

# КОНТРОЛЬ И ИСПЫТАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И ИХ СИСТЕМ

---

УДК 629.7.654.07.083

## МОБИЛЬНАЯ СИСТЕМА ФИКСАЦИИ И УЧЕТА ВНЕШНИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ПРИ ПРЕДПОЛЕТНОМ ОСМОТРЕ

**Максимов Н.А., Солодовникова Д.А., Шаронов А.В.**

*Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет),  
МАИ, Волоколамское шоссе, 4, Москва, А-80, ГСП-3, 125993, Россия  
e-mail: k308@mai.ru*

---

Рассматривается мобильная система фиксации и учета повреждений воздушных судов (ВС) при внешнем предполетном осмотре, который является одной из основных составляющих предполетного технического обслуживания. Аппаратурная реализация такой системы предполетного осмотра, выявляющего внешние повреждения воздушного судна, использует возможности серийных мобильных устройств типа смартфонов и планшетов, оснащенных фотокамерами высокого разрешения. Выявленные повреждения фиксируются и передаются в серверную часть системы, которая осуществляет их обработку и занесение ее результатов в различные эксплуатационные документы. Поэтому создание такой системы фактически сводится к разработке соответствующего программного обеспечения, позволяющего сократить время самого внешнего предполетного осмотра и выполнения рутинных операций заполнения документации, а следовательно, и время на подготовку воздушных судов к эксплуатации. Кроме того, разработанное программное обеспечение позволяет осуществлять сбор статистической отчетности и систематизацию информации о повреждениях конкретных воздушных судов, а потому оперативно принимать меры по их устранению.

*Ключевые слова:* система учета повреждений, воздушное судно, предполетный осмотр, программное обеспечение, эксплуатационная документация, мобильные устройства.

---

### **Введение**

На многих предприятиях Российской Федерации, связанных с воздушными перевозками, подавляющее число эксплуатационных документов выполняется на бумажных носителях, поскольку нет нормативной базы, регламентирующей использование электронного документооборота в сфере эксплуатации ВС, а следовательно, отсутствуют и сертифицированные программные средства для реше-

ния задач автоматизации технического обслуживания [1, 2].

Разработка и внедрение программных систем для сбора, хранения и систематизации информации по результатам технического обслуживания и эксплуатации узлов и агрегатов ВС является сейчас актуальной задачей, решение которой должно повысить безопасность полетов. Следует отметить, что работы в этом направлении активно ведутся зару-

бежными авиастроительными компаниями. Компания Boeing, например, предоставляет своим пользователям всю техническую документацию в удаленном доступе, путем использования сайта MyBoeingFleet [3]. Компания CAMP создала сайт, предоставляющий возможность просмотра всей информации об интересующем ВС [4]: информации о часах налета, сроках плановых осмотров и заменах агрегатов на конкретном ВС. При этом каждый осмотр ВС сопровождается заполнением соответствующей нормативной документации на электронных носителях. Фирма Airbus для сопровождения процесса регистрации и ремонта внешних повреждений ВС создала специальный программный продукт [5].

Составной частью системы технического обслуживания и ремонта воздушных судов является оперативное техническое обслуживание (ТО), основная задача которого — контроль технического состояния воздушного судна и его подготовка к очередному полету. Среди работ, проводимых в процессе оперативного ТО, одними из основных являются работы по внешнему визуальному осмотру фюзеляжа воздушных судов. Результаты визуального осмотра отражаются в документах, созданных на бумажных носителях. К ним относятся: регламенты технического обслуживания, данные по агрегатам, эксплуатационные бюллетени, информация о доработках, руководства по техническому обслуживанию, списки запасных частей и агрегатов, их паспорта, формуляры, сведения о наработке авиационной техники и т.п. [1]. Все эти работы носят, как правило, рутинный характер и потому должны быть автоматизированы.

Однако, как отмечалось в [6], программные средства автоматизации перечисленных выше операций применимы только на иностранных ВС. В этой связи по просьбе сотрудников департамента послепродажной поддержки гражданской АТ ОАО «НПК «Иркут» в МАИ была проведена инициативная работа по созданию и апробации программных макетов систем фиксации и регистрации внешних повреждений ВС при предполетном осмотре. Один из таких макетов был описан в [6]. Более тщательная проработка методической составляющей электронной документации и вопросов хранения и систематизации собранной информации позволила создать альтернативный вариант программного комплекса мобильной системы фиксации и учета внешних повреждений воздушных судов.

