

УДК 621.3

В.Д. Гуленко, Т.Е. Ударцева, А.Ю. Пономарева, Т.М. Тимошенко

Национальный авиационный университет, Киев

## ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА КОНТРОЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОЦЕССНОЙ КОНЦЕПЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛЕТОВ

Предлагается процессная концепция безопасности полетов (ПКБП) в качестве основного приоритетного подхода к безопасности полетов. ПКБП – это новое толкование безопасности полетов (БП), качественно отличающееся от существующих подходов в системной методологии. Также обоснованы понятие «уровень БП» и новые классификации полетов как сложных процессов с позиции общей теории процессов и процессного анализа [1].

**Ключевые слова:** безопасность полета, теория процессов, процессный анализ.

### Введение

При оценке безопасности полетов длительное время считалось, что только отрицательные события при производстве полетов могут служить информацией и данными для расчета показателей и критериев безопасных полетов. Поэтому количество авиационных происшествий (аварий и катастроф, инцидентов и т.д.) принималось за уровни безопасности, как абсолютные, так и относительные (рис. 1).

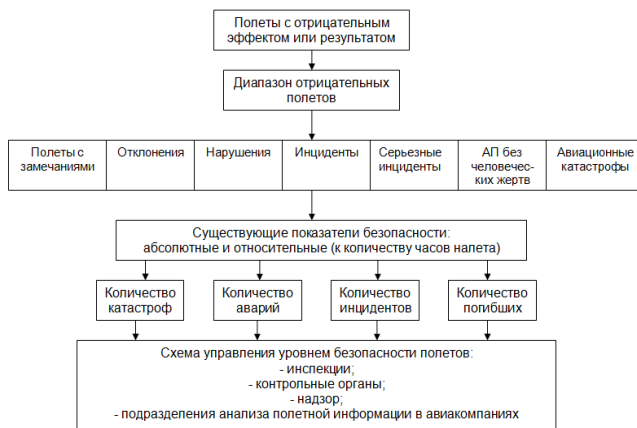


Рис. 1. Решение проблемы безопасности при существующих подходах

Однако, во многих авиакомпаниях порою десятилетиями не было подобных событий, особенно это касается средних и малых авиакомпаний [2 – 6]. Возникает необходимость на практике при оценке безопасности полетов применять другие подходы, основанные на статистике нормальных, положительных полетов, так называемых полетов «без замечаний». При отработке новых подходов необходимо рассмотреть новые концептуальные моменты, и практически полученные результаты в ряде авиакомпаний Украины и Российской Федерации.

### Постановка и формулировка проблемы

При решении проблемы оценки безопасности полетов в авиакомпаниях, не имеющих отрицательных

событий в полетах, важно рассматривать производство полетов как совокупность предельно сложных производственных процессов на основе многолетнего опыта применения методологии НПП (наставления по производству полетов). Это дает возможность в полном объеме обобщать опыт («ноу-хау») и эксплуатационную практику авиакомпаний. При этом также качественно меняется структура летного менеджмента (организация летной работы), что видно по рис. 2. Статистика отрицательных полетов и сбор данных по ним становится не центральной стратегией решения проблемы, а вспомогательной статистикой. Центральной стратегией в структуре летного менеджмента становится статистика положительных полетов и сбор данных по ним.

