УДК 629.735.33

СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ НАКОПЛЕНИЯ, СИСТЕМАТИЗАЦИИ И АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ МСРП

© 2012 А.Э. Смелянский

ОАО «Туполев», г. Москва

Поступила в редакцию 17.10.2012

В данной статье рассматривается одна из актуальных на сегодняшний день тем – создание инструмента, позволяющего на современном уровне проводить накопление, систематизацию, статистическую обработку и анализ данных, полученных при эксплуатации парка воздушных судов. Этот инструмент обеспечит возможность оперативного принятия решений по уточнению условий отработки установленных ресурсов и их поэтапному увеличению. Важным в статье является реализация идеи объединить в одну базу данных всю информацию об условиях эксплуатации парка самолётов, поступающую в ОАО «Туполев для её последующего комплексного анализа. Предлагаемая база данных с набором инструментов позволит сократить трудозатраты на обработку информации об условиях эксплуатации не только всего парка самолётов типа Ту-204/214, включая самолёт Ту-204СМ, но и всех вновь создаваемых самолётов ОКБ.

Ключевые слова и фразы: ресурс, Ту-204/214, МСРП, обработка полетной информации, типовой профиль полета, интегральная повторяемость перегрузок.

В соответствии с требованиями Норм летной годности (см. гл. 4.9. НЛГС - 3) и Авиационными правилами (см. п. 25.571 АП-25 и п.1 МОС к АП 25.571) для обеспечения безопасности конструкции по условиям прочности при длительной эксплуатации обязательным условием установления назначенных ресурсов самолетов является контроль за условиями эксплуатации и нагруженности парка, отдельных групп и отдельных экземпляров самолетов.

Эксплуатационно-техническая документация самолетов типа Ту-204, Ту-214 (см. раздел 005 РЭ) предусматривает обязательную обработку полетной информации по оценке фактической нагруженности.

Целью контроля за условиями эксплуатации и нагруженности являются:

- уточнение параметров среднестатистического полета;
- определение правильности спрогнозированных условий эксплуатации;
- определение интенсивности расходования ресурса Nэкв, которая показывает во сколько раз фактическая нагруженность конструкции самолета отличается от спрогнозированной и в соответствии с которой определены ресурсные характеристики.

Контроль за фактическими условиями эксплуатации и нагруженности самолетов типа Ту-204, Ту-214 проводится по информации, регистрируемой системой МСРП самолета и обрабатываемой с помощью «Программы обработки параметров, регистрируемых системой МСРП, для контроля за расходованием ресурса самолетов типа Ту-204, Ту-214» в составе специального ПО «СКАТ» наземного комплекса «ТОПАЗ-М» группами объективного контроля эксплуатанта. «Программа обработки параметров...» создана предприятием ЗАО «НПП «Топаз» на основе «Алгоритмов обработки параметров, регистрируемых системой МСРП для контроля за расходованием ресурса самолетов типа Ту-204, Ту-214», разработанных ОАО «Туполев».

Смелянский Антон Эдуардович, инженер – конструктор. E-mail: smelyans-kiy_anton@mail.ru

МСРП позволяют регистрировать достаточно полный объем данных по параметрам полета самолета и о работе его функциональных систем. Проведенный анализ этих данных показал, что они достаточны для оценки характеристик полета самолета и условий его эксплуатации.

Результаты обработки каждого выполненного полета самолетов типа Ту-204, Ту-214 и их модификаций в виде двоичных файлов поступают в ОАО “Туполев”. Необходим инструмент, позволяющий на современном уровне проводить анализ и систематизацию получаемой информации. Таким инструментом является Модуль «МСРП».

Модуль «МСРП» разработан с учетом вышеуказанных требований. Модуль создан как дополнение к системе «РесАн», разработанной ОАО «Туполев». РесАн (**Рес**урсный **Ан**ализ) – диалоговая система мониторинга конструкции, предназначенная для сбора, систематизации, хранения и анализа на этапах проектирования, испытаний, производства и эксплуатации всей информации, определяющей ресурс силовой конструкции самолета и условия его отработки.