Цель выполнения представленной ниже работы полностью совпадает с целью работы, сформулированной в [6], и может быть сформулирована следующим образом: создание программного ком-

плекса (рабочее название «Planeinspection»), позволяющего в полной мере вести учёт всех повреждений воздушного судна в электронном виде, а также выпускать регламентированные отчёты по выявленным повреждениям и их обработке в соответствии с отечественными нормативными документами [7].

### **Описание существующего технологического процесса выявления и регистрации внешних повреждений воздушных судов**

При обнаружении нового повреждения воздушного судна составляется «Отчёт о повреждении конструкции». На каждую повреждённую часть конструкции составляется отдельный отчёт. Часть конструкции может иметь несколько повреждений, на каждое такое повреждение должна быть составлена «Карточка повреждения конструкции» с описанием существенных параметров повреждения.

«Карточка повреждения конструкции» сопровождается техническим актом, составляемым инженером эксплуатирующей организации, на основании которого разрешается эксплуатация воздушного судна.

Если повреждение в пределах допуска либо ремонт повреждения выполнен в соответствии с Руководством по ремонту, технический акт, разрешающий эксплуатацию воздушного судна, должен иметь ссылку на соответствующий пункт Руководства по ремонту. В случае выполнения ремонта к карточке повреждения прилагается документация по ремонту.

В том же случае, когда ремонт, ввиду его сложности, не может быть выполнен в соответствии с Руководством по ремонту, необходимо направить запрос о порядке проведения ремонта производителю ВС или организации, которая изготовила структурный элемент. Запрос должен быть направлен с приложением всей имеющейся информации по ремонту. При наличии у пользователя специалистов соответствующей квалификации он может направить производителю своё предложение по ремонту. Процедура может быть интерактивной и многозаходной. При получении рекомендации ремонт выполняется в соответствии с рекомендациями.

По окончании ремонта составляется технический акт на допуск ВС к эксплуатации. К акту прилагается документация по ремонту.

Анализ приведенного выше краткого описания технологического процесса фиксации и учета повреждений ВС еще раз указывает на необходимость автоматизации этого рутинного процесса. Решение этой актуальной задачи предполагает создание спе-

циального аппаратно-программного комплекса, технические требования к которому сформулированы ниже.

#### **Задачи и требования, предъявляемые к разработке аппаратно-программного комплекса**

Для регистрации внешних повреждений ВС должны быть реализованы следующие возможности:

- 1) использование мобильных средств (планшет с камерой высокого разрешения, смартфон, специальное средство);
- 2) просмотр допусков на повреждения по месту их расположения;
- 3) решение задачи оперативного «прикрепления» к «карточке повреждения конструкции» фотографии повреждения;
- 4) автоматическая генерация документации для направления запроса производителю ВС на ремонт элемента, если такой ремонт выходит за рамки рекомендаций Руководства по ремонту;
- 5) введение в базу данных (БД) информации о выполненном ремонте и фотографии отремонтированного фрагмента обшивки;
- 6) выдача по запросу списка имеющихся повреждений на воздушном судне с сопутствующей информацией;
- 7) просмотр нормативных документов для определения дальнейших действий по устранению повреждения.

#### **Структура разрабатываемого программно-аппаратного комплекса**

Программно-аппаратный комплекс представляет собой два связанных модуля: модуль регистрации повреждений и модуль ведения базы данных повреждения и ремонтов. Первый предназначен для регистрации мобильными устройствами (планшет, телефон) повреждений непосредственно на перроне у ВС. При выявлении повреждения производится его оценка в соответствии с Руководством по ремонту конструкции ВС. Информация о новых повреждениях заносится в базу данных карточек повреждений конструкций.

Второй модуль — модуль управления базой данных выявленных повреждений. Он предоставляет возможность инженеру создавать документацию на ремонт. Если же ремонт не может быть проведен в соответствии с требованиями Руководства по ремонту, модуль используется для составления заявки производителю на одобрение ремонта. В базе данных предполагается хранить всю историю по ремонтам конструктивных элементов конкретных ВС.

#### **Разработка системы учета повреждений ВС**

Реализация системы учета повреждений выполнена в среде разработки AndroidStudio с подключением к базе данных SQLite. Процесс реализации состоял из нескольких основных этапов:

- 1) выбор среды разработки и системы управления базами данных (СУБД);
- 2) проектирование архитектуры системы, создание структуры базы данных;
- 3) создание механизма разграничения прав доступа пользователей;
- 4) проектирование интерфейса программы;
- 5) реализация функционала формирования документированной отчетности.