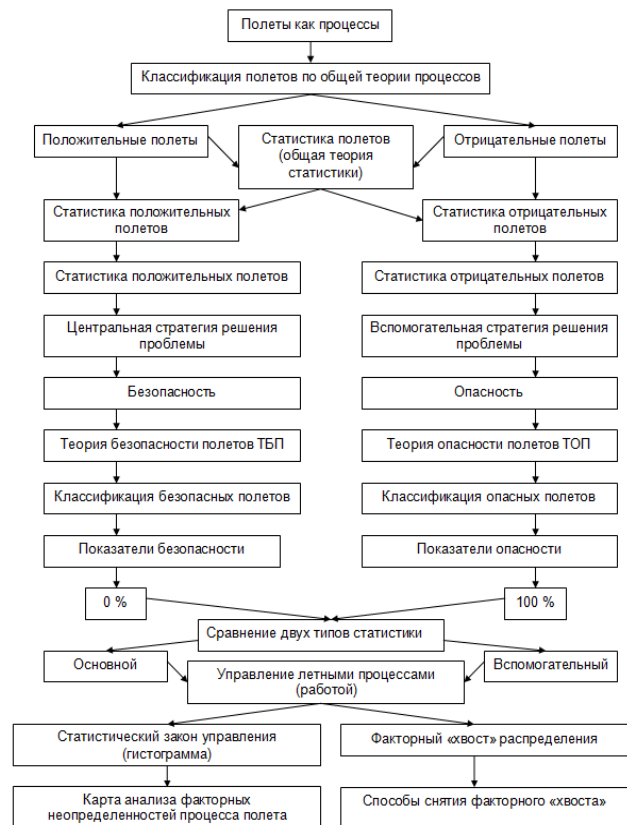


Рис. 2. Структура летного менеджмента по ПКБП

При умови того, що в наставше время большинство полетов контролируются системами объективного контроля (бортовыми самописцами), должны меняться оценки безопасности полетов и структура контроля.

Сравнительный анализ существующих методов контроля полетной информации и разработанных методов приведен на рис. 3.

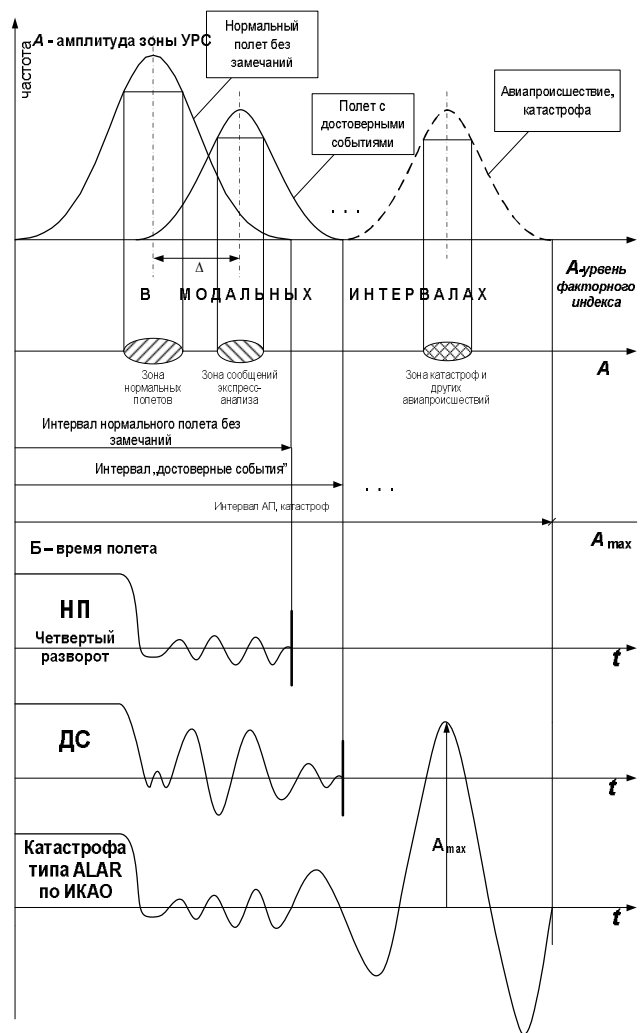


Рис. 3. Качественное изменение содержания контроля за безопасностью полетов при процессной концепции безопасности полетов

Из рисунка видно, что новые подходы основаны на непараметрической индексации процессов полета с построением простых или агрегатных индексов, определением областей и зон модальной индексации (по статистической моде), построением законов распределения полетов по факторным индексам (индексам предпатологии, индексам усиленных рефлексов пилотов и т.д.). Индекс предпатологии – статья по классификатору болезни врачебно-летной экспертизы (ВЛЭ) с пунктами в, б, а. Другими словами, в полном объеме используют для оценки известный в общей теории статистики метод статистических индексов. Статистическая индексация положительных полетов может проводиться по полету в целом или по его отдельным этапам (взлет, крейсерский полет, заход на посадку, посадка).

Пример формирования модального факторного индекса при заходе на посадку для разных категорий полетов (нормальный полет, полет с достоверными событиями по СОК, авиакатастрофа ALAR) показан на рис. 4.

