

УДК 629.735.015:681.3

## ОБЛАЧНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ УЧЁТА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА КОМПОНЕНТОВ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

И.Г. КИРПИЧЕВ, А.К. БЛАГОРАЗУМОВ, Г.Е. ГЛУХОВ

Предложено веб-приложение, облегчающее учёт технического состояния компонентов воздушных судов и обеспечивающее эксплуатантам прозрачную передачу данных в информационные системы субъектов гражданской авиации.

**Ключевые слова:** жизненный цикл, компоненты ВС, эксплуатация ВС, ресурсное состояние, наработки, лётная годность, ИАС МЛГ ВС.

### Введение

Большая часть жизненного цикла изделий авиационной техники приходится на процесс эксплуатации. Именно на этом этапе жизненного цикла происходит основной обмен информацией между участниками процесса технической эксплуатации авиационной техники (ТЭАТ). Искажение информации, её неточность или противоречивость может привести не только к экономическим последствиям, но и повлиять на безопасность полетов.

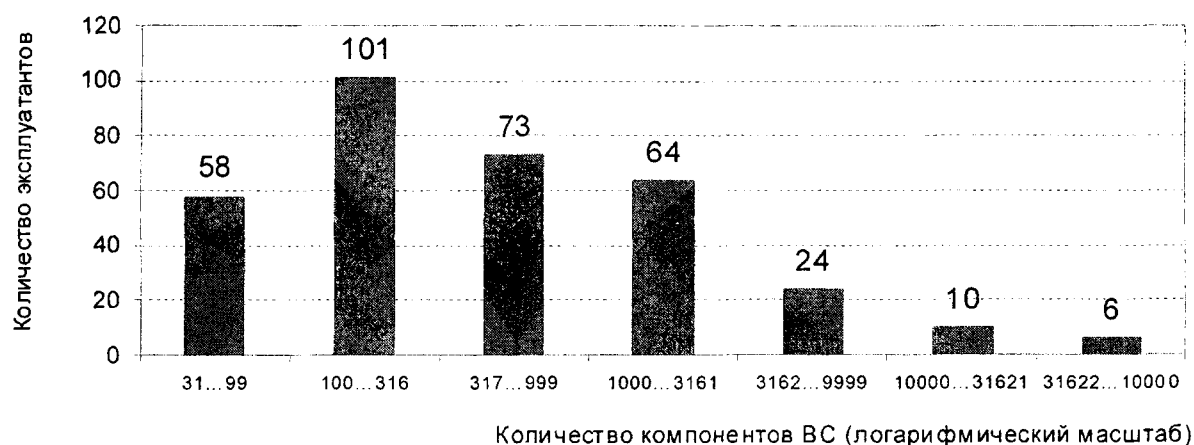
Информационно-аналитический центр Государственного научно-исследовательского института гражданской авиации (ИАЦ ГосНИИ ГА), непосредственно участвующий в процессе мониторинга жизненного цикла компонентов ВС и интегрирующий всех участников процесса ТЭАТ в единое информационное пространство, уделяет особый подход к сбору, передаче и анализу информации в части ТЭАТ.

Разработанная в ГосНИИ ГА Информационно-аналитическая система мониторинга лётной годности воздушных судов (ИАС МЛГ ВС) позволяет не только собирать и анализировать поступающую от эксплуатантов ВС информацию, но и автоматизировать решение производственных и технологических задач на предприятиях гражданской авиации (ГА) [1]. Помимо решений ИАС МЛГ ВС на рынке существуют другие программные продукты коммерческих организаций, позволяющие автоматизировать те или иные производственные и технологические процессы предприятия [2].