Не вдаваясь в подробности реализации каждого из перечисленных этапов, приведем только некоторые полученные результаты разработки.

#### **Описание программного обеспечения (ПО) модуля регистрации повреждений**

Описание модуля регистрации начнем с описания прав доступа пользователей к программе. Права доступа определяют набор действий (например, чтение, запись, выполнение), разрешённых для выполнения субъектам (пользователям системы) над объектами данных. Для этого требуется некая система для предоставления субъектам различных прав доступа к объектам. Это система разграничения доступа субъектов к объектам, которая рассматривается в качестве главного средства защиты от несанкционированного доступа к информации или вывода из строя самой системы.

В разработанной системе механизм разграничения прав доступа действует следующим образом: каждому пользователю системы присваивается свой идентификационный номер, пароль и одно из значений, регулирующее уровень доступа. Коды уровней доступа и их описание представлены в таблице.

Признак «спецдоступ». Данный признак используется для разграничения доступа специально для служебных данных, доступных только администратору, и недоступных другим пользователям. Он создан для удобства работы, а также в целях повышения безопасности работы с системой. Реализация механизма прав доступа пользователей осуществлена с помощью класса `LoginActivity.java`.

#### **Алгоритм работы программы**

Исходные данные и конфигурация для начала работы с системой:

1. На сервере установлена и развёрнута БД системы, так называемая «серверная часть». Далее — «Сервер».

## Уровни доступа в системе

Код	Наименование уровня доступа	Комментарий
01	Ревизор	Пользователю разрешен доступ ко всем элементам системы, но только на просмотр. Редактирование ни в каком виде не разрешено
02	Оператор	Пользователю разрешен доступ ко всем элементам системы только на просмотр, а также возможность вводить новые записи о найденных повреждениях
03	Старший смены	Пользователю разрешен доступ ко всем элементам системы на просмотр и редактирование, за исключением данных с признаком «спецдоступ»
04	Администратор системы	Пользователю разрешен доступ ко всем элементам системы на просмотр и редактирование без каких-либо исключений

2. На планшетах ревизоров установлена «клиентская часть» системы, откуда данные передаются на «серверную часть». Далее — «Терминал».

3. Реализована связь по Wi-Fi между вышеописанными компонентами.

### Алгоритм работы с системой с точки зрения пользователей

1. Администратором в систему введена учётная запись для пользователя, указана вся необходимая информация, заданы права доступа. В дальнейшем подобная информация о новом пользователе будет введена в первый день, когда пользователь приступает к своим служебным обязанностям.

2. При визуальном осмотре ВС ревизор обнаруживает повреждение.

3. Пользователь осуществляет вход в систему через планшет. Для этого ему необходимо ввести свои данные — идентификационный номер и пароль (рис. 1, б). При неправильно введенных иден-

тификационных данных пользователь не получит доступ в программу (рис. 1, а).

После успешной авторизации пользователь попадает в основное окно программы (рис. 2, а), где может выполнить одно из предложенных действий, среди прочего ввести новую запись об обнаруженном повреждении. При введении новых записей пользователь должен нажать кнопку «Importbase», которая обновит базу до актуального состояния.

Вся информация, которую необходимо ввести, является записью в таблице «Карточка поврежденной конструкции». Появляется панель ввода новой информации, которая предлагает пользователю ввести следующую информацию. Данная функциональность реализуется несколькими классами:

DataEnterFinishActivity.java,  
DataEnterActivity.java,  
SelectActionActivity.java,  
NewReportSelectTypeActivity.java.



