛЧ на БП необхідно приділяти особливу увагу організації безперервного процесу розвитку й вдосконалення знань, вмінь і навичок щодо дій пілота в АС та його всебічного забезпечення.

Особливо зазначимо, що якщо ситуація з негативним впливом ЛЧ на БП терміново і кардинально не зміниться у кращий бік (рис. 1), то за прогнозами експертів фірми Boeing, починаючи з 2010 року, світова ЦА буде втрачати щотижня одне ПС саме, що пов'язано, у т.ч., зі зростаючою чисельністю світового повітряного флоту, не зважаючи на постійне збільшення рівня його надійності.

Таким чином, існує потреба в розробці нових підходів в організації й забезпеченні процесу професійної підготовки (ПП) пілотів до дій в АС, особли-

во на початковому етапі їх льотної діяльності, коли формуються базові вміння, навички та знання.

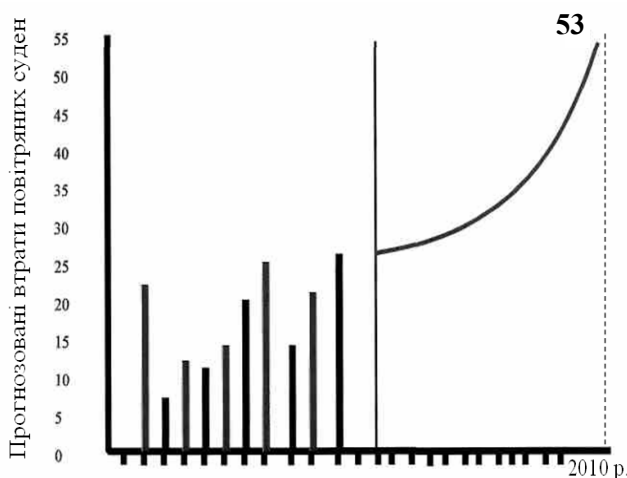


Рис. 1. Прогнозовані втрати повітряних суден/рік

Аналіз досліджень і публікацій. На фоні прогнозу гострого дефіциту льотних кадрів [10], який, на жаль, підтвердили сьогоденні реалії, слід особливо зазначити збільшення впливу фактору недостатньої професійної майстерності пілотів у статистиці АП [1, 11], хоча добре підготовлений пілот може значно підвищити загальну надійність функціонування СЕПС, активно включаючись у локалізацію та усунення наслідків відмов АТ [12].

На теперішній час для формалізації професійної діяльності (ПД) екіпажу ПС (ЕПС) застосовуються різноманітні математичні моделі [13]. Скажімо, за принципом побудови при розгляді методики ПП ЕПС до дій в АС застосовується структурна модель, яка відображає ПД пілота з точки зору її ефективності та надійності. Ця модель побудована на основі типових блоків з відомими імовірнісними і часовими характеристиками [14, 15], що подані у зальному виді на рівні математичного очікування та дисперсії.

Різновиди практичного застосування моделі – це аварійні карти і відповідні технологічні графіки. Під час тренажерної підготовки відпрацьовуються ті навички, які потребують "рефлекторних" дій від ЕПС, тобто необхідного ступеня автоматизму.

Проте зазначена методика не враховує різноманіття можливих АС, а також не в повному обсязі враховує вплив зовнішніх та внутрішніх факторів на надійність роботи ергатичної системи "екіпаж – повітряне судно".

Постановка завдання. Метою статті є розробка загальних рекомендацій щодо вдосконалення процесів професійної підготовки (ПП) льотного складу (ЛС) до дій в АС на тренажері.

Підходи до формування у пілота системних навичок і вмінь евристичної діяльності в аварійних ситуаціях

В сучасних дослідників СЕПС спостерігається тенденція переходу до більш детального розгляду закономірностей процесу ПП, що призвело до необхідності врахування його коливального характеру, вивчення складності та умов виконання навчального завдання. Характерним у цьому відношенні є підхід В.Ф. Венді [16], названий ним "трансформаційною теорією навчання", що відображає діалектичний закон переходу кількісних змін в якісні. Сутність цього підходу полягає в тому, що коливання показника якості діяльності в процесі ПП розглядається як закономірний результат послідовної зміни стратегій, тактик й навіть окремих прийомів, за допомогою яких відпрацьовується індивідуальний стиль діяльності тих, хто навчається. Цей підхід добре ілюструє 4 послідовні стадії формування будь-якої операторської діяльності [17]: режим компенсації, переслідування з компенсацією, передбачення, передвіщання (режим синхронного генератора) (рис. 2).