На рис. 5 показана структура методики оценки летного почерка пилотов по факторным индексам и индексации предпатологии по врачебно-летной экспертизе (ВЛЭ).



Примечание: модальный интервал – равносортный интервал вблизи статистической моды

Рис. 4. Формирования модального факторного индекса при заходе на посадку для разных категорий полетов

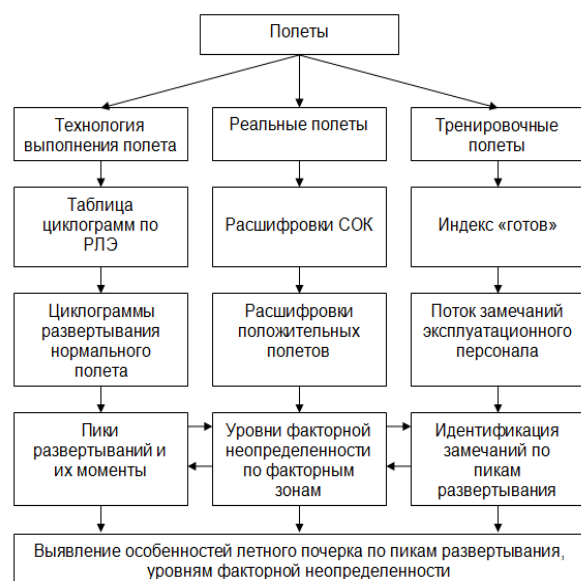


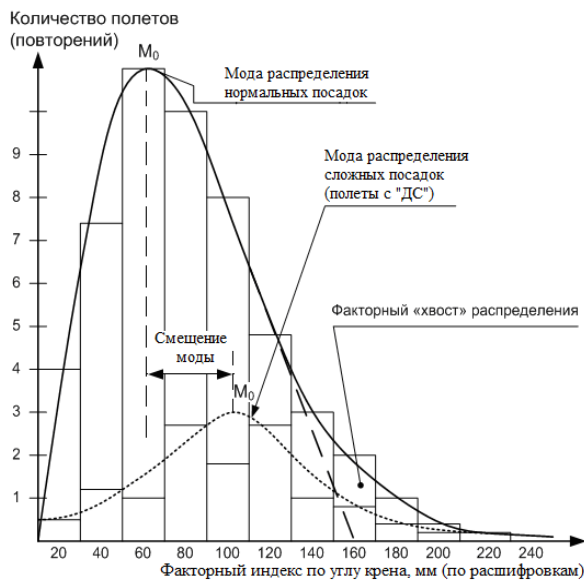
Рис. 5. Выявление индивидуальных особенностей техники пилотирования пилотов с высоким уровнем предпатологии

## Полученные результаты исследований

Исследования проводились в авиакомпаниях Украины и Российской Федерации по самолетам и вертолетам (Ил-62М и Ми-8). Формирование статистической моды и модального индекса по полетам без замечаний и полетам «ДС» для летного отряда Ил-62М в целом показано на рис. 6.

Из рисунка видно, что при полетах с «ДС» происходит смещение моды распределения в сторону увеличения уровня факторного индекса.

При разделении полетов «БЗ» по уровню факторного индекса (росту амплитуды отклонений обобщенных параметров пилотирования) на три зоны: факторно-безопасная (уровень индекса минимальный), относительно факторно-безопасная (уровень индекса средний), предельно факторно-неопределенная (уровень индекса максимальный) возникает возможность управления уровнем безопасности полетов по зонам.



Примечание: «ДС» – достоверные события по СОК

Рис. 6. График статистической моды и модального индекса по полетам без замечаний и полетам «ДС» для летного отряда Ил-62М

Также управление можно осуществлять по специальным картам.

На рис. 4 показаны зоны модальных индексов, которые можно использовать при прогнозе уровня безопасности полетов (зоны модального прогноза).

При смещении индексной моды распределения полетов в зону относительно факторно-безопасных полетов и далее в зону предельно факторно-неопределенных полетов наблюдается тенденция ухудшения качества производства полетов, и, следовательно, необходимо принимать организационные меры.

В табл. 1 приведены данные по пяти эскадрилям летного отряда (ЛО) Ил-62М, когда определялось несколько видов факторных индексов типа А/Т (амплитуда/период) при заходе на посадку по параметру «угол крена». По этим данным была также построена карта анализа факторных неопределенностей процессов полета (рис. 7).

При учете минимальных, средних и максимальных факторных индексов можно проводить прогноз по уровню безопасности полетов и возможных вариаций факторных индексов, а также определить количественную и особенно качественную разницу в выполнении полетов. Учитывая то, что увеличение амплитуды факторного индекса связано с увеличением размаха отклонений по тем или иным параметрам пилотирования или параметрам безопасности (например, по индексу угла атаки), следует считать, что для летного экипажа нормальные полеты в факторно-безопасных зонах являются наиболее оптимальными. В этом случае при дополнительной факторной накладке (комплексе действующих аварийных факторов) вероятность попадания в зоны неопределенности или опасные зоны эксплуатации значительно меньше, чем для тех летных экипажей, которые нормальные полеты выполняли на предельном уровне или в границах предельно факторно-неопределенной зоны (рис. 4, 7).

При оценке летного состава по полетам на КТС или реальным полетам с учетом данных ВЛЭ и индексов предпатологии (рис. 8, 9) видно, что качество выполнения полетов начинает значительно ухудшаться, когда индекс предпатологии становится агрегатным, т.е. состоит из нескольких статей по ВЛЭ. Сравнение двух эскадриль – первой и пятой, наглядно это показывает (рис. 9).

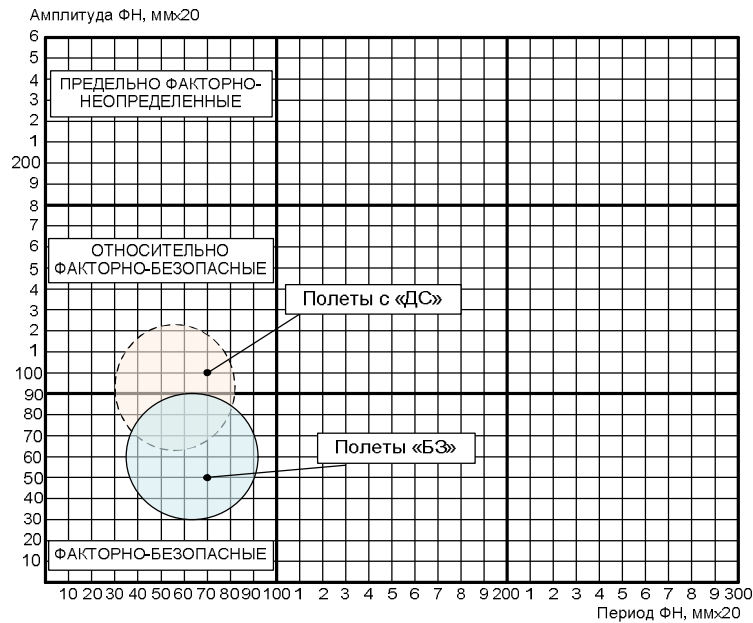
Таблица 1

Обобщенные данные по летному отряду Ил-62М\*

Подразделение авиаотряда	Вид факторного индекса А/Т		
	Максимальный	Средний	Минимальный
КРС и КЛС самостоятельно и проверка; всего полетов – 54	132,5/117,5	85/122	43/72
Инструкторы; полетов – 99	118,5/129	72/92	38/62
1 АЭ; всего полетов – 140	142,4/164,8	93/138,6	64/87,2
2 АЭ; всего полетов – 117	122/146	91,7/114	59/86,9
3 АЭ; всего полетов – 132	123,3/193,3	78,3/201,7	40,8/63,2
4 АЭ; всего полетов – 92	91,3/109,5	62,6/78,7	33/43,9
5 АЭ; всего полетов – 106	99,1/137,3	64,5/101,7	34,7/60,8
В целом по авиаотряду; всего полетов – 740	118,6/168,4	61,3/121,3	44,7/68

Примечание. 1. \* База данных Научно-методологического центра процессного анализа – МАП ПАБП;

2. Индекс А/Т – индекс «амплитуда-период».



Примечание: ФБ – факторно-безопасные полеты; ОФБ – относительно факторно-безопасные полеты; ПФН – предельно факторно-неопределенные полеты

Рис. 7. Карта анализа факторных неопределенностей процесса полета с зонами модального прогноза

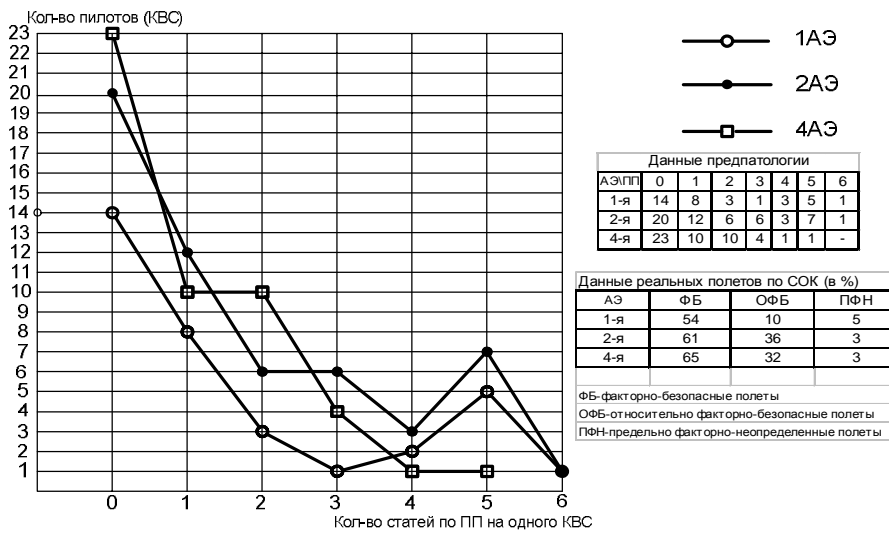


Рис. 8. Анализ статистических данных по предпатологии ЛО 210 и их сравнение с данными реальных полетов по индексу предпатологии факторной накладки

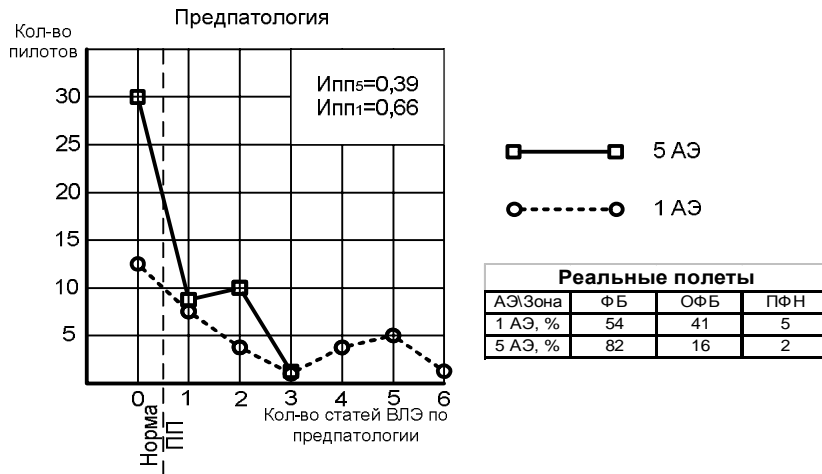


Рис. 9. Сравнение качества выполнения полетов двух эскадрилий – первой и пятой

На современном этапе развития авиации проблема человеческого фактора стала приоритетной в обеспечении безопасности полетов воздушных судов, поэтому интерес к ней со стороны профессионалов во всем мире значительно повысился. Человек в системе «человек – машина – среда» имеет меньшую надежность, чем технические средства вследствие характерных для него психофизиологических ограничений. Автоматизация полетов требует от летчика высокой готовности к экстренным ситуациям. При нормальном протекании полета основной функцией летчика является контроль и наблюдение за его протеканием. При возникновении особых ситуаций необходимо совершить резкий переход от монотонной работы в условиях «оперативного покая» к активным действиям по локализации и ликвидации отклонений. При этом летчик должен на протяжении короткого промежутка времени переработать большое количество информации, принять и совершить правильное решение. Это приводит к возникновению сенсорных, эмоциональных и интеллектуальных перегрузок. В. Козлов называет 42 опасных психофизиологических фактора полета, которые делит на 4 группы, каждая из которых обусловлена [7]:

1. Особенности функционирования психики;
2. Особенности функционирования аналитических систем;
3. Особенности функционирования организма в целом;
4. Особенности профессиональной деятельности.

Снижение работоспособности и функциональных резервов отмечается в тех случаях, когда нарушается планирование летной нагрузки, режим работы, отдыха и питания. Значительное снижение работоспособности наблюдается при интенсивной профессиональной нагрузке, которая превышает физиологические и психологические возможности конкретного летчика, в длительных полетах, после длительных перерывов в летной работе, когда происходит детренированность психофизиологических систем организма и т.п. При снижении функциональных резервов организма значительно раньше развивается усталость в полете. При развитии усталости у летчика страдает его память, все действия (сенсорные, моторные, интеллектуальные) становятся более замедленными. В конечном счете, это приводит к снижению надежности летчика в ситуациях, которые требуют быстрой реакции, правильных оперативных решений и действий.

Повышение безопасности полетов связано с заданием своевременного выявления и прогнозирования состояний пониженной работоспособности. Прогнозирование работоспособности летчика состоит в том, чтобы определить момент такого сни-

жения уровня функционирования организма, при котором летчик не может должным образом выполнять функции управления. Собственно говоря, прогнозирование работоспособности летчика – это прогнозирование «отказов», то есть таких состояний, при которых необходимо выполнение функций управления, но человек не может их выполнить. При прогнозировании психофизиологических состояний (ПФС) возможен нормативный и исследовательский подходы [8].

В первом случае выявляются такие изменения ПФС, которые предшествуют конкретным изменениям работоспособности. Во втором случае совершается поиск таких изменений физиологических показателей, которые приводят к появлению «отказов» в работе в ближайшее или более отдаленное время.

Внедрение индивидуального подхода к оценке уровня работоспособности летчика требует применения психофизиологических методик обследования летчиков на разных этапах их деятельности (рис. 10).

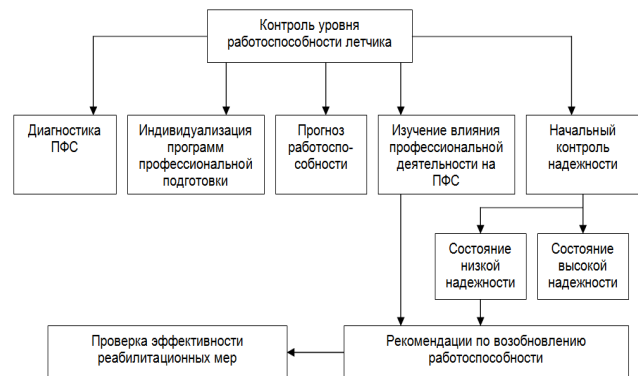


Рис. 10. Применение психофизиологических методов определения работоспособности на разных этапах подготовки и работы летчика

Своевременное выявление состояния усталости позволяет назначить реабилитационные меры или откорректировать рабочий график таким образом, чтобы избежать нежелательных последствий снижения уровня работоспособности. График работы и отдыха должен быть основан на оценке индивидуальных показателей, которые характеризуют уровень работоспособности летчика.

Применение комплексной автоматизации для сбора и анализа данных регистра групп риска может существенно улучшить качество прогноза и повысить оперативность оценки профессионального здоровья, обоснованность выбора диагностических, профилактических и восстановительных мер при мониторинге здоровья летчиков.

Задачу выявления и постановки на учет личностей с прогрессирующим снижением функциональных резервов и формирования на этой основе



груп підвищеного ризику можна розглядати як пріоритетною.

### Выводы

1. При підвищенні рівня якості польотів в авіакомпаніях з'являється необхідність принципно інших технологічних способів оцінки безпеки польотів, так як статистика по аварійності польотів стає непереконливою і не може давати статистично достовірних даних при оцінці безпеки польотів.

2. Центральною статистикою при оцінці безпеки польотів в авіакомпаніях з «нульовим рівнем аварійності» є статистика польотів без зауважень авіаспеціалістів з подальшою індексацией польотів по правилам загальної теорії статистики.

3. Отримані результати по експериментальній перевірці розроблених підходів в авіакомпаніях України і Російської Федерації підтверджують важливість і перспективність цих підходів.

4. Стає необхідним об'єднання в єдину систему засобів медичного контролю, психологічних і психофізіологічних методів досліджень з єдиною метою своєчасного виявлення патологічних станів, наслідками яких можуть стати авіаційні інциденти. Такий підхід можливий тільки при використанні сучасних комп'ютерних систем. Само собою, такої великої кількості роботи може бути виконано тільки спільними зусиллями колективів медиків, програмістів, фізіологів при створенні сприятливих адміністративних і фінансових умов.

5. Для систематичного аналізу психофізіологічного стану пілотів необхідно введення в практику персональних чипів з результатами довготривалих тестових перевірок.

### Список литературы

1. Хохлов Е.М. Авторский процессный подход (Авторский взгляд на первое десятилетие внедрения процессного подхода в глобальном масштабе 1995-2005 г.г.) / Е.М. Хохлов, Аль-Аммори Али. – К.: Издательский дом «Компьютерпресс», 2010. – 176 с.
2. Doc 9859 ИКАО, Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП), издание второе, 2009.
3. Хохлов Е.М. Приоритетные подходы в решении проблемы безопасности полетов и человеческого фактора при использовании вертолетов / Е.М. Хохлов, Т.Е. Ударцева // Тези доповідей НТК «Перспективи використання вертольотів в Україні». – Х.: МО, 2003. – С. 123.
4. Гуленко В.Д. Новые модели причинности ошибок летного состава и перспективы их применения в гражданской авиации / В.Д. Гуленко // Проблемы безопасности полетов. – 2007. – № 9. – С. 34-38.
5. Пономарева А.Ю. Обобщение начальной эксплуатации систем раннего предупреждения близости земли методами горизонтальной экстраполяции / А.Ю. Пономарева // Проблемы информатизации та управління. – 2010. – № 1 (29). – С. 45-51.
6. Тимошенко Т.М. Обоснование нормативной области применения систем предупреждения приближения земли методами вертикальной экстраполяции и интерполяции в многоконтурной системе / Т.М. Тимошенко // Проблемы информатизации та управління. – 2010. – № 1 (29). – С. 65-69.
7. Человеческий фактор: психофизиологические опасные факторы полета и их профилактика / Мет. пос. под ред. В.В. Козлова. – М.: МАКЧАК, 2000. – 128 с.
8. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии / Р.М. Баевский. – М.: Медицина, 1979. – 234 с.
9. Ударцева Т.Е. Автоматизована система визначення працездатності та надійності авіаційних операторів / Т.Е. Ударцева // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Х.: ХАИ, 2005. – Вып. 26. – С. 29-34.

Поступила в редколлегию 25.01.2011

**Рецензент:** канд. техн. наук, проф. Ю.И. Миргород, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

### ЗМІНА ЯКОСТІ КОНТРОЛЮ БЕЗПЕКИ ПРИ ПРОЦЕСНІЙ КОНЦЕПЦІЇ ВИРОБНИЦТВА ПОЛЬОТІВ

В.Д. Гуленко, Т.Е. Ударцева, А.Ю. Пономарьова, Т.М. Тимошенко

Пропонується процесна концепція безпеки польотів (ПКБП) як основний пріоритетний підхід до безпеки польотів. ПКБП – це нове тлумачення безпеки польотів (БП), що якісно відрізняється від існуючих підходів в системній методології. Також обґрунтовано поняття «Рівень БП» і нові класифікації польотів як складних процесів з позиції загальної теорії процесів і процесного аналізу.

**Ключові слова:** безпека польоту, теорія процесів, процесний аналіз.

### CHANGE OF QUALITY OF CONTROL OF SAFETY AT PROCESSES OF CONCEPTION OF PRODUCTION OF FLIGHTS

V.D. Gulenko, T.E. Udarceva, A.Yu. Ponomareva, T.M. Timoshenko

Processes conception of flights safety (PKFS) is offered as a basic priority going near safety of flights. PKFS is new interpretation of safety of flights (SF), high-quality different from existent approaches in system methodology. A concept «Level of SF» and new classifications of flights is also grounded as difficult processes from position of general theory of processes and processes analysis.

**Keywords:** safety of flight, theory of processes, processes analysis.