Рис. 1. Идентификация пользователя

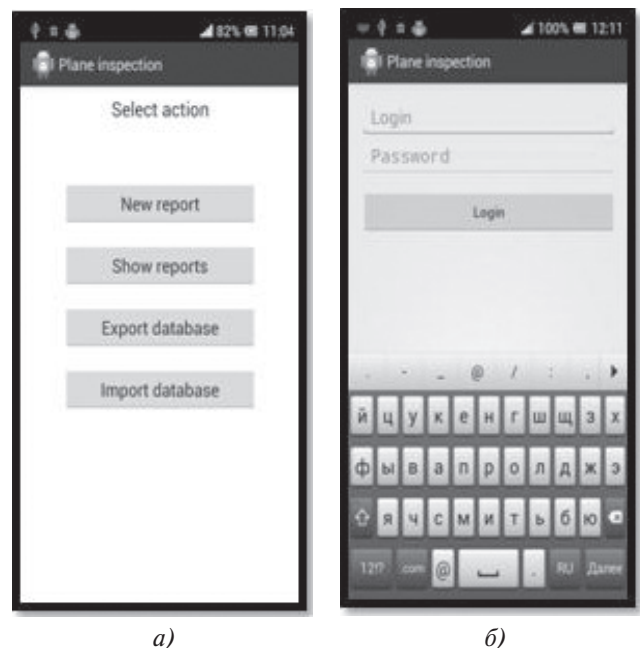


Рис. 2. Основное окно программы (а) и окно аутентификации — ввода персональных данных (б)



1. Выбрать из парка обслуживаемых аэропортом конкретное ВС. Пользователю предлагается выбрать его тип и регистрационный номер (рис. 3). В поле А/Стуре из ниспадающего списка можно выбрать ВС (например, SSJ или A319). Значения поля выбираются из таблицы «Справочник ВС». В следующем поле — А/Сregistration — появляются регистрационные номера, соответствующие типу выбранного ВС. Таким образом, исключаются ошибки ввода данных.

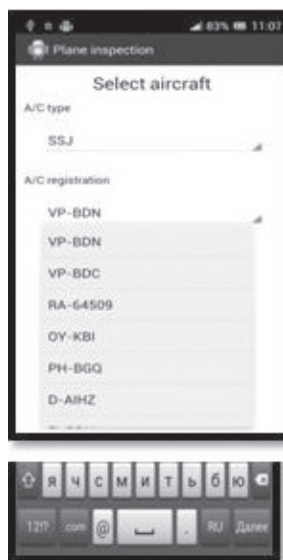


Рис. 3. Выбор типа ВС

2. В следующем диалоговом окне Пользователь должен ввести данные для записи о повреждении. В соответствии с таблицей «Карточка повреждения конструкции» предлагается заполнить поля, изображенные на рис. 4,а :

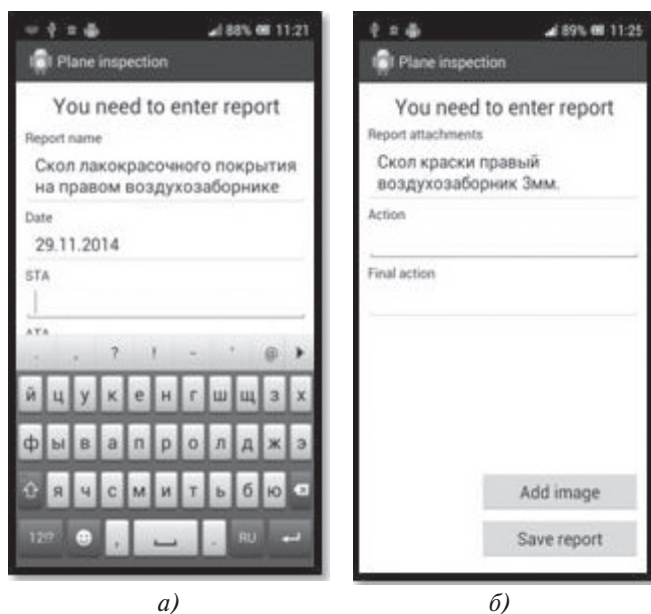


Рис. 4. Заполнение карточки повреждения (а) и ввод деталей повреждения (б)

конструкция — на какой части самолёта обнаружено повреждение. Вызывается из таблицы-справочника узлов «Типы повреждений АТА»;

STA — состоящий из трех букв код аэропорта, в котором произведен осмотр ВС;

REF — ссылка на нормативный документ, в соответствии с которым проводился осмотр.

3. Табельный номер сотрудника вносится автоматически в зависимости того, какой пользователь активен в данный момент.

4. После нажатия кнопки «next» оператору предлагается ввести детали повреждения (reportattachments), оперативные действия, произведенные для устранения повреждения (action), и действия по окончательному ремонту или требования к ним (finalaction).

Также в этом окне по нажатию кнопки «Addimage» будет предложено сделать фото повреждения или выбрать уже имеющееся фото из галереи устройства (рис. 5).

