

## МЕТОДИКА ХРАНЕНИЯ ПОЛЕТНОЙ ИНФОРМАЦИИ В ВИДЕ РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ

Институт компьютерных технологий Национального авиационного университета

*Приведены исследования возможности хранения полетной информации в виде реляционной базы данных для решения задач контроля полетов в гражданской авиации (ГА).*

### **Вступление**

Согласно документам ИКАО информация, содержащаяся в записях бортовых самописцев, имеет очень высокую ценность для изучения обычных действий экипажа в полете и для технического обслуживания воздушных судов (ВС). Поэтому реализация авиакомпаниями программ контроля за работой бортовых самописцев в штатных полетах считается чрезвычайно полезной для профилактики авиационных происшествий. Систематический контроль за работой бортовых систем регистрации (далее бортовых регистраторов) является необходимым условием обеспечения безопасности полетов гражданских ВС Украины.

Результаты контроля за работой бортовых регистраторов используются должностными лицами Укрaviaтранса и эксплуатантов, ответственными за безопасность полетов, при разработке мероприятий в области совершенствования эксплуатации ВС, профессионального мастерства летного состава и профилактики авиационных происшествий.

Более детальный контроль качества выполнения полета на наиболее сложных участках полета (взлет, заход на посадку, посадка), количественно описывается по непрерывной шкале значений с помощью т.н. частных показателей качества (ЧПК). Данные ЧПК определяются путем первичной обработки полетной информации (ПИ). Далее они заносятся в базу данных для вторичной обработки и хранения.

### **Анализ публикаций**

На сегодняшний день основной формой хранения и накопления ПИ является файл (системы типа Ревизор, Юниграф,

Двина М) или совокупность файлов (системы типа РС-02). Имеется в виду, что каждый отдельно взятый полет хранится в виде одного или нескольких файлов. Результаты первичной обработки, ЧПК, хранятся в базе данных (БД) и обрабатываются в соответствии с возникающими задачами. Однако при изменении алгоритмов расчетов ЧПК, или же введение других форм контроля возникает необходимость изменять программное обеспечение и пересчитывать ЧПК по новому алгоритму для каждого полета.

Более мобильным способом хранения и обработки информации являются реляционные базы данных. Работа с такими базами осуществляется с помощью средств управления базами данных (СУБД).

### **Рекомендуемые задачи, решаемые с помощью накопленной ПИ**

Согласно "Своду авиационных правил Украины (САПУ)" в части "Порядка сбора и практического использования информации бортовых систем регистрации ПИ на авиапредприятиях ГА" существуют рекомендуемые задачи контроля. К рекомендуемым относят задачи контроля с целью профилактики отклонений в работе автоматизированного технологического комплекса "ВС-экипаж" и другие, эффективность решения которых может быть повышена путем использования информации бортовых регистраторов.

Рекомендуемые задачи контроля полетов решаются на основе обобщения результатов обработки информации бортовых регистраторов. В подразделе должны быть отражены следующие вопросы:

- реализованный на предприятии эксплуатанта способ доступа пользователей к результатам автоматизированной обработки, обобщения и анализа информации бортовых регистраторов;

- установленный порядок администрирования, санкционирования доступа, введения изменений (корректив) в содержание информации баз данных.

- содержание выходных форм для каждой из принятых эксплуатантом задач.

- рекомендации пользователям по работе с обобщенной информацией, содержащейся в базах данных.

Результаты контроля для их дальнейшего анализа выдаются в виде форм утвержденных САПУ. На рис. 1 изображена "Форма 3. Показатели качества пилотирования по авиа эскадрилье №\_\_ самолета Ту-134." [1].

Форма 3.  
Показатели качества пилотирования по авиа эскадрилье №\_\_ самолета Ту-134

Средние значения обобщенных показателей качества пилотирования в целом по АЭ за 20 последних полетов для каждого КВС:

Среднее значение обобщенного показателя качества выполнения полета:  $Q\Pi = (P + F + Q\text{B} + Q\text{ЭП})/4 = 0,733$  и его составляющие:

- Вероятность выполнения полета без отклонений P=0,425
- Средний частота появления отклонений в полете F=0,668
- Средний показатель качества выполнения взлета QВ=0,971
- Средний показатель качества выполнения захода на посадку и посадки QЭП=0,869