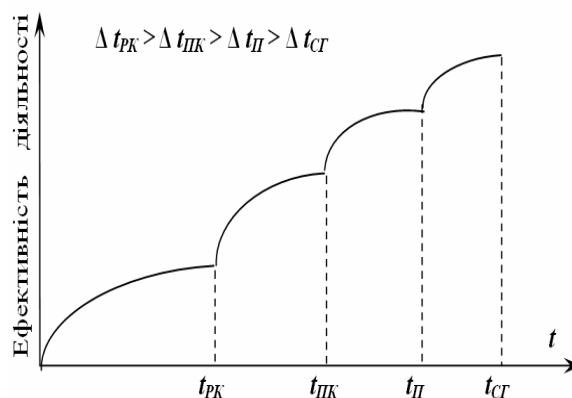


Рис. 2. Стадії формування навичок операторської діяльності

Складність льотної діяльності вимагає змін стратегій й тактики поведінки ЛС в процесі її виконання і ПП, що впливає на коливальний характер кривої навчання [18]. Для відносно простих дій ця крива може мати монотонний характер, навіть без згладжування.

Моделювання стрибків (імпульсивного переходу) на новий ступінь розвитку професійних навичок вперше було здійснено В.А. Горячевим [18] на базі прикладної теорії інформації шляхом використання методів інформаційних ланцюгів А.О. Денісова [19]. Та сама задача була вирішена проф. О.М. Ревою шляхом використання методів прогнозування випадкових процесів для аналізу ПП пілотів [20].

Розрахунки моделі навчання виконуються з позицій мікро та макropідходу [20,21]. Мікропідхід передбачає детальне вивчення модифікацій станів образно-понятійної моделі під дією управляючих впливів. При макropідході вивчають особливості процесу ПП, що описуються в параметрах (термінах) результатів діяльності, величини та характеру управляючих впливів. Відомі два способи отримання математичних моделей навчання:

– експериментальний, що закладений в апроксимації даних, отриманих при контролі ПП, аналітичною функцією [22];

– теоретичним шляхом на основі звісної теорії, що задовольняє психологічним й математичним уявленням процесу навчання [21].

Незалежно від прийнятої моделі навчання і формування навичок ПП завжди зводиться до послідовної постановці пілоту-оператору завдань, багаторазово рішення яких призводить до появи у нього відповідних навичок по дозованим впливам на об'єкти контролю та управління. По мірі придбання навичок, дії тих, хто навчається, характеризуються деякою ступеню статистичної стійкості.

Розглядаючи формалізацію процесу ПП, зазначимо, що відповідна модель повинна:

– бути психологічно обгрунтованою, тобто відповідати, в загальних рисах, психологічної сутності процесу ПП;

– забезпечувати дослідження не тільки групових, а також індивідуальних закономірностей становлення процесу навичок.

Етап ПП пілота до праці в режимі синхронного генератора передбачає формування в нього таких універсальних знань, вмій та навичок, що дозволять йому локалізувати наслідки будь-якої АС (загальна кількість відмов АТ може бути невизначеною). Недоліки існуючих програм тренажерної підготовки (ТП) до дій в АС не дозволяють це зробити.

Розглянемо для прикладу найбільш простий серед тренажерів літаків – ТПО Як-18Т, на якому імітується 18 різних відмов АТ. Загальна кількість різноманітних АС, яким можна навчати на тренажері обчислюється згідно формули [23]:

$$N = \sum_{m=1}^n P_m C_n^m, \quad (1)$$

де n – кількість відмов, що моделюються на тренажері; m – кількість відмов в серії (вправ); P_m – перестановки m відмов, що визначають послідовність їх вводу; C_n^m – сполучення m з n відмов.

Використаємо вираз (1) для розрахунку числа теоретично можливих АС на ТПО Як-18Т:

$$N = \sum_{m=1}^{n=18} P_m C_{18}^m = 1,75 \cdot 10^{16}. \quad (2)$$

Враховуючи у т.ч. результати досліджень О.М. Реви [12, 23, 24] можна зменшити кількість потенційно-можливих АС таким чином:

а) систематизацією АС по спеціальним групам за визначеними ознаками;

– відмови, що потребують термінового втручання (6 відмов);

– відмови, що потребують своєчасного розпізнавання (9 відмов);

– відмови, що потребують правильних дій (3 відмови);

б) використанням методу комбінаторної оптимізації в обчисленні варіантів розвитку АС за допомогою побудови дерева альтернатив (зрізавши тупикові гілки із завідомо неможливим розвитком подій);

в) врахуванням психофізіологічної здатності ЕПС розв'язати АС;

г) врахуванням природно-логічного розвитку ситуації;

е) організацією тренування до дій тільки в таких АС, які не можуть бути змодельовані на більш простих тренажерах (функціональному, операційному чи будь-якому іншому тощо).