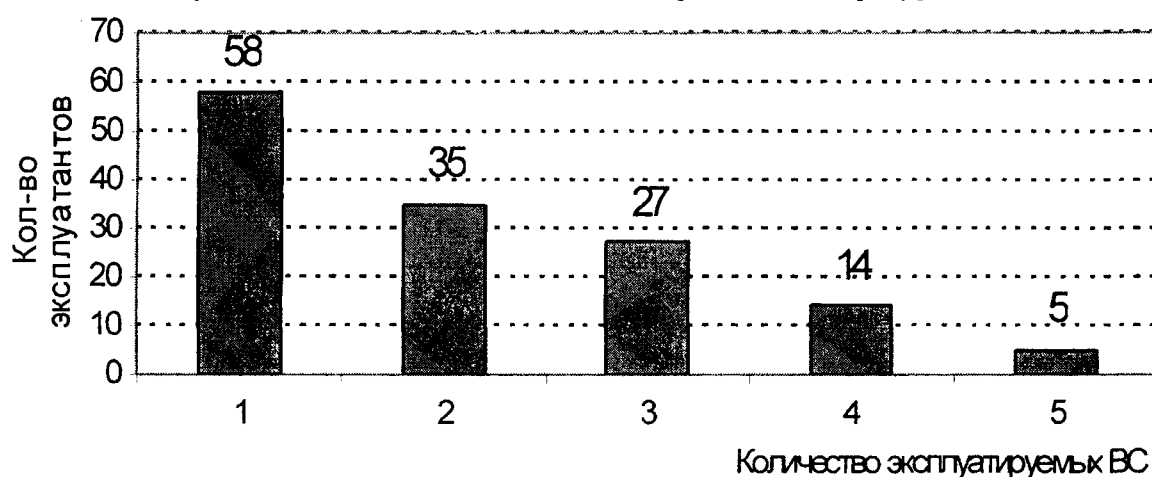
Работа с информационными системами требует определенных навыков и специальной подготовки, а их внедрение – вложений в информационную инфраструктуру, для поддержания которой необходимо наличие квалифицированного ИТ-персонала в штате авиапредприятия. При этом эффект от внедрения системы тем выше, чем больше объём работ, которые автоматизирует система.

Среди российских эксплуатантов ВС ГА наблюдается значительный разброс по количеству эксплуатируемых ВС, а следовательно, и по трудоёмкости учёта жизненного цикла компонентов ВС с ограниченным ресурсом. На рис. 1 представлено распределение количества эксплуатантов в зависимости от числа установленных на ВС компонентов с ограниченным ресурсом по данным мониторинга аутентичности компонент ВС на июнь 2013 г.

Из этой статистики следует, что 40 % от всего числа эксплуатантов имеют в среднем по 118 установленных на ВС компонентов с ограниченным ресурсом. При этом парк этих эксплуатантов ограничен пятью ВС 4-го и 3-го класса со средним возрастом 25 лет (рис. 2). Для таких эксплуатантов приобретение и внедрение коммерческих информационных систем учёта жизненного цикла и отслеживания ресурсного состояния нерентабельно.



**Рис. 1.** Распределение эксплуатантов ВС по количеству учитываемых компонентов ВС с ограниченным ресурсом



**Рис. 2.** Распределение эксплуатантов по количеству ВС в выборке с минимальным парком ВС

В то же время, эксплуатантам приходится обмениваться данными в электронном виде с информационными системами других организаций (изготовителей, ремонтных заводов, органов надзора). Так, ГосНИИ ГА получает от эксплуатантов в год более шести тысяч файлов в формате Microsoft Excel для импорта данных в ИАС МЛГ ВС. При этом 3 % из них содержат неполный набор данных, а 25% имеют некорректный формат данных, не позволяющий обработать данные без ручного переформатирования и/или запроса недостающих данных. Анализ формирования файлов показал, что подавляющее большинство проблемных файлов было создано в Excel вручную. При этом эксплуатанты вели учёт состояния своих компонентов ВС без использования какого-либо специализированного программного обеспечения (ПО) как в таблицах Excel, так и просто на бумаге.

### Недостатки ведения учёта жизненного цикла в офисном ПО

Использование офисного ПО Microsoft Excel удобно для эксплуатантов тем, что оно установлено практически на каждом компьютере, а ввод данных не требует специальных навыков. В то же время, его использование для учёта жизненного цикла компонентов ВС имеет следующие недостатки:

- 1) отсутствует контроль полноты данных – любые поля могут оставаться незаполненными;

2) отсутствует контроль взаимосвязей между полями, из-за чего остаются незамеченными такие ошибки, как, например, превышение наработки после ремонта наработки с начала эксплуатации;

3) отсутствует контроль типов данных, что порождает труднообнаруживаемые ошибки при обмене данными с другими информационными системами.

Последняя особенность Excel является платой за простоту ввода данных: табличный процессор пытается самостоятельно распознать тип данных (текст, число или дата), полагаясь на определённые в операционной системе разделители целой и дробной части числа, а также формат даты. При копировании и вставке записей между компонентами Microsoft Office на одном компьютере проблем не возникает, поскольку через буфер обмена передаётся информация о внутреннем представлении данных. Однако между программами на разнородных платформах данные не всегда копируются корректно. Так, при попытке вставить в Excel число "1.5" в ячейку вставляется "41003", поскольку Excel воспринимает цифры с точкой как дату, пересчитывая её в число. Другая проблема возникает при работе с длинной последовательностью цифр: будучи проинтерпретированы как число, цифры после шестнадцатого разряда заменяются нулями вследствие конечной точности представления чисел.