Место по КВС ЭП	Группа	Код КВС	Средние значения показателей					Отклонения по этапам					Нарушения	Период наблюдения	№ И.О.
			Q\Pi	P	F	QВ	QЭП	П	В	М	ЭП	И			
1	ВС		0,834	0,650	0,816	0,971	0,899	3	0	1	4	8	0	25 09 01-15.10.01	
2	ВС		0,828	0,650	0,808	0,981	0,876	3	0	0	6	9	0	22 09 01-09.10.01	
3	ВС		0,799	0,600	0,759	0,977	0,859	4	0	0	10	14	0	29 09 01-06.10.01	
4	ВС		0,792	0,550	0,766	0,975	0,878	2	0	0	8	10	0	15 09 01-08.10.01	
5	ВС		0,784	0,550	0,751	0,974	0,860	7	0	0	6	13	0	04.10.01-17.10.01	
6	ВС		0,781	0,550	0,758	0,943	0,874	2	5	0	4	11	0	28 08 01-16.09.01	
7	ВС		0,764	0,500	0,718	0,977	0,864	3	1	0	11	15	0	13 09 01-07.10.01	
8	ВС		0,744	0,450	0,683	0,976	0,869	6	1	1	8	16	0	19 09 01-18.10.01	
9	ВС		0,742	0,450	0,668	0,973	0,880	8	0	0	11	19	0	18 09 01-16.10.01	
10	НС		0,731	0,400	0,659	0,978	0,886	7	1	1	9	18	0	20 09 01-15.10.01	
11	НС		0,717	0,400	0,637	0,975	0,859	9	1	0	13	22	0	29 09 01-16.10.01	
12	НС		0,702	0,350	0,601	0,982	0,877	5	0	2	16	23	0	14 09 01-13.10.01	
13	НС		0,654	0,250	0,580	0,952	0,836	5	4	2	11	22	0	28 08 01-15.10.01	
14	НС		0,637	0,150	0,534	0,967	0,899	9	1	2	11	23	0	28 08 01-18.10.01	
15	НС		0,607	0,150	0,464	0,972	0,845	16	1	2	17	36	0	19 09 01-14.10.01	
16	ИНТ П		0,615	0,150	0,491	0,972	0,847	9	2	0	18	29	1	08.10.01-14.10.01	
17	МОВ														
18	МОВ														
19	МОВ														
20	МОВ														
21	МОВ														
22	МОВ														
23	МОВ														
24	МОВ														
25	НД														
26	НД														
27	НД														
28	НД														
29	НД														
30	НД														
31	НД														
32	НД														

Группа по уровню ЭП:  
 ВС - Выше среднего  
 НС - Ниже среднего  
 ИНТ - Имеются нарушения ЭП  
 МОВ - Малый объем выборки  
 НД - Нет данных

Этапы:  
 П - Подготовка к полету  
 В - Взлет  
 М - Маршрут  
 ЭП - Заход на посадку  
 И - Итого за полет

Инженер по контролю качества

Командир АЭ Ту-134 \_\_\_\_\_

Рис. 1. Форма показателя качества пилотирования

На основе результатов отображенных в этих формах эксперт:

- выявляет экипажи требующие повышенного внимания;

- выявляет негативные стереотипы у конкретных экипажей ВС;

- выдает информацию для руководства летного подразделения о нарушениях

допущенных экипажами ВС данного подразделения за заданный период времени;

- подтверждает квалификацию летного состава.

Данные выводы эксперта позволяют выявить потенциально опасные факторы и своевременно их предотвратить, что

существенным образом способствует повышению безопасности полетов.

### Обработка и анализ полетной информации

Работу существующих наземных систем при первичной обработке ПИ можно представить в виде схеме изображенной на рис. 2.

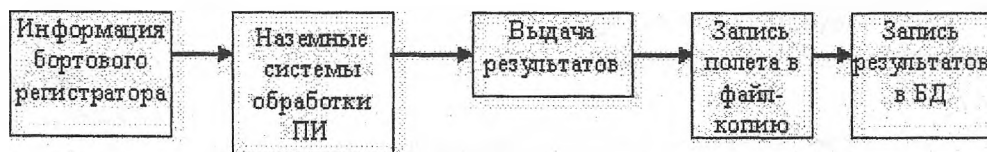


Рис. 2. Схема существующей наземной обработки ПИ

Полетная информация снимается с бортового регистратора. Далее она обрабатывается с помощью наземных систем обработки ПИ, с последующей выдачей результатов. Результатами служат ЧПК как количественные оценки качества пилотирования ВС на различных этапах полета. После обработки и получения, окончательных результатах ПИ сохраняется в виде файла-копии на носителе внешней памяти, а результаты заносятся в базу данных результатов.