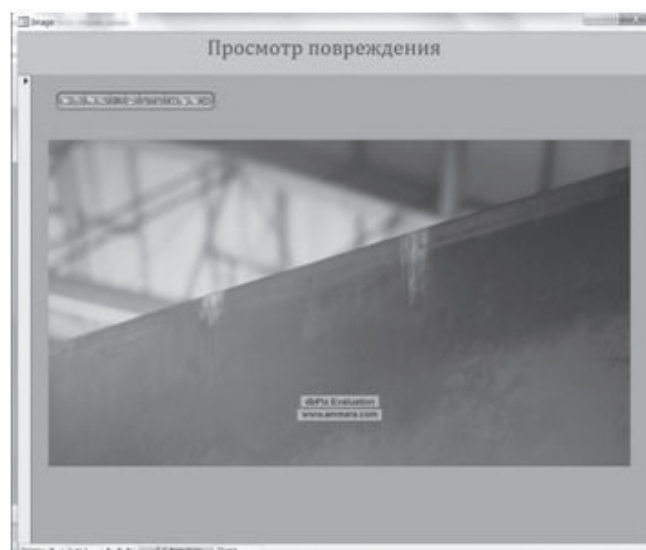


Рис. 5. Просмотр фото повреждения

5. После ввода вышеперечисленной информации нажатием кнопки «Saverreport» запись о повреждении успешно добавляется в базу данных в таблицу «Карточка повреждений конструкции»,

6. После ввода информации с планшета новой записи о повреждении данные с «Терминала» автоматически передаются на «Сервер», где хранится БД. После этого пользователи, обладающие соответствующими правами доступа, могут видеть эту запись в списке карточек повреждений конструкций.

Вернувшись в главное меню, оператор может просмотреть уже имеющиеся в журнале записи, выбрав пункт «Showreports». В следующем окне появится диалог, позволяющий оператору просмотреть

реть все записи журнала, нажав кнопку «AllReports» (рис. 6).

В файле базы данных MS Access могут храниться объекты шести основных типов, которые выполня-



Название	Дата	Аэропорт
Вмятина на внешнем закрылке с правой стороны	26.11.2014	SVO
Вмятина с трещинами на фюзеляже, носовой обтекатель	27.11.2014	SVO
Царапина на фюзеляже около правой двери	28.11.2014	SVO
Скол лакокрасочного покрытия на правом воздухозаборнике	29.11.2014	SVO
Царапина справа на фюзеляже	30.11.2014	SVO

Рис. 6. Записи журнала

При просмотре записей журнала они отображаются в виде таблицы. Кнопка «Addreport» позволяет перейти к вводу новой записи. Нажатием кнопки «Filterreport» можно сократить область поиска за счет применения фильтра по модели и регистрационному номеру самолета.

Для взаимодействия между модулями системы в главном меню программы предусмотрены кнопки «Importbase» и «Exportbase». При нажатии на них осуществляется синхронизация базы для приведения ее к актуальному и согласованному состоянию. С помощью кнопки «Exportbase», после внесения записей и окончания работы, пользователь мобильного приложения может синхронизировать состояние базы, отправив внесенные изменения на сервер. Аналогичным образом перед началом работы, с помощью кнопки «Importbase», пользователь может получить актуальное состояние базы и работать с ним.

Далее пользователи на основе информации, введенной ревизором через «Терминал», могут выпускать регламентированные формы для направления поврежденного узла на ремонт либо на замену.

#### Описание ПО модуля ведения базы данных повреждений и ремонтов

База данных сбора и выдачи данных об осмотрах ВС выполнена в Microsoft Access 2007-2010 для операционной системы Windows. Программа разработана с использованием встроенного в MS Access языка VisualBasicforApplication (VBA) и имеет интерфейс на основе форм MS Access. БД оформлена в виде файла Plane.accdb и не имеет компилированного блока VBA.

ют все основные функции СУБД и составляют законченное приложение: таблицы, запросы, формы, отчеты, макросы, модули.

#### Описание работы программы

При входе в программу пользователю необходимо пройти идентификацию. В зависимости от прав доступа ему будут разрешены: просмотр записей, выпуск документации или редактирование записей.

Далее оператор выбирает одно из предложенных действий: «Просмотр повреждений» или «Редактирование записей».

При выборе пункта «Просмотр повреждений» пользователь может ознакомиться со всеми записями журнала, осуществляя переход от одной записи к другой с помощью соответствующих кнопок, или сразу перейти к первой или последней записи журнала с помощью кнопок навигации. В этом режиме возможно использование фильтра по дате, типу ВС и т.д.