Такие подмены происходят при определённых условиях на определённом наборе данных и могут остаться незамеченными при копировании больших столбцов или строк. В результате подготовленные для экспорта в стороннюю информационную систему данные могут оказаться недостоверными.

Но даже если данные подготовлены без ошибок и проверены на полноту и непротиворечивость, несоответствие их формата формату, ожидаемому принимающей системой, приводит к невозможности импорта данных без вмешательства оператора. Чаще всего в переформатировании нуждаются даты из-за многообразия форматов их представления. Но любое вмешательство человека чревато возможными ошибками, потерями данных и неизбежно снижает оперативность обработки информации.

Таким образом, становится очевидной проблема: при ведении учёта жизненного цикла компонентов ВС в офисном ПО эксплуатант не в состоянии предоставить достоверные данные в корректных форматах, но при этом около 40 % эксплуатантов не может использовать специализированное ПО вследствие объективных экономических и кадровых причин.

### **Способ решения проблемы учёта жизненного цикла компонентов ВС**

Являясь техническим оператором ИАС МЛГ ВС, ответственным за достоверность обрабатываемой ею информации, ГосНИИ ГА был вынужден найти способ решения проблемы полноты и корректности предоставляемых эксплуатантами данных. Очевидным решением была разработка специализированного ПО, которое, обладая достоинствами Excel (наглядность и доступность на любом компьютере) было бы свободно от свойственных ему недостатков. Помимо подготовки данных для ИАС МЛГ ВС, это ПО могло бы автоматизировать выполнение типовых задач эксплуатантов, таких как разноска наработок (синхронное увеличение значений наработок для групп компонентов).

Внедрение нового ПО предваряется подготовкой рабочих мест и сопровождается отладкой программного кода и добавлением новой функциональности, требуя периодического обновления ПО. Трудозатраты на эти процессы, определяющие себестоимость внедрения, существенно варьируются в зависимости от выбранной архитектуры системы. Архитектура определяет также оперативность устранения ошибок, которая зависит от доступности для разработчика информации о том, какие операции и над какими конкретно данными совершал пользователь при возникновении ошибки.

Анализ существующих системных архитектур показал, что для решения поставленных задач оптимальной является архитектура веб-приложений, при которой программный код выпол-

няется в браузере пользователя (имеющемся на любом подключенном к Интернету компьютере), загружаясь с сервера при каждом запуске приложения (решая, таким образом, проблему обновления). Требуемый для работы веб-приложения веб-сервер и сервер баз данных может быть вынесен за пределы организации – в "облако". Этот термин произошёл от схематичного изображения удалённого "чёрного ящика", предоставляющего услуги и расширяющегося при увеличении потребностей пользователей. Централизация обработки и хранения данных позволяет:

1) избавить эксплуатанта от затрат на аппаратное обеспечение, которое для обеспечения бесперебойной работы и надёжного хранения данных нуждается в дублировании;

2) освободить эксплуатанта от заботы о сохранности данных, подразумевающей регулярное резервное копирование и территориально удалённые хранилища данных (для защиты от стихийных бедствий);

3) обеспечить интеграцию данных в ИАС МЛГ ВС, что означает для эксплуатанта отсутствие необходимости форматирования и пересылки данных другим субъектам ИАС МЛГ ВС (органам надзора, конструкторам, изготовителям и т.п.);

4) облегчить разработчикам сопровождение системы благодаря возможностям мониторинга её работы с актуальными данными.

Веб-приложение было разработано в ИАЦ ГосНИИ ГА и установлено на серверах его центра обработки данных. Для облегчения пользователям перехода с Excel интерфейс приложения выполнен в виде таблицы Excel и реализует принцип ввода и редактирования данных щелчком по ячейке (рис. 3). Однако, в отличие от Excel, введённые значения сразу же контролируются и, при необходимости, переформатируются (например, в датах любые разделители заменяются точками, а год пересчитывается из двухзначного в четырехзначный). Кроме того, реализован логический контроль взаимосвязей между полями, выполняемый после заполнения всех полей. Всего для каждой записи о компоненте ВС выполняется более 80 проверок.

Наименование агрегата	Шифр	Заводской номер	Дата выпуска	Дата ремонта	Дата установки	Вид наработки	Нараб. СНВ	Назн. ресурс	Нараб. ППР	Межр. ресурс	Н
X Автомат давления	АД-50	7511	01.01.1987	04.07.1997	04.07.1997	часы	397.31	12000	703.31	1500	
X амортизатор костыля		9006508	01.01.1990		02.07.1997	часы	1019	12000	707	1500	
X амортизатор шасси	МШ4101-100-1	8903140P	01.01.1989	14.07.1997	14.07.1997	часы	4712	12000	700	1500	
X амортизатор шасси	МШ4101-100-2	G20928L	11.09.1984	15.03.2008	21.05.2009	часы	1710	12000	113		
X Амперметр	А-1	1724445063	11.11.2015			часы					
X Бензобак консольный левый	Ш6102-300-2	8812410		02.07.1997		часы	5	12000	707	1500	
X Бензобак консольный правый	Ш6102-300-1	0370567/170	01.01.1980	11.03.1997		часы	5	12000	1114	1500	
X Бензобак корневой	Ш6101-300-2	03803145	01.01.1980	02.07.1997	02.07.1997	часы	7589	12000	707	1500	
X бензобак центральный левый	SL6104-300-2	G0380570/36	01.01.1980	02.07.1997	02.07.1997	часы	4424	12000	707	1500	
X Бензобак центральный правый	Ш6104-300-1	22106	01.01.1978	02.07.1997	02.07.1997	часы	7167	12000	707	1500	
X бензопомпа	БЛК-4	H6108323	01.01.1980	04.07.1997	04.07.1997	часы	3535	12000	707	1500	
X Вентилятор	ДВ-3	1918108266	01.01.1988	02.07.1997	02.07.1997	часы	8709	12000	707	1500	

Рис. 3. Интерфейс ввода данных о компонентах ВС

Чтобы сохранить наглядность интерфейса, не перегрузив его множеством элементов, такие сервисные функции, как разноска наработок и экспорт в Excel, реализованы с помощью дополнительных меню (рис. 4). Модульность меню также облегчает наращивание сервиса дополнительным функционалом, заказанным отдельными эксплуатантами.

Привязка агрегата	Наименование агрегатов группы	Заводской номер	Дата выпуска	Дата ремонта	Дата установки	Вид наработок	Нараб. СНВ	Назн. ресурс	Нараб. ППР
Двигатель 1	Выхлопной коллектор	Ш6800-0	17-06-97	01.01.1987	17.06.1997	28.06.2002	часы	3200	750
Двигатель 1	Двигатель	АШ-62ИР	K16108141	24.02.1978	22.03.2010	24.12.2011	часы	3215	6000
Не установлен	дифференциал	ПУ-8	35430709	01.01.1973	24.09.2010	14.04.2011	часы	9455	12000
Планер	задний подкос	МШ4100-80-1	205119	01.01.1987	14.07.1997	14.07.1997	часы	3221	12000
Планер	задний подкос	МШ4100-80-2	8602129	01.01.1987	14.07.1997	14.07.1997	часы	6621	12000

Рис. 4. Меню разности наработок

Самая востребованная эксплуатантами функция - разность наработок позволяет увеличивать наработки компонентов ВС в часах, посадках, циклах или запусках в зависимости от принадлежности компонента к группе (планер, ВСУ или двигатель). В случае обнаружения ошибки расчёта наработок, возможна коррекция неверно добавленных наработок как по группе компонентов, так и индивидуально по каждому компоненту. Перед выполнением разности в обязательном порядке проверяется корректность заполнения всех относящихся к текущей наработке полей, и в случае обнаружения ошибок выдаётся предупреждение. Прибавляемые значения наработок также подвергаются логическому контролю, например, проверяется, чтобы суммируемые часы и минуты имели одинаковый знак (плюс или минус), а число минут не превышало 59.

При некорректном заполнении полей прибавляемых наработок и неправильной привязки компонентов операция разности наработок способна присвоить неверные значения ресурсов сразу множеству компонентов. Для устранения риска необратимого искажения данных перед выполнением разности наработок автоматически создаётся резервная копия данных. Если спустя некоторое время после разности наработок пользователь обнаружит, что компоненты имеют ресурсы, не соответствующие ожидаемым, он может самостоятельно вернуться к одному из ранее сохранённых состояний.

Резервные копии также можно создавать вручную в любой момент времени. Пользователю доступен список имеющихся резервных копии с датой и временем их создания (рис. 4). Он может просмотреть сохранённые данные, загрузить их на свой компьютер в виде файла формата Excel, заменить ими текущие данные, или удалить резервную копию. При создании новой резервной копии самая старая удаляется автоматически.

При разработке приложения был проведён анализ причин, по которым пользователи избегают переноса своих данных в облачные сервисы, и предприняты контрмеры, призванные снизить риски для авиакомпаний и убедить их в надёжности сервиса (табл. 1).