Модуль МСРП включает в себя БД для накопления и систематизации результатов первичной обработки параметров, регистрируемых системой МСРП, а так же набор необходимых инструментов, позволяющих проводить анализ и статистическую обработку внесенной в БД информации, представлять полученные результаты статистической обработки в графическом виде и переносить их в текстовой редактор Microsoft Word.

СХЕМА ВВОДА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Ввод, обработка и вывод данных осуществляется по следующей схеме:

ИНТЕРФЕЙС МОДУЛЯ «МСРП»

Доступ к модулю «МСРП» осуществляется через определенные пункты меню системы «РесАн». Для доступа к «РесАн», а значит модулю «МСРП», необходимо создать учетную запись с логином и паролем.

Модуль «МСРП» разработан в системе визуального объектно-ориентированного языка программирования Delphi с использованием базы данных Inter Base, а точнее ее модификации Fireberd.

Пользовательский интерфейс модуля «МСРП» представляет собой набор меню и иконок (рис. 1). Здесь применена система последовательно всплывающих меню, обеспечивающая оперативный поиск необходимых в данный момент опций.

ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Входными данными для модуля «МСРП» являются результаты первичной обработки данных МСРП в виде бинарных файлов полетов. Результаты первичной обработки содержат информацию о выполненном полете:

- бортовой номер самолета;
- дата полета;
- масса самолета и центровки на взлете и посадке;
- суммарные массы топлива, а также массы топлива в каждом баке на взлете и посадке;
- суммарное время полета;
- характеристики этапов полета. Весь полет разбит на 8 этапов:

<u>этап 1</u> – Разбег от запуска двигателя до отрыва от ВПП;

<u>этап 2</u> – Взлет [от отрыва от ВПП до начала уборки закрылков];

<u>этап 3</u> – Набор высоты [от начала уборки закрылков до достиже-ния высоты эшелона];

<u>этап 4</u> – Горизонтальный полет [эшелон, участки набора и сни-жения на эшелоне включаются в горизонтальный полет];

<u>этап 5</u> – Снижение [от конца эшелона до выпуска закрылков на 18°];

<u>этап 6</u> – Полет с закрылками, выпущенными на 18° [от выпуска закрылков на 18° до выпуска закрылков на 37°];

<u>этап 7</u> – Полет с закрылками, выпущенными на 37° [от выпуска закрылков на 37° до приземления];

<u>этап 8</u> – Приземление и пробег [от касания ВПП до конца копии информации].

Для каждого из 8-ми этапов приведены:

- длительность этапа [час : мин : сек];
- высота, скорость и вес самолета в начале этапа и их среднее значение за этап;

- нагруженность и расход ресурса (по крылу). Для каждого из 8-ми этапов, а также для воздушного этапа, включающего в себя со 2-ого по 7 этапы, приведены:

- максимальные и минимальные значения вертикальных перегрузок в центре тяжести самолета и изгибающих моментов в 2-х сечениях крыла;
- максимальные и минимальные значения безмоментных повреждаемостей и приведенных повреждаемостей в 2-х сечениях крыла;

- интенсивность расходования ресурса по крылу за полет:

- значение эквивалентной наработки;
- приведенная повреждаемость цикла ЗВЗ;
- приведенная повреждаемость от динамических нагрузок;

- работа механизации. Весь полет в зависимости от положения механизации разбивается на 8 режимов. Для каждого режима определены:

- продолжительность (длительность) режима;
- положение закрылков, предкрылков и рукоятки управления закрылками и предкрылками в начале и в конце каждого режима;
- приборные скорости, высоты, аэродинамические нагрузки на закрылки и усилия в подкосе 3-его механизма в начале и в конце режима.