Тільки за рахунок систематизації відмов по трьом групам вдалося знизити попередню невизначеність у $1,76 \cdot 10^{10}$ разів:

$$N = N_1 + N_2 + N_3 = \sum_{m_1=1}^{n_1=6} P_{m_1} \cdot C_6^{m_1} + \sum_{m_2=1}^{n_2=9} P_{m_2} \cdot C_9^{m_2} + \sum_{m_3=1}^{n_3=3} P_{m_3} \cdot C_3^{m_3} = 1956 + 986409 + 15 = 988380. \quad (3)$$

Можна обчислити кількість можливих варіантів послідовного введення відмов АТ інструктором на тому самому ТПО Як-18Т за допомогою побудови дерева альтернатив (рішень) або їх наслідків. Як приклад – розглянемо можливі варіанти комбінаций введення особливих випадків польоту (ОВП) 1 групи за умови, що спочатку вводиться АС "розкручування гвинта" (рис. 3).

Отже, п'ятий та шостий ОВП відпрацьовуються разом тому, що після відмови двигуна за природно-логічному розвитку АС можливе лише відпрацювання вимушеної посадки літака. За аналогією будуються варіанти комбінаций введення ОВП з іншими відмовами АТ першої групи.

Згідно проведених розрахунків для відпрацювання лише всіх можливих АС, пов'язаних з відмовами першої групи ОВП необхідно виконати на тренажері 67 варіантів АС замість 1956. Якщо додатково обрахувати АС окремо для другої та третьої груп ОВП, а також й варіанти їх комбінованого відпрацювання ми отримуємо чотирьохзначне число, що фактично унеможливує відпрацювання усіх можливих комбінаций послідовного введення ОВП під час ТП.

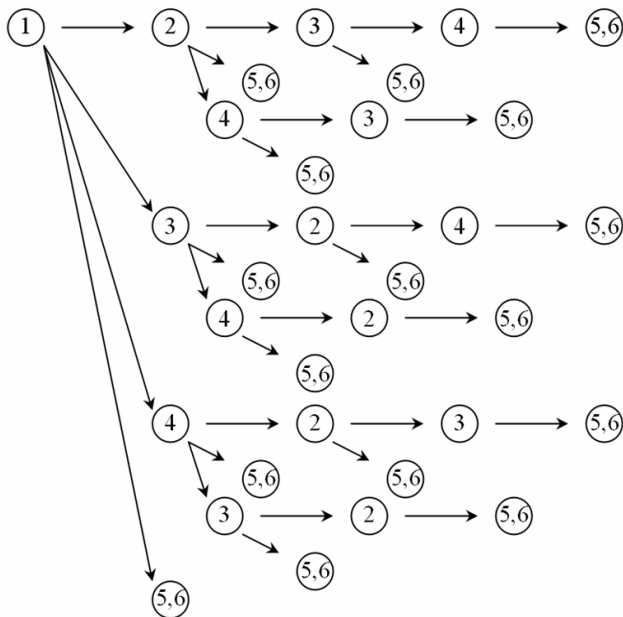


Рис. 3. Варіанти комбінацій введення особливих випадків польоту, що вимагають негайного втручання в процес управління:
1 – розкручування гвинта; 2 – падіння тиску гасу;
3 – падіння тиску масла; 4 – стружка в двигуні;
5 – відмова двигуна; 6 – вимушена посадка

Розгляд зазначеного питання є надзвичайно важливим, адже враховуючи вимоги JAR-STD 1A [25] щодо мінімальної кількості відмов АТ, які можуть бути змодельовані на пілотажному тренажері літака (не менш ніж 200), загальна кількість можливих варіантів лише послідовного введення відмов АТ складе ще більшу за обчислену згідно виразів (1), (2) астрономічну величину. Тому можливість розвитку окремого варіанту АС розглядається як деяка випадковість. Тим самим можна стверджувати, що пілот-інструктор тренажера під час вибору та введення ЕПС варіантів АС потрапляє в ситуацію стохастичної невизначеності. В цей час (в умовах ризику) прийняття найбільш оптимального рішення заважає неповнота та / або недостатність необхідної вихідної інформації, що пов'язано з дефіцитом часу, або з потраплянням в ситуацію, що потребує евристичної діяльності при її вирішенні.

Привернемо увагу, що оптимізацією переліку АС з імітацією комплексу відмов АТ на комплексному тренажері літака (КТЛ) досі не приділялося достатньої уваги. На теперішній час жодне Керівництво з льотної експлуатації (КЛЕ) не розглядає АС, пов'язаних з одночасним / послідовним виникненням відмов АТ. Проте вирішення цієї проблеми неминуче призведе до необхідності зміни технології дій ЧЛЕ, ніж в окремо взятому ОВП.

Пропонуємо для вирішення цього питання використати ще один підхід до зменшення невизначеності

в АС, а саме розробити модель ТП пілотів до дій в АС із застосуванням методів комбінаторної оптимізації та морфологічного аналізу [26]. Для цього розглянемо сукупність АС у вигляді тривимірної шухлядки, що наочно подано на рис. 4.

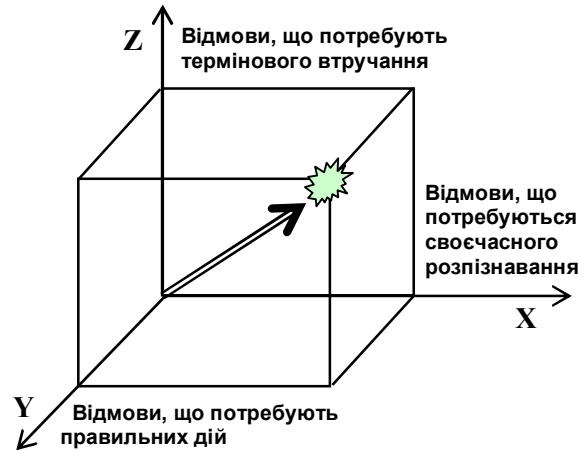


Рис. 4. Явлення множини аварійних ситуацій у вигляді тривимірної шухлядки

Кожна АС, визначена комплексом відмов АТ, уявляється як точка в просторі, тобто як впорядкована трійка чисел (X, Y, Z) . Окремі числа X, Y, Z в ній є послідовними координатами (X, Y, Z) й означають: міру небезпечності і складності відмов АТ, що потребують своєчасного розпізнавання (X), термінового втручання (Z), правильних дій (Y). Тобто ми можемо розглядати кожен окрему сукупність АС як суму однокритеріальних (скалярних) величин складності за відповідними координатними величинами, або як суму багатокритеріальних (векторних) величин складності. При цьому сума подій визначається їх логічним поєднанням за допомогою кон'юнкції і диз'юнкції.

Проводячи зменшення невизначеності, ми можемо побудувати поверхню можливих АС.

Побудову поверхні психофізіологічної здатності ЕПС вірно (правильно) діяти під час відпрацювання АС здійснюємо шляхом побудови відповідних професіограм [21, 23].

При цьому необхідно врахувати, що середнє значення інтенсивності діяльності пілота не повинно перевищувати $J=1,6$ $^{OE}/сек.$, середня швидкість переробки інформації $0,63 \leq S_{сер} \leq 1,29$ біт/с, нормований показник логічної складності $L_n \leq 0,2$, нормований показник стереотипності дій $0,25 \leq Z_n \leq 0,85$. Саме тоді кількість помилкових дій не перевищує 5%.

Наступним кроком має бути порівняння двох отриманих поверхонь та розробка (коригування в залежності від рівня ПП) програм ПП ЧЛЕ на КТЛ до дій в ОВП.

Висновки

1. З огляду наукових джерел впливає гостра потреба світової ЦА в висококваліфікованих пілотах, основа формування яких закладається під час початкової ПП у льотних навчальних закладах. При цьому особлива увага має приділятися їх підготовці до дій в АС.

2. Діючи нормативні документи та програми ПП пілотів до дій в АС не передбачають вводу комплексних відмов АТ, що створює "білі плями" у формуванні професійного пілота як "синхронного генератора", тобто не сприяють формуванню в пілота на базі інтегральних знань, умінь та навичок евристичним шляхом правильно і своєчасно діяти в будь-якій ситуації, пов'язаній з комплексною відмовою АТ.

3. Загальна кількість теоретично можливих АС в залежності від кількості відмов та послідовності їх введення може досягати астрономічного числа. Зняття цієї невизначеності можливе шляхом використання методів комбінаторної оптимізації, морфологічного аналізу, алгоритмічного моделювання, що є методом подальших досліджень авторів.

Література

1. Аналіз рівня безпеки польотів та виявлення потенціальних факторів аварійності з цивільними повітряними судами України за 10 років (1997 – 2007 р.). – К.: ДАА, 2008. – 63 с.
2. Состояние безопасности полетов в гражданской авиации государств-участников "Соглашения о гражданской авиации и об использовании воздушного пространства" в 2007 году (Доклад Межгосударственного авиационного комитета). – М.: МАК, февраль 2009. – 32 с.
3. Федотов Л.Е. Авиационные происшествия в гражданской авиации РФ из-за полной выработки топлива в полете / Л.Е. Федотов // Проблемы безопасности полетов: Обзорн. инф. – М.: ВИНТИ, 1994. – Вып. 2. – С. 22-24.
4. Леоноровиц Джеффри. Выгода превышает безопасность / Джеффри Леоноровиц, Б. Рыбак // Aviation Week & Space Technology (Еженедельник авиации и космической технологии): Изд-е на русском языке. – Лето 1994. – С. 6-8.
5. Руководство по предотвращению авиационных происшествий Док. ИКАО 9422-AN/923. – Монреаль, Канада, 1984. – 144 с.
6. Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП) Док. ИКАО 9859-AN/460. Изд-е первое. – Монреаль, Канада, 2006. – 364 с.
7. Методические рекомендации по предотвращению авиационных происшествий в гражданской авиации. – М.: Воздуш. трансп., 1986. – 48 с.
8. Сильвестров М.М. Автоматизация управления летательными аппаратами с учетом человеческого фактора / М.М. Сильвестров, Л.М. Козио-

ров, В.А. Пономаренко. – М.: Машиностроение, 1986. – 184 с.

9. Эксплуатационные последствия автоматизации в оборудованных передовой техникой кабинах экипажа. Циркуляр ИКАО 234-AN/142. – Монреаль, Канада, 1992. – 144 с.

10. Комаров А.А. Факторы дефицита лётных кадров. / А.А. Комаров, А.Н. Рева, М.И. Рубец // Наук. пр. академії. – Вып. 2. – Ч.1. – Кировоград.: ДЛАУ, 1997. – С. 101-111.

11. Flight Safety Foundation [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.FlightSafety.org>.

12. Рева А.Н. Человеческий фактор и безопасность полётов: (проактивное исследование влияния) / А.Н. Рева, К.М. Тумьшев, А.А. Бекмухамбетов; Науч. ред.: А.Н. Рева, К.М. Тумьшев. – Алматы, 2007. – 242 с.

13. Шибанов Г.П. Количественная оценка деятельности человека в системах "человек-техника" / Г.П. Шибанов. – М.: Машиностроение, 1983. – 263 с.

14. Авиационные цифровые системы контроля и управления / Под ред В.А. Мясникова, В.П. Петрова. – Л.: Машиностроение, 1976. – 608 с.

15. Губинский А.И. Эргономическое проектирование судовых систем управления / А.И. Губинский, В.Г. Евграфов. – Л.: Судостроение, 1977. – 224 с.

16. Теория и эксперимент в анализе труда операторов / Под ред. В.Ф. Венды, В.А. Вавилова. – М.: Наука, 1983. – 332 с.

17. Шеридан Т.Б., Феррел У.Р. Система человек – машина: Модели обработки информации, управления и принятия решения человеком-оператором: Пер. с англ. / Т.Б. Шеридан, У.Р. Феррел; Под ред. Х.В. Фролова. – М.: Машиностроение, 1980. – 400 с.

18. Горячев В.А. Эргономические основы создания и применения авиационных тренажёров. Автореф. дис... д-ра техн. наук по специальности 05.22.14 "Эксплуатация воздушного транспорта". – Л.: ОЛАГА, 1986. – 28 с.

19. Денисов А.А. Теория больших систем управления / А.А. Денисов, Д.Н. Колесников. – Л.: Энергоиздат, 1982. – 287 с.

20. Рева О.М. Мікропідхід в моделі професійної підготовки та прогнозування техніки пілотування: Наукові праці академії. – Вып. V., 4.1. – Кировоград: ДЛАУ, 2000. – С. 170-188.

21. Микинелов А.Л., Чепига В.Е. Оптимизация лётной эксплуатации: Учеб. пос. для студентов вузов ГА. – М.: Воздушный транспорт, 1992. – 192 с.

22. Методы инженерно-психологических исследований в авиации / Под ред. Ю.П. Доброленского. – М.: Машиностроение, 1975. – 280 с.

23. Рева А.Н. Оптимизация профессиональной деятельности инструктора авиационного тренажёра: Науч.-практ. реком. / А.Н. Рева, В.А. Горячев, В.А. Кузнецов и др.; Под ред. А.Н. Ревы, В.А. Бодрова. – М.: ИПАН, 1990. – 125 с.

24. Рева А.Н. Эргономические методы и средства тренажерной подготовки летного состава: Науч.-практ. реком. / А.Н. Рева, А.А. Комаров, В.А. Кузнецов и др.; Под ред. А.Н. Ревы, М.И. Рубца. – Кировоград: ГЛАУ, 1995. – 106 с.

25. Joint Aviation Authorities [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.jaa.nl>.

26. Клар Дж. Системология: Автоматизация решения системных задач / Пер. с англ. М.А. Зуева. – М.: Радио и связь, 1990. – 544 с.

Надійшла до редакції 3.03.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф., завідувач кафедри проектування авіаційних двигунів С.В. Спіфанов, Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського "ХАІ", Харків.

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ У ПИЛОТА НАВЫКОВ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ОТКАЗОВ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ В РЕЖИМЕ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

А.Н. Рева, С.А. Дмитриев, О.Н. Дмитриев

В статье, опираясь на статистику авиационных происшествий, определено: перманентно стабильное влияние человеческого фактора на безопасность полетов, а также острая потребность мировой гражданской авиации в высококвалифицированных летных кадрах. Выявлены недостатки действующих руководящих документов по летной эксплуатации воздушных судов и подготовке пилотов к действиям в аварийных ситуациях, которые не предусматривают тренировки в условиях возникновения комплексных отказов авиационной техники. Указано, что профессиональная подготовка летного состава именно в таких ситуациях будет оказывать содействие формированию интегративных знаний, умений и навыков, которые разрешат пилотам работать в режиме синхронного генератора и устранять любые отрицательные влияния на систему «экипаж - воздушное судно». Условиями формирования комплексных отказов установлены: природно-логическое развитие аварийной ситуации, а также психофизиологические возможности пилотов по преодолению последствий отказов.

Ключевые слова: режим синхронного генератора, аварийная ситуация, человеческий фактор, комплексные отказы авиационной техники, стохастична неопределенность, тренажерная подготовка пилотов

PROBLEMS OF FORMING PILOTS' SKILLS OF OVERCOMING THE CONSEQUENCES OF THE AVIATION EQUIPMENT FAILURE IN THE SYNCHRONOUS GENERATOR MODE

O.M. Reva, S.O. Dmitriev, O.M. Dmitriev

The paper, relying on the statistics of aviation incidents, defines a permanently stable influence of the human factor on the flight safety and a sharp need of the world civil aviation for highly qualified flight personnel. The imperfection of the current guidance documents on flight operation of aircrafts and preparing pilots for the correct acting in emergency situations is revealed as they do not presuppose training in cases of complex aviation equipment failures. It is stated that professional training of the flight personnel in these very situations will promote acquiring integrative knowledge, skills and abilities, which will allow pilot to work in the synchronous generator mode and remove any negative influence on the "crew-aircraft" system. The conditions of complex failures occurrence are defined; they are a natural logic development of emergency situations and pilots' psychophysiological capability of overcoming failure consequences.

Keywords: synchronous generator mode, emergency situation, human factor, complex aviation equipment failures, stochastic uncertainty, pilots' stimulator training

Рева Олексій Миколайович – д-р техн. наук, проф., професор кафедри автоматизації виробничих процесів Кіровоградського національного технічного університету, Кіровоград, Україна, e-mail: alex_reva@host.kr.ua.

Дмитрієв Сергій Олексійович – д-р техн. наук, проф., завідувач кафедри збереження льотної придатності авіаційної техніки, Київський національний авіаційний університет, Київ, Україна, e-mail: sad@nau.edu.ua.

Дмитрієв Олег Миколайович – старший викладач кафедри льотної експлуатації, Державна льотна академія України, Кіровоград, Україна, e-mail: Dmitronik1970@rambler.ru.