Принять участие в опытной эксплуатации приложения изъявили желание 19 эксплуатантов, причём половина из них имеет парк из более чем десяти ВС, а самый активный пользователь - ООО Авиакомпания "Юг-Лайн" - 46 ВС, что свидетельствует о востребованности приложения не только среди эксплуатантов малочисленного парка ВС, но и среди более крупных авиакомпаний, что расширяет круг потенциальных пользователей.

Таблица 1

Риск	Меры для минимизации риска
Потеря доступа к серверу из-за проблем с подключением к интернету	Хотя работа с приложением невозможна при полном отсутствии доступа в Интернет, за счёт тщательной оптимизации кода и протоколов обмена гарантируется полноценная работа на низкоскоростном GPRS-подключении через сотовые сети (ввод всех данных компонентов шести вертолётов Ми-8 требует не более 700Кбайт трафика). Использование стандартных веб-технологий позволяет работать с приложением посредством смартфона
Сбои и отказы сервера	Минимизация простоев за счёт виртуализации серверов на отказоустойчивом кластере с полным дублированием всех компонент
Потеря данных из-за выхода из строя сервера	Автоматическое создание резервных копий всех данных на несколько территориально разнесённых дисковых хранилищ, построенных на отказоустойчивых дисковых массивах
Несанкционированный доступ с искажением информации	Использование протокола HTTPS для защиты от атак "человек посередине". Журналирование информации о компьютере пользователя и параметрах браузера для всех подключений к сервису наряду с протоколированием всех изменений данных и резервным копированием позволяет при обнаружении вторжения злоумышленника сделать откат к корректным данным
Ошибки оператора	Механизм пользовательских резервных копий позволяет пользователям самим возвращаться к предыдущим состояниям данных. Журналирование всех записей в базу данных и автоматическое резервное копирование даёт возможность при помощи администраторов исправить отдельные ошибочно совершённые операции
Прекращение предоставления услуг	Предоставление пользователям возможности экспорта всех данных в любое время в файл формата Excel

## Выводы

Перенос эксплуатантами учёта технического состояния из таблиц Excel в предлагаемое облачное приложение повысит достоверность данных, обеспечив их полноту и непротиворечивость. Эксплуатанты смогут сократить трудозатраты и повысить оперативность обмена информацией с информационными системами других субъектов ГА. Для внедрения удобных инструментов ведения учёта и перехода на более высокую ступень надежности хранения данных организациям не потребуется привлекать ИТ-специалистов.

Подобное решение способно упростить предоставление эксплуатантами данных ресурсного состояния экземпляров ВС в МТУ ВТ ФАВТ в соответствии с ФАП-132, осуществляемое в настоящее время на бумажных носителях. Кроме того, предложенный сервис может применяться при сборе данных в рамках функционирования Государственной программы безопасности полётов для реагирующих, проактивных и прогностических систем сбора данных о безопасности полетов в соответствии с положениями Руководства по управлению безопасностью полётов ИКАО.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кирпичев И.Г., Кулешов А.А., Шапкин В.С. Основы построения и функциональности развития информационно-аналитической системы мониторинга жизненного цикла компонентов воздушных судов. - М.: ГосНИИ ГА, 2008.
2. Драздов С.А., Кирпичев И.Г. Функциональное тестирование информационно-управляющих систем авиапредприятий // Научный Вестник МГТУ ГА. - 2006. - № 103. - С. 155-161.

## CLOUD APPLICATION FOR ACCOUNTING OF LIFE CYCLE OF AIRCRAFT COMPONENTS

Kirpichev I.G., Blagorazumov A.K., Glukhov G.E.

The paper presents a web application that facilitates accounting of life cycle of aircraft components and enables aircraft operators to transparently send data to information systems of civil aviation organizations.

**Key words:** life cycle, aircraft components, aircraft operation, technical condition, airworthiness.

## Сведения об авторах

**Кирпичев Игорь Геннадьевич**, 1960 г.р., окончил МИИГА (1986), доктор технических наук, заместитель генерального директора – директор Информационно-аналитического центра ГосНИИ ГА, эксперт Межгосударственного авиационного комитета, автор более 40 научных работ, область научных интересов – информационные системы, сопровождение технической эксплуатации авиационной техники.

**Благоразумов Андрей Кириллович**, 1970 г.р., окончил МАИ (1992), начальник группы Информационно-аналитического центра ГосНИИ ГА, автор 8 научных работ, область научных интересов – информационные технологии.

**Глухов Геннадий Евгеньевич**, 1977 г.р., окончил МГТУ ГА (2005), начальник отдела Информационно-аналитического центра ГосНИИ ГА, эксперт СДС ОГА, автор 2 научных работ, область научных интересов – информационные системы, организация технической эксплуатации воздушных судов.