- интенсивность расходования ресурса по закрылкам:

- эквивалентные наработки поверхности закрылка, подкоса 3-го механизма и закрылка в целом;

- интегральная повторяемость перегрузок:

- таблица интегральных повторяемостей положительных и отрицательных вертикальных пере-

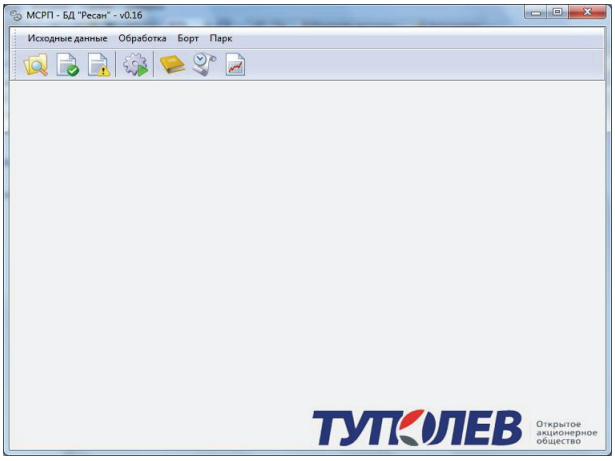

Рис. 1. Интерфейс модуля «МСРП»

грузок в центре тяжести самолета на каждом из 8-ми этапов полета, а также интегральная повторяемость приращения перегрузок за воздушные $2 \div 7$ этапы полета и наземные 1 и 8 этапы полета.

ВВОД ДАННЫХ

Ввод исходной информации (бинарных файлов полетов) осуществляется путем указания папки, в которой находятся файлы по данному борту, а так же авиакомпании, в которой эксплуатировался борт на тот период, за который пришли результаты первичной обработки (рис. 2а). При попытке внести уже занесенный ранее бинарный файл полета, БД выдаст сообщение «Файл уже внесен» (Рис 2б).

Сразу после ввода бинарных файлов полетов производится их автоматическое разделение (отбраковка) на «кондиционные» полеты в раздел **КОНДИЦИОННЫЕ ЗАПИСИ** и «некондиционные» полеты в раздел **НЕКОНДИЦИОННЫЕ ЗАПИСИ**..

В разделах **КОНДИЦИОННЫЕ ЗАПИСИ** и **НЕКОНДИЦИОННЫЕ ЗАПИСИ** информация о полетах отображается в краткой форме в виде таблиц. В этих разделах так же доступен просмотр полной версии информации о полетах через текстовой редактор.

Строки в разделах **КОНДИЦИОННЫЕ ЗАПИСИ** и **НЕКОНДИЦИОННЫЕ ЗАПИСИ** изначально отсортированы по дате полета. Также есть возможность сортировать строки по:

- борт. №;
- номер обработки;
- рейс;
- дата полета;
- код;
- авиакомпания;
- примечание.

Виды таблиц подразделов **«Данные МСРП (кондиционные)»** и **«Данные МСРП (некондиционные)»** приведены на рис. 3 и 4 соответственно.

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ ПО БОРТУ

После отбраковки происходит статистическая обработка добавленных полетов по каждому борту, причем в обработке участвуют только

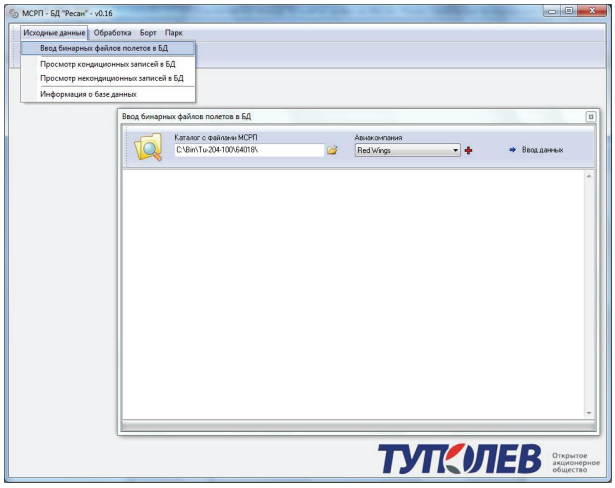

Рис. 2а. Ввод бинарных файлов полетов в БД

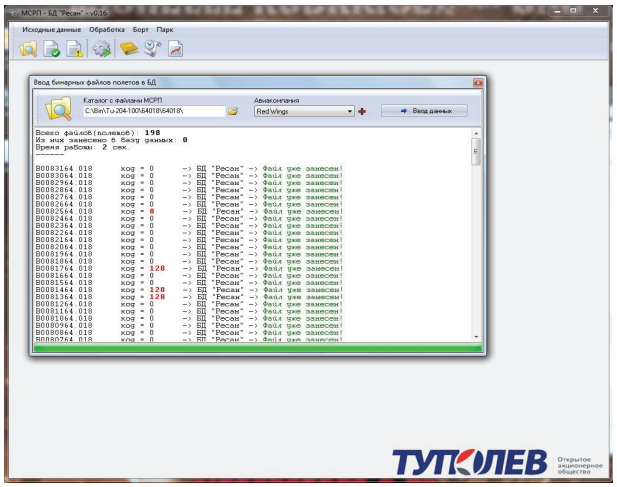

Рис. 2б. Ввод бинарных файлов полетов в БД

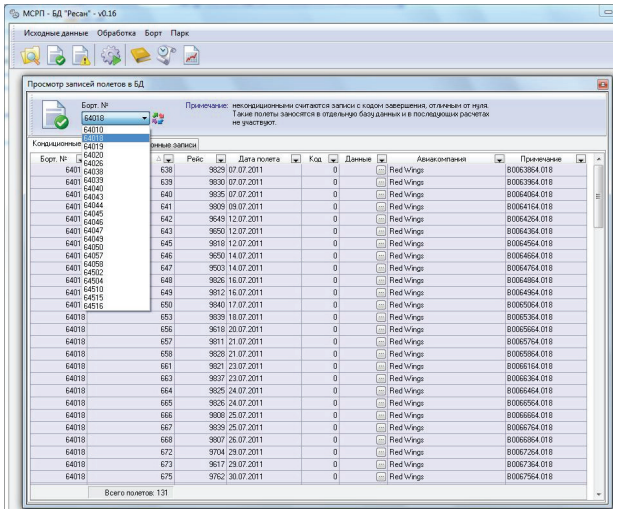

Рис. 3. Просмотр кондиционных записей полетов в БД

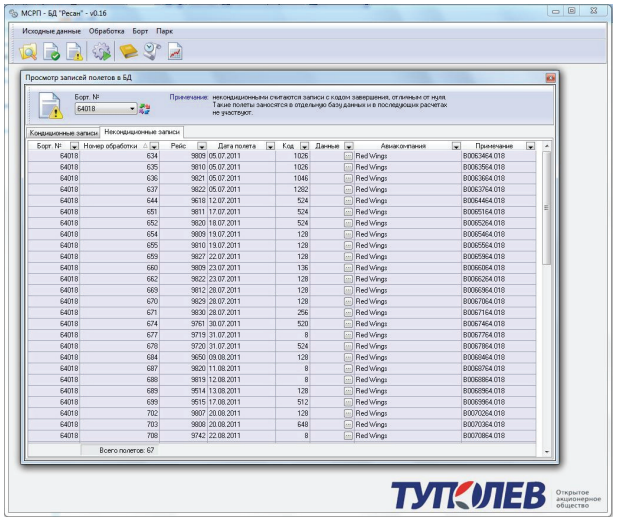

Рис. 4. Просмотр кондиционных записей полетов в БД

полеты, занесенные в раздел **КОНДИЦИОННЫЕ ЗАПИСИ.**

В результате автоматической статистической обработки определяются следующие параметры борта:

- Дата обработки;
- Основные среднестатистические характеристики (рис. 5);
- Среднестатистического характеристики этапов полета;
- Нагруженность и расход ресурса по этапам (крыло);