В режиме просмотра записей отображается не вся доступная информация о повреждении. Если требуется подробная информация о повреждении, то необходимо нажать кнопку «Просмотр деталей записей» (рис. 7).

В среде MS Access не предусмотрены просмотр и работа с изображениями. Для просмотра изображений, а также различных действий с ними в программе используется надстройка DBPix — The Image Control for Microsoft Access от производителя Ammaga. Поскольку этот программный продукт является платным, то для разработки программы работы рассматриваемой мобильной системы использовалась пробная версия с ограниченной функциональностью.

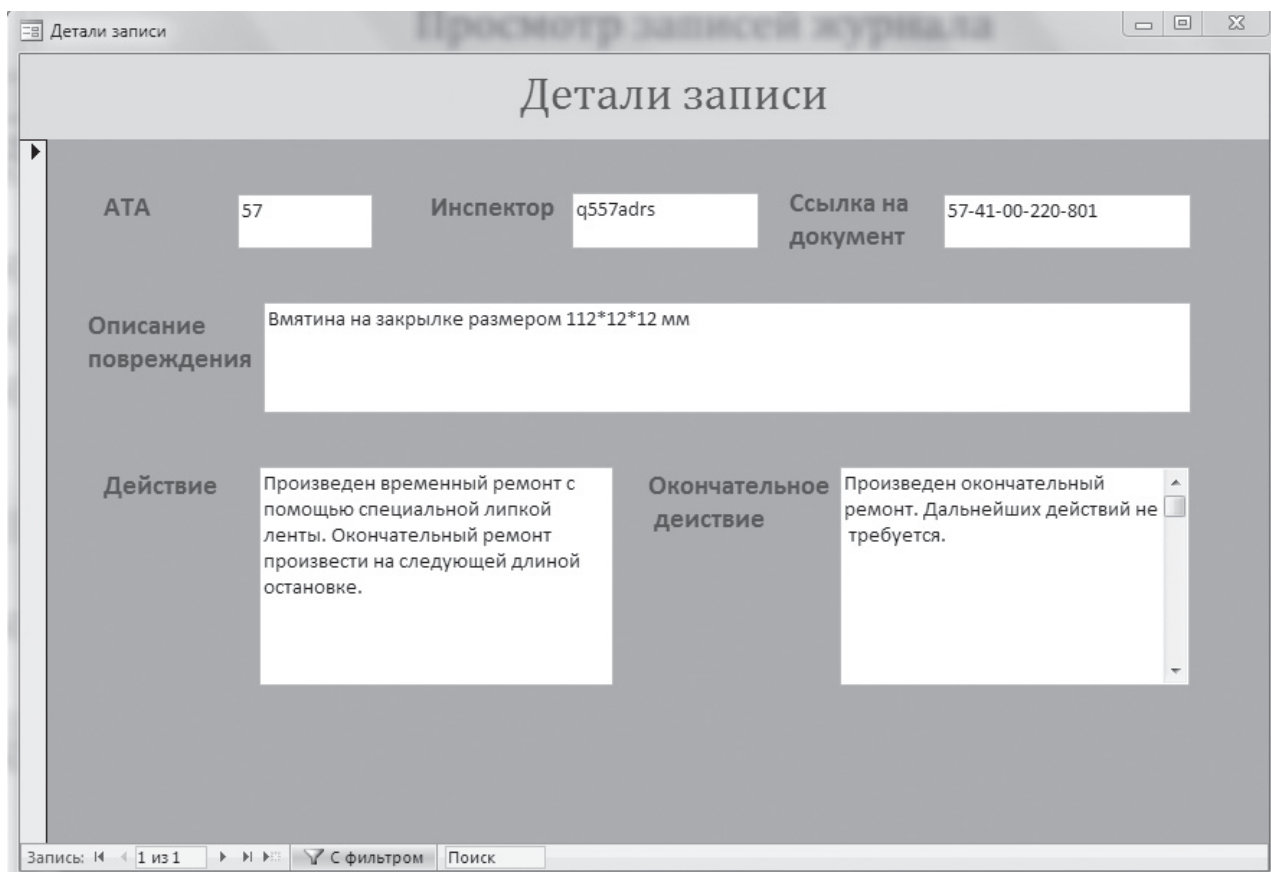


Рис. 7. Просмотр деталей записи

Также пользователь при нажатии ссылки, указанной в поле REF, может просмотреть руководство по осмотру указанной в поле АТА части самолета.