На устаревших системах обработки и воспроизведения полетной информации типа "Луч-84" копирование данных на устройство внешней памяти, осуществлялось в темпе воспроизведения информации. Особенностью копирования было то, что информация записывалась в уплотненном виде. Это было вызвано тем, что объемы внешней памяти были весьма ограниченными, а каждый полет занимал достаточно большой объем памяти.

Новые многозадачные, оконные операционные системы типа *Windows* позволяют работать одновременно с большим количеством файлов, да и аппаратные средства сравнительно с первыми ПК значительно мощнее и продуктивнее. Данные факторы позволили отказаться от уплотнения информации. Новые системы (типа Ревизор, PS-02, Двина-М) позволяют сохранять полет в виде одного или нескольких файлов.

База данных результатов организуется для вторичной обработки ПИ. Так получение формы 3 рис.1 и других форм сводится к выборке данных из существующей БД. При этом организация и формат базы данных для каждой системы свой.

Существующие системы позволяют выполнять вторичную обработку и выдавать ее результаты в том виде, в котором требуется согласно САПУ.

Однако требования к безопасности полетов ужесточаются, и как следствия усовершенствуются алгоритмы контроля и вводятся новые формы анализа совокупности полетов. Поскольку все программное обеспечение, которое используется для вторичной обработки, представляет собой конечный продукт, то внесение изменений в математический аппарат, а также в формат хранения данных приводит к значительным временным и материальным затратам связанными с доработкой и сопровождением программного обеспечения. Кроме того, изменение структуры данных приводит к необходимости изменения всех аппаратных и программных модулей, которые работают с этими данными.

К примеру, возьмем частный показатель качества Q01 "Оценка дистанции разбега". Графическая интерпретация показателя качества "Оценка дистанции разбега" имеет вид рис. 3.

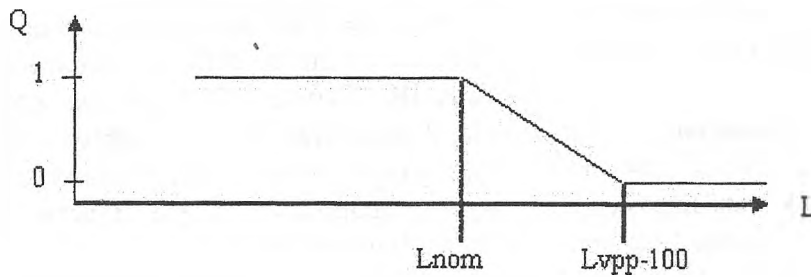


Рис. 3. Графическая интерпретация показателя качества "Оценка дистанции разбега"

Вычисление значений показателя  $Q01$  осуществляется на основе соотношения:

$$Q01 = \begin{cases} 1, npuLrf \leq Lnom; \\ \left( \frac{Lvpp - Lrf}{(Lvpp - Lnom)} \right), npuLrf > Lnom; \\ 0, npuLrf > Lvpp. \end{cases}$$

$Lvpp$  – предельная дистанция разбега, равная длине ВПП, уменьшенной на 100м;

$Lnom$  – номинальная расчетная дистанция разбега для конкретных условий взлета и средних характеристик двигателей;

$Lrf$  – фактическая дистанция разбега, определяемая путем численного интегрирования путевой скорости на участке разбега.

В данном случае изменение метода численного интегрирования путевой скорости на участке разбега, приведет к изменению  $Lrf$ , что в свою очередь приведет к изменению показателя качества  $Q01$ . В реальной системе необходимо изменять расчет алгоритма  $Q01$  для первичной обработки, а также повторно обрабатывать все полеты за указанный период времени для того, чтобы занести в БД результатов актуальную информацию.

Более эффективное хранение и обработку полетной информации, можно организовать с помощью СУБД.

### Современная концепция реляционных СУБД

Активная деятельность по отысканию приемлемых способов обобществления непрерывно растущего объема информации привела к созданию в начале

60-х годов специальных программных комплексов, называемых "Средствами управления базами данных". [3]

До появления СУБД все данные, которые содержались в компьютерной системе постоянно, хранились в виде отдельных файлов. Система управления файлами, которая обычно является частью операционной системы компьютера, следила за именами файлов и местами их расположения. В системах управления файлами модели данных, как правило, не использовались; эти системы ничего не знали о внутреннем содержимом файлов. Для такой системы файл, содержащий документ текстового процессора, ничем не отличается от файла, содержащего таблицу.

Основная особенность СУБД – это наличие процедур для ввода и хранения не только самих данных, но и описаний их структуры. Файлы, снабженные описанием хранимых в них данных и находящиеся под управлением СУБД, стали называть банками данных, а затем "Базами данных".

Реляционная база данных – это совокупность отношений, содержащих всю информацию, которая должна храниться в БД. [4]

В качестве примера СУБД возьмем *MS SQL Server 2000*. Количество одновременно работающих пользователей достигает 5000. Размер базы данных ограничивается только размером внешней памяти. Имеются встроенные системы блокировки и резервного копирования. База данных может размещаться на нескольких компьютерных системах. Безопасность организована в виде многоуровневой структуры. [5]

Рассмотрим схему организации данных для хранения и вторичной обработки ПИ на рис. 4.

Каждый элемент схемы рис. 4 представляет собой таблицу. В таблице "Полет" находятся значения всех параметров для каждого полета. В таблице "Алгорит-

мы расчета ЧПК" находятся алгоритм, для расчета каждого ЧПК в зависимости от типа ВС. Таблица "Служебная информация и результаты" представляет собой результаты расчета ЧПК, а также служебную информацию (дата полета, время, номер борта и т.д.).

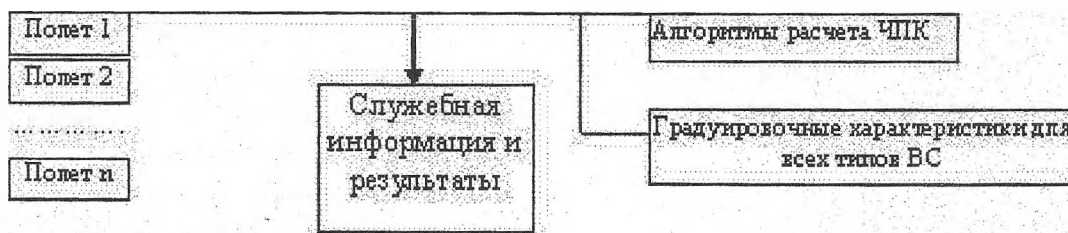


Рис. 4. Схема организации данных для хранения и вторичной обработки ПИ

Путем такой организации все изменения можно вносить оперативно без всяких трудностей. Формы САПУ реализуются путем обычного запроса в СУБД, а добавление новой формы или изменение старой — это добавление нового запроса или изменение существующего. При изменении алгоритмов контроля, необходимо изменить алгоритм в соответствующей таблице, после чего расчет ЧПК будет, осуществляться по новому алгоритму для все последующих полетов, и по желанию предыдущих.

### Выводы

Таким образом, исходя из руководящих документов ГА относительно необходимости использования накопленной полетной информации есть необходимость в ее хранении и постоянном ее анализе, для повышения безопасности полетов. Существующие системы наземной обработки ПИ обеспечивают ее сохранение и возможность вторичной обработки для выдачи результатов в соответствии с САПУ. Однако данные системы в части вторичной обработки информации имеют следующие недостатки:

- изменения в алгоритмах контроля или существующих формах совокупного

анализа полетов ведет к серьезным изменениям в программном обеспечении, а также к необходимости повторной обработке ПИ;

- не реализован многопользовательский режим;

Данные недостатки отсутствуют в СУБД. Релятивные СУБД обеспечивают хранение больших объемов информации, позволяют оперативно вносить все необходимые изменения, обеспечивают многопользовательский режим, а также соответствуют все требованиям предъявляемых к хранению, обработке и анализу ПИ.

### Список литературы

1. *Порядок сбора и практического использования информации бортовых систем регистрации на предприятиях гражданской авиации Украины. Свод авиационных правил Украины. АПУ 3. Эксплуатация воздушных судов.* — К.: 1996. — 109 с.
2. *Мейер М.* Теория реляционных баз данных. — М.: Мир, 1987. — 608 с.
3. *К. Дейт.* Введение в системы баз данных. — М.: Наука, 1980. — 784 с.
4. *М.Гарсия, Дж.Рединг.* MS SQL Server. — М., 2002. — 976 с.