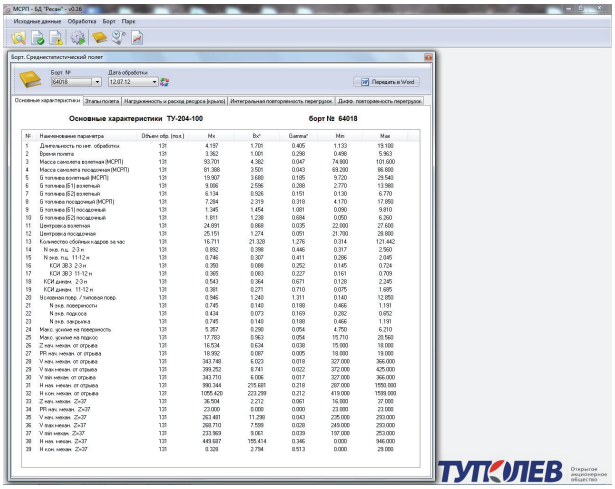

Рис. 5. Результаты статистической обработки по борту

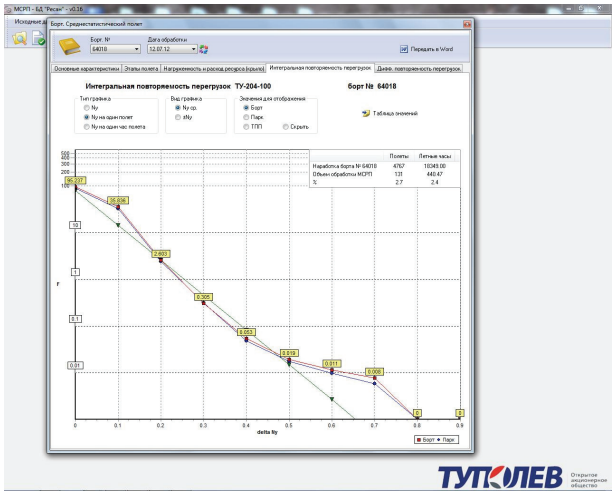

Рис. 6. Результаты статистической обработки по борту

- Интегральная повторяемость приращений перегрузки (рис. 6).

ОСНОВНЫЕ СРЕДНЕСТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Интегральная повторяемость приращений перегрузки

Статистическая обработка данных по парку.

При нахождении в БД полетной информации двух и более самолетов одного типа происходит автоматическая обработка по парку. В качестве исходной информации для обработки по парку используются результаты статистической обработки по борту, а именно:

- характеристики среднестатистического полета каждого самолета (борта);
- таблицы среднестатистических интегральных повторяемостей приращения вертикальных перегрузок на каждом из 8 этапов и суммарные за полет;
- наработки каждого самолета (борта).

Выходные формы статистической обработки по парку будут аналогично выходным формам статистической обработки по борту с добавлением информации о количестве обрабатываемых бортов с указанием краткой информации по ним.

При необходимости можно провести статистическую обработку по борту определенной группы полетов, указанной пользователем.

Результаты произведенного анализа используются при подготовке и оформлении Заключений о назначенных ресурсах, а так же при решении оперативных задач эксплуатации.

Список литературы

1. Авиационные Правила. Часть 25 Нормы летной годности самолетов транспортной категории. Межгосударственный авиационный комитет, М.: Авиаиздат, 2009. 266 с.
2. Алгоритмы обработки параметров, регистрируемых системой МСРП для контроля за расходованием ресурса самолетов типа Ту-204, Ту-214. ОАО «Туполев». 26 с.
3. *Райхер В.Л.* Цикл лекций по усталостной прочности конструкции. Москва, 1975. 35 с.
4. *Фейгенбаум Ю. М.* Мониторинг условий эксплуатации и нормирование запасов на рассеивание эксплуатационной нагруженности при установлении ресурса пассажирского самолета по условиям прочности. Дисс. ... канд. техн. наук. Москва, 2011. 148 с.

DATABASE CREATION FOR ACCUMULATION, SYSTEMATIZATION AND PRIMARY DATA PROCESSING RESULT ANALYSIS MSRP

© 2012 A.E. Smelyansky

JSC “Tupolev”, Moscow

In this paper one of the most actual points of nowadays – the creation of the tool allowing state-of-art carrying out accumulation, systematization, statistical manipulation and aircraft maintenance result analysis – is considered. This is going to provide with efficient decision-making possibility to accurate established resource execution conditions and their gradual increase. It is important to implement the idea of combining all the aircraft maintenance conditions information into common database received by JSC «Tupolev» for the following complex analysis. Offered tool set database enables to reduce man-hours for maintenance conditions information processing as for Tu-204/214 aircraft fleet, including Tu-204SM, as whole brand new aircraft.

Key words: resource, Tu-204/214, MSRP, flight information processing, typical flight profile, integral overload frequency, typical flight

Anton Smelyansky, engineer-designer.
E-mail: smelyanskiy_anton@mail.ru