Кнопка «Печать отчета» позволяет формировать необходимую документацию, сопровождающую повреждение. Пользователи с соответствующими правами доступа могут редактировать записи для актуализации информации о текущем состоянии повреждения.

### Выводы

Разработанная мобильная система фиксации и учета внешних повреждений воздушных судов при предполетном осмотре является рабочим макетом, на основе которого проведены эксперименты, показавшие работоспособность системы и подтвердившие возможность реализации положенных в ее основу идей.

В дальнейшем планируется доработка системы с созданием защищенного канала между мобильными и стационарными средствами, сравнение с ранее описанным в [6] средством АСУПОЛА и создание на базе двух разработанных программных макетов единого продукта и его испытание в реальных условиях.

В целом внедрение разработанной мобильной системы в процесс технического осмотра предприятиями, обладающими значительным парком воздушных судов, должно, во-первых, способствовать повышению безопасности полетов и, во-вторых, увеличению рентабельности предприятий.

*Авторы выражают признательность сотрудникам сектора оперативного сопровождения и эксплуатации департамента послепродажной поддержки гражданской АТ ОАО «НПК «Иркут» Ефимову А.В. и Следкову Н.Ю., которые инициировали решение этой задачи и помогли в ходе выполнения работы советами и конструктивной критикой.*

### Библиографический список

1. Воробьев В.Г., Константинов В.Д. Техническое обслуживание и ремонт авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов: Учебник. — М.: МГТУ ГА; Университетская книга, 2007. — 472 с.
2. Осовский В.П. Комплексы авиационного оборудования. — М.: ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 2004. — 240 с.
3. RapidAuthor / Cortona3D RapidAuthor: программные продукты и их преимущества. URL: <http://www.cortona3d.com/ru/rapidauthor>

4. Gatelink / Power Security: безопасность онлайн. URL: <http://powersecurity.ru/ru/solutions/gatelink>
5. Repair Manager / Оценка повреждений ВС используя Repair Manager // Под ред. Alain Baleix, Colin Smart. URL: [http://www.airbus.com/fileadmin/media\\_gallery/files/brochures\\_publications/FAST\\_magazine/fast46-6-repair-design.pdf](http://www.airbus.com/fileadmin/media_gallery/files/brochures_publications/FAST_magazine/fast46-6-repair-design.pdf)
6. Максимов Н.А., Малюта Е.В., Шаронов А.В. Система автоматизированного учета повреждений воздушного судна, зафиксированных при предполетном осмотре // Вестник Московского авиационного института. 2015. Т. 22. № 4. С.85-90.
7. Галеев И.Х. Проблемы и опыт проектирования ИОС // Образовательные технологии и общество. 2014. Т. 17. № 4. С. 526-542.

## MOBILE SYSTEM FOR FIXING AND ACCOUNTING FOR AIRCRAFT EXTERNAL DAMAGES WHILE PREFLIGHT CHECKUP

Maximov N.A., Solodovnikova D.A., Sharonov A.V.

*Moscow Aviation Institute (National Research University),  
MAI, 4, Volokolamskoe shosse, Moscow, A-80, GSP-3, 125993, Russia  
e-mail: k308@mai.ru*

### Abstract

The paper tackles the version of the mobile system for fixing and accounting for aircraft damages while preflight checkup. The benefits of the system are defined by the possibility to use mobile devices of a tablet type equipped with high-resolution cameras. These devices fix the detected damages, and convey the images of these damages into the server part of the system, which performs their processing and automatic logging to various exploitative documents, related to aircraft servicing. The basic tasks resolved by the developed and described in this paper bundled software of the mobile system are formulated as follows:

The developed mobile system's software solves all above listed tasks, which allows accelerate not only the preflight checkup itself and filling out the related documents, but also the subsequent technical servicing (such as repair, gathering of statistical reporting systematization on the condition of the certain aircraft

1. Realization of the possibility to use mobile hardware (a tablet with high-resolution camera, or special hardware) for damage registration and the possibility to examine the tolerances on such damages by its location.

2. Solving the problem of a picture of damage operative "attachment" to the "structure damages list".

3. Realization of automatic documentation generation to send the request for the element repair to the aircraft manufacturer, if such repair is beyond the scope of the Repair manual.

4. