



НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**ПРОБЛЕМИ
ІНФОРМАТИЗАЦІЇ
ТА УПРАВЛІННЯ**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

2 (17)/2006

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет



Інститут
комп'ютерних
технологій

ПРОБЛЕМИ
ІНФОРМАТИЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ

Збірник наукових праць
Випуск 2 (17)

Київ 2006

УДК 007(082)

ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ:

Збірник наукових праць: Випуск 2 (17). – К.: НАУ, 2006. – 154 с.

Збірник присвячено актуальним проблемам побудови високопродуктивних обчислювальних систем та мереж, рішення задач оптимізації управління технічними системами, моделювання процесів обробки інформації, оперативного планування технічного обслуговування авіаційних систем.

Розрахований на наукових працівників та фахівців, які займаються питаннями створення, дослідження та використання комп'ютеризованих, організаційно-технічних, технічних інформаційних систем.

Редакційна колегія:

Жуков І. А., д-р техн. наук, проф. (відповідальний редактор)

Віноградов М. А., д-р техн. наук, проф. (заступник відповідального редактора)

Яременко К. П. (відповідальний секретар)

Денисюк В. П., д-р фіз.-мат. наук, проф.

Євдокімов В. Ф., чл.-кор. НАН України, д-р техн. наук, проф.

Зіатдінов Ю. К., д-р техн. наук, проф.

Литвиненко О. Є., д-р техн. наук, проф.

Мінаєв Ю. М., д-р техн. наук, проф.

Палагін О. В., чл.-кор. НАН України, д-р техн. наук, проф.

Пономаренко Л. А., д-р техн. наук, проф.

Саморалов К. Г., чл.-кор. НАН України, д-р техн. наук, проф.

Сидоров М. О., д-р техн. наук, проф.

Синеглазов В. М., д-р техн. наук, проф.

Стасюк О. І., д-р техн. наук, проф.

Тарасенко В. П., д-р техн. наук, проф.

Фабричев В. А., д-р техн. наук, проф.

Збірник входить до Переліку наукових видань ВАК України, в яких можуть публікуватися основні результати дисертаційних робіт з технічних наук.

Статті прорецензовано фахівцями та членами редакційної колегії.

Рекомендовано до друку Вченою радою Національного авіаційного університету (протокол №10 від 22.11.2006 р.) і Вченою радою Інституту комп'ютерних технологій (протокол №18 від 17.10.2006 р.).

Свідчення про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації: серія КВ № 8280 від 29.12.2003.

Адреса редакції: 03058, Київ-58, пр-т Космонавта Комарова, 1.

ISBN 5-7763-4415-8

© Національний авіаційний університет
© Клименко І.А., дизайн обкладинки

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ ПУТЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ОБЪЕКТИВНОГО КОНТРОЛЯ

Институт компьютерных технологий Национального авиационного университета

В статье сделан обзор существующих концепций безопасности полетов. Выполнен сравнительный анализ различных концепций. Обоснованы требования к системам объективного контроля как к неотъемлемой части общей системы авиационной безопасности. Намечены пути использования данных объективного контроля для прогнозирования уровня безопасности полетов и минимизации риска летных происшествий.

В настоящее время в авиации произошли существенные технические и организационные изменения. Этот процесс, естественно, сопровождался совершенствованием контроля и снижением угрозы опасности полетов. Найдено много путей предотвращения авиационных происшествий.

Концепция безопасности

Концепция безопасности полетов может быть истолкована по-разному, например:

Никаких авиационных происшествий (или серьезных предпосылок к ним) – широко распространенный взгляд летающих пассажиров;

а) Отсутствие опасности или риска, т.е. факторов, могущих являться причиной беды;

б) Отношение к опасным действиям и условиям, создаваемым служащими (отражающее корпоративную культуру безопасности);

в) Степень, до которой присущий авиации риск приемлем;

г) Процесс распознавания опасной ситуации и контроль риска, а также

д) Контроль потерь, вызываемых авиационными происшествиями (людей, имущества или вреда, нанесенного окружающей среде).

Наиболее широко в настоящее время безопасность трактуется как контроль риска. В соответствии с этим дадим следующее определение:

Безопасность – это состояние, при котором риск нанесения вреда человеку или имуществу сокращается до приемлемого уровня путем постоянного процесса распознавания опасной ситуации и контроля риска.

Требования ИКАО

Безопасность всегда была важным условием в работе авиации. Это отражено в целях и задачах ИКАО, как утверждает в статье 44 Конвенции по Международной Гражданской Авиации (док 7300), известной как Чикагская Конвенция. [1]

В государственных требованиях по безопасности полетов ИКАО проводит дифференциацию между программами безопасности полетов:

а) **Программа безопасности полетов** – это интегрированный набор правил, имеющих целью усиление безопасности полетов.

б) **Система обеспечения безопасности полетов** – это организационный подход к обеспечению безопасности, включающая в себя необходимые организационные структуры, подотчетность, политику и процедуры.

В соответствии со стандартами и рекомендуемой практикой ИКАО (SARPs) [2] государства разрабатывают программы безопасности полетов для достижения необходимого уровня безопасности авиаперевозок. Допустимый уровень безопасности полетов должен

быть обеспечен всеми заинтересованными государствами.

Программа безопасности полетов должна быть полной, включать множество видов деятельности по обеспечению безопасности полетов, имеющих целью выполнение задач программы. Государственная программа безопасности полетов охватывает правила и директивы, направленные на осуществление безопасных авиаперевозок, относительно пилотов, систем УВД и аэродромов и служб обеспечения работы авиатранспорта, и технического обслуживания самолетов. Программа безопасности полетов может включать в себя пункты, относящиеся к таким видам деятельности как представление донесения о предпосылках к авиационным происшествиям, расследование, проверка и поощрение за обеспечение безопасности и т.д. Чтобы осуществлять такую деятельность в интегрированном виде, необходима последовательная система обеспечения безопасности полетов.

Следовательно, на государственном уровне необходимо внедрять систему обеспечения безопасности полетов, включающую следующие этапы:

- а) Установление актуальной и потенциальной опасной ситуации;
- б) Контроль исправления ситуации, необходимой для поддержания необходимого уровня безопасности;
- в) Обеспечение постоянного мониторинга и безопасности полетов.

Одобренная система обеспечения безопасности полетов должна также четко определять субординацию подотчетности полетов, включая прямую подотчетность высшему руководству.

2. Подход к обеспечению безопасности полетов

Поскольку прогнозируется постоянное увеличение авиаперевозок, очевидно, традиционные методы снижения риска до допустимого уровня недостаточны. Необходимо, развивать новые методы понимания и обеспечения безопасности полетов (БП).

Обеспечение безопасности полетов может рассматриваться с двух позиций.

Традиционная. Исторически безопасность полетов обеспечивалась в соответствии со все возрастающим комплексом нормативных требований. Этот подход хорошо оправдывал себя до конца 70-х г., были выработаны критерии оценка авиационных происшествий.

Такой подход к безопасности привел к нежелательным событиям. Вместо того, чтобы лучше обосновывать практические меры или желаемые стандарты при таком подходе достигался только минимум стандартов.

При вероятности авиaproисшествий с фатальным исходом в 10^{-6} (т.е. одна авиакатастрофа с фатальным исходом на миллион полетов) дальнейшее повышение безопасности полетов становилось достичь все труднее.

Современная. Чтобы поддерживать допустимый уровень риска, современное обеспечение безопасности полетов приняло **проактивную** форму. В дополнение к прочной законодательной структуре эффективными считаются нормативные требования, установленный порядок выполнения полетов, введение в действие таких требований и целый ряд факторов. Некоторые из них приведены ниже:

- а) Применение научно обоснованных методов контроля риска.
- б) Обязательства высшего руководства.
- в) Корпоративная культура безопасности, обеспечивающая и поощряющая практику безопасных полетов, а также активно способствующая обеспечению безопасности полетов с финансовой точки зрения и внимательным отношением к результатам.
- г) Эффективное внедрение Стандарта правил связи по каналам СИТА (*information technology company*).
- д) Атмосфера не наказания (или культура справедливости) для поощрения эффективных донесений об опасных ситуациях и предпосылках к авиационным происшествиям.

е) Система сбора и обмена данными, связанными с безопасностью полетов, после формального осуществления полетов.

ж) Компетентное расследование авиационных происшествий и серьезных предпосылок к ним, установление недостаточности системной безопасности (а не просто ставить целью обвинение)

з) Введение подготовки летного состава к проведению безопасных полетов (включая человеческий фактор);

и) Обмен данными о безопасности полетов (между компаниями и государствами);

к) Систематический надзор за безопасностью полетов с целью оценки опыта обеспечения безопасности и устранения проблем.

Программа по безопасности полетов – единый комплекс правил и видов деятельности, нацеленных на повышение безопасности полетов.

Система управления безопасностью полетов – системный подход к управлению безопасностью полетов, включая необходимую организационную структуру, иерархию ответственности, руководящие принципы и процедуры.

Анализ полётных данных - процесс анализа зарегистрированных полётных данных в целях повышения уровня безопасности полётов.

Государства принимают программу по безопасности полетов в целях обеспечения приемлемого уровня безопасности полетов при эксплуатации воздушных судов.

Намеченный к обеспечению приемлемый уровень безопасности полетов устанавливается государствами.

В рамках своей программы по БП государства требуют, чтобы эксплуатант вводил утвержденную систему управления БП, в которой:

а) определяются фактические и потенциальные риски для БП;

б) обеспечиваются действия необходимые для поддержания приемлемого уровня БП;

в) предусматриваются постоянный мониторинг и регулярная оценка уровня БП.

В рамках утвержденной системы управления БП определяется иерархия ответственности в вопросах БП по всей организации эксплуатанта, в том числе прямая ответственность за БП со стороны руководства.

В рамках своей системы управления БП эксплуатант создает систему документации по БП, предназначенную для руководства и использования эксплуатационным персоналом.

Таким образом, основываясь на выше изложенном, рассмотрим использование материалов Системы объектов контроля (СОК) при организации летной работы и нормативную базу программы анализа полетных данных (табл. 1 и табл. 2).

Идея Программы гарантии качества полетов (*FOQA – Flight-Operations Quality Assurance Programs*) – регулярный анализ данных бортового самописца, а не только после того, как произошел инцидент. Программа *FOQA* одобрена конгрессом США.

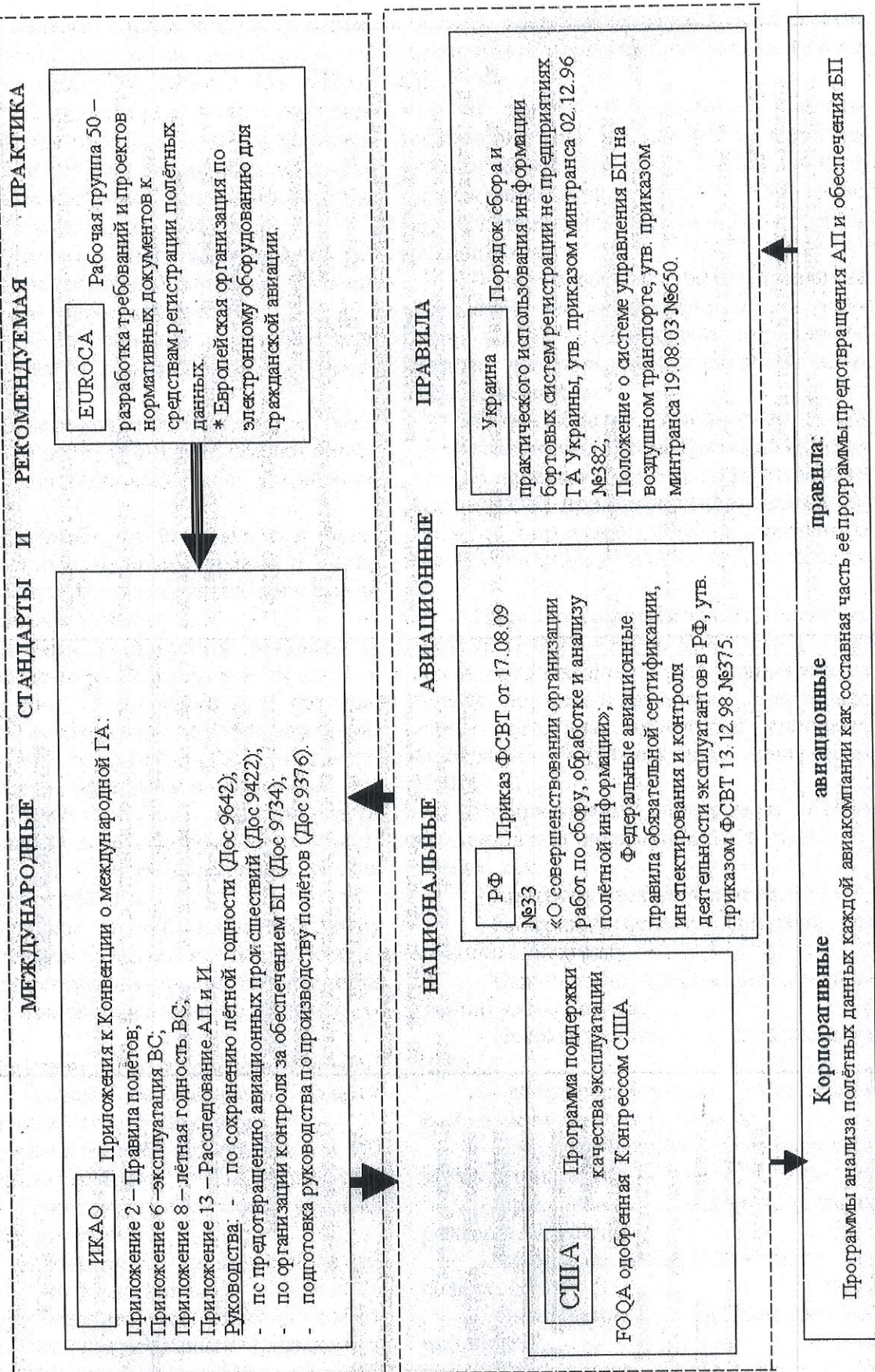
Использование программы *FOQA* предоставляет преимущества в таких областях, как:

- Контроль расхода топлива;
- Совершенствование контроля состояния двигателя;
- Выполнение требований по снижению уровня шума;
- Несовершенство поверхности ВПП;
- Совершенствование безопасности выполнения заходов на посадку;
- Документирование работоспособности автопилота;
- Превышение рекомендованных режимов на взлете;
- Заходы на посадку в сложных условиях;
- Выполнение стандартных требований полета;
- Структурная усталость воздушного судна.

Использование материалов СОК при организации летной работы

Контроль и анализ качества выполнения полетов	Контроль состояния летно-методической работы	Контроль организации летной работы
<p>а) при допуске командира ВС к самостоятельным полетам;</p> <p>б) при подтверждении квалификации и выполнении тренировочных полетов;</p> <p>в) по заявкам командно – летного состава подразделения и указанным вышестоящих командиров (начальников);</p> <p>г) по программе инспекторских проверок, проводимых Украиной;</p> <p>д) при выявлении нарушений требований РЛЭ, правил полетов и УВД;</p> <p>е) по обоснованному требованию командиров ВС;</p> <p>ж) в соответствии с регламентом и технологиями технического обслуживания ВС;</p> <p>з) по заявкам инженерно – авиационной службы;</p> <p>и) при расследовании причин авиационных происшествий и инцидентов;</p> <p>к) при выполнении летных рейсов.</p> <p>Анализ производится по направлениям (для одного и совокупности полетов):</p> <ul style="list-style-type: none"> - поддержание рекомендуемых параметров полета; - соблюдение правил и технологии работы членов экипажа; - качество эксплуатации систем ВС; - соблюдение правил и установленной фразеологии радиобмена. 	<p>Мероприятия по повышению качества выполнения полетов и их безопасности базируются на:</p> <ul style="list-style-type: none"> - данных комплексного анализа записей средств полетной информации; - данных регулярных проверок, проводимых инспекторами Украины и командно – летным составом авиакомпании с использованием материалов регулярного контроля полетов по информации бортовых систем регистрации. 	<p>Осуществляется:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Главной инспекцией Украины по безопасности полетов; - Комиссией по проверке готовности к сезонным периодам <p>Оцениваются:</p> <ul style="list-style-type: none"> - уровень организации и планирования летной работы. <p>Используются:</p> <ul style="list-style-type: none"> - материалы анализа полетной информации, бортовых и наземных средств регистрации параметров полета и речевого обмена; - материалы проверок организации летной работы инспекторами по безопасности полетов с использованием информации бортовых систем регистрации.

Нормативная база программы анализа полетных данных



Бортовые регистраторы устанавливаются на воздушных судах (ВС) в соответствии с требованиями ИКАО в качестве дополнительного источника сведений для проведения расследований авиационных происшествий и инцидентов. В документах ИКАО, кроме того, указывается на высокую ценность информации в записях бортовых регистраторов для изучения действий экипажа в обычных полетах и технического обслуживания ВС.

Бортовые самописцы

Бортовые самописцы состоят из двух систем: самописца полётных данных и бортового речевого самописца.

Все самописцы полётных данных способны сохранять информацию, зарегистрированную в течение по крайней мере последних 25 ч их эксплуатации за исключением самописца типа ПА, который способен сохранять информацию, зарегистрированную в течение по крайней мере последних 30 мин его эксплуатации.

Бортовой речевой самописец способен обеспечивать сохранность информации, записанной в течение, по крайней мере, последних 30 мин его эксплуатации.

Основные задачи контроля, решаемые эксплуатантами ВС с использованием информации бортовых регистраторов таковы:

- Контроль выполнения требований РЛЭ (Руководство по летной эксплуатации), правил полетов и УВД;

- Допуск КВС к самостоятельным полетам;

- Подтверждение квалификации экипажей ВС и выполнение тренировочных полетов;

- Контроль технического состояния ВС и их систем, проводимый в соответствии с регламентом технического обслуживания;

- Оценка значений и количества нагрузок, действующих на ВС в полете;

- Учет наработки ВС, его агрегатов и систем, контроль расхода топлива;

- Диагностирование отказов и неисправностей авиационной техники;

- Проведение плановых и внеплановых, по заявкам командного состава эксплуатанта и вышестоящих руководителей, инспекторских проверок;

- Расследование причин авиационных происшествий и инцидентов.

Системы ВС, оказывающие определяющее влияние на БП, следующие:

- 1) Система электроснабжения, включая аккумуляторы;

- 2) Гидравлическая и пневматическая системы;

- 3) Бортовое приборное оборудование;

- 4) Система управления полетом;

- 5) Системы навигации и связи;

- 6) Система запуска двигателей;

- 7) Топливная система;

- 8) Приборы контроля работы двигателей;

- 9) Вспомогательные силовые установки;

- 10) Система кондиционирования воздуха;

- 11) Противообледенительная система;

- 12) Противопожарная система:

- двигателей;

- грузовых отсеков.

Систематический контроль работы бортовых регистраторов является необходимым условием обеспечения безопасности полетов.

Нормативным документом эксплуатанта по вопросам использования материалов полетной информации службам авиапредприятия является программа контроля работы бортовых регистраторов.

Программа контроля работы бортовых регистраторов разрабатывается на основе требований с учетом типов эксплуатируемых ВС, структуры авиапредприятия, инструментальной базы и квалификации специалистов по автоматизированному контролю полетов.

Контроль выполнения полетов каждого экипажа осуществляется в объеме н

менее 15% всех полетов, или не реже трех раз в месяц.

Как правило, авиационное происшествие или инцидент не являются результатом единичных действий, предпринятых каким-либо одним индивидуумом или вызванных одиночным фактором.

Рассмотрим эти определения:

Инцидент – любое событие, кроме авиационного происшествия, связанное с использованием ВС, которое влияет или могло бы повлиять на безопасность эксплуатации ВС.

Серьезный инцидент – инцидент, обстоятельства которого указывают на то, что два не имело место авиационное происшествие.

Авиационное происшествие – событие, связанное с использованием воздушного судна, которое имеет место в момент, когда какое – либо лицо поднимается на борт с намерением совершить полет, до момента, когда все находящиеся на борту лица покинули воздушное судно, и в ходе которого:

а) какое-либо лицо получает телесное повреждение со смертельным исходом или серьезное телесное повреждение;

б) воздушное судно получает повреждение или происходит разрушение его конструкции;

в) воздушное судно пропадает без вести или оказывается в таком месте, где доступ к нему невозможен.

Согласно статистическим данным о причинах авиационных происшествий, в более чем 70% случаев возможность происшествия создается при неблагоприятном сочетании действий летного состава, несовершенства ВС и скрытых недостатков, имеющих в регламентации полетов или авиатранспортной системе [3]. Летный состав вынужденно воплощает и наследует все недостатки системы, поэтому сбор и анализ информации о человеческом факторе имеет определяющее значение для профилактики авиационных происшествий и должен выполняться столь же методично и в полном объеме, как сбор и анализ информации, относящейся к ВС и его системам [4].

Вследствие этого, наряду с оперативным контролем отдельных полетов с целью оценки уровня их безопасности, следует производить:

- выявление типичных отклонений параметров работы авиационного технологического комплекса (АТК) "ВС – экипаж - среда" от рекомендованных.

- обобщение результатов оперативного контроля;

- определение причин появления отклонений и другие мероприятия, необходимые для совершенствования профессиональных навыков летного состава.

Объективную оценку качества функционирования АТК можно получить только путем статистической переработки результатов оперативного контроля множества полетов.

Обработку полетной информации (ПИ) осуществляют в нестартстопном или в стартстопном режиме.

Первой отечественной системой обработки ПИ, построенной на базе ЭВМ, является система (устройство) "Луч – 74", предназначенная для решения задач воспроизведения (автоматизированной обработки), логической обработки и допускаемого контроля (экспресс – анализа) параметров, регистрируемых на всех типах ВС.

Нестартстопный принцип основан на покадровой обработке информации в темпе ее ввода в ЭВМ. Он применяется для контроля АТК, его элементов и связей и управления ими в полете, поскольку позволяет обрабатывать информацию в реальном и ускоренном времени и обеспечивает экономию вычислительных ресурсов.

Обработка ПИ на устройстве "Луч – 84" проводится в стартстопном режиме, который реализуется путем введения дополнительной операции перезаписи ПИ с бортового носителя на магнитный диск ЭВМ. (класса СМ–4 или СМ1420). При перезаписи информация уплотняется и форматируется. Это позволяет использовать специальное математическое и про-

граммное обеспечение для фильтрации сбоев и восстановления сбойных кадров.

На достоверность результатов контроля полетов влияет качество функционирования отдельных элементов наземного комплекса, особенно устройства ввода и процессора. Снижение качества функционирования устройства ввода проявляется в виде сбоев и пропуска кадров при считывании информации с магнитной ленты. Сбои в работе процессора могут возникать из-за неудовлетворительного технического обслуживания: своевременно не выявленные неисправности его элементов, некачественное заземление, неудовлетворительное электроснабжение, влияние статического электричества.

Факторы, снижающие достоверность результатов автоматизированного контроля, можно разделить на три группы:

- несовершенство диагностических моделей, определяющее уровень методической достоверности сообщений;

- несовершенство аппаратуры, математического и программного обеспечения системы контроля полетов, характеризующее уровень инструментальной достоверности результатов контроля;

- отклонения в действиях операторов, выражающиеся в невыполнении правил эксплуатации аппаратуры и программного обеспечения контроля полетов, в ошибках при подтверждении сообщений, снижающие достоверность получаемых результатов.

В настоящее время обработка ПИ производится компьютеризованной системой.

Процесс обработки ПИ при такой технологии представлен на рис. 1.

Представленная в данной работе компьютерная информационная технология позволяет реализовать описанные выше условия проведения контроля полетов по информации бортовых регистраторов для большинства типов ВС.

Программно-аппаратный комплекс (далее - комплекс) предназначен для расшифровки и анализа параметрической и

речевой информации, зарегистрированной бортовыми средствами регистрации полетной информации (БСРПИ) как в процессе нормальной эксплуатации парка воздушных судов, так и при расследованиях летных происшествий и инцидентов. Открытая схема комплекса позволяет в кратчайшие сроки дополнить его модулями, обеспечивающими обработку информации БСРПИ других типов.

Научной и практической новизной данной технологии является системный подход к реализации контроля полетов ВС на основе ПИ в виде взаимосвязанных этапов: воспроизведения и копирования ПИ, оперативной обработки данных одиночных полетов, статистического анализа результатов оперативного контроля, экспертного анализа информации на любой стадии работы. При этом сама информационная технология представляет собой логическое объединение;

- программно-аппаратного комплекса воспроизведения, обработки и индикации ПИ и соответствующих параметров и оценок компьютеризованного контроля полетов ВС;

- методики проведения оперативного контроля одиночных полетов и статистического обобщения их результатов в пределах заданного периода наблюдения;

- рекомендаций летному составу и ИАС по практическому применению результатов компьютеризованного контроля в целях повышения безопасности и экономической эффективности полетов ВС.

В дальнейшем планируется проанализировать частные критерии эффективности контроля полетов ВС с использованием метода Парето. [5]

Список литературы

1. Международная организация гражданской авиации (ИКАО). Док 9859 AN/460.

2. ИКАО приложение 6 – Воздушные перевозки, часть I – Международный коммерческий авиатранспорт – Самолеты

и часть III – Международные перевозки – Вертолеты; Приложение 11 – Службы воздушного транспорта; и Приложение 14 – Аэродромы.

3. Яуков Н. А. Основы построения автоматизированных систем контроля полетов воздушных судов. – К.: КИИГА, 1989.

4. Красовский А. А. Математическое моделирование и компьютерные системы обучения и тренажа. – М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1989. – 255 с.

5. Н. Н. Моисеев. Математические задачи системного анализа. – М.: Наука, 1981. – 729 с.

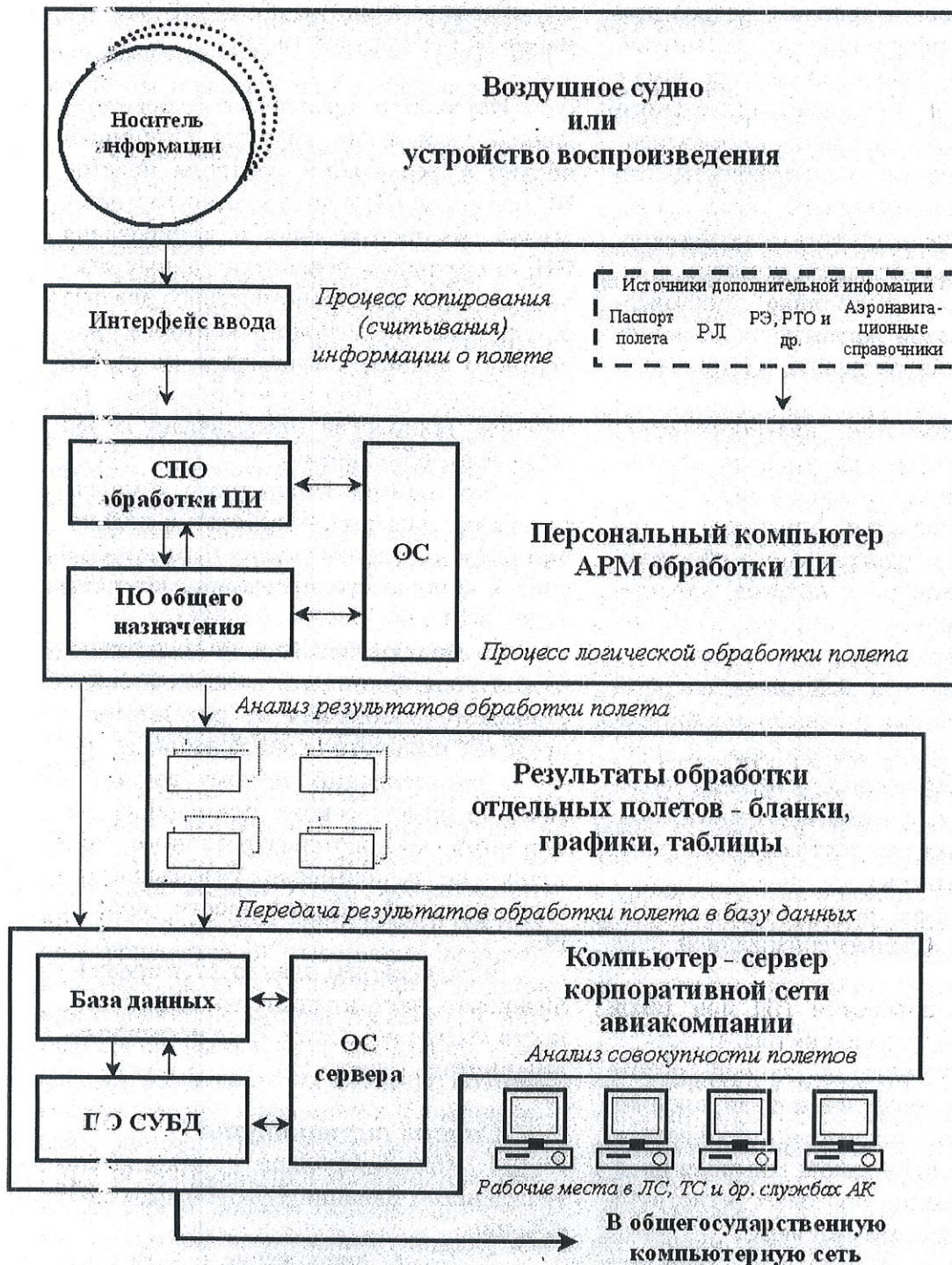


Рис.1. Процессы обработки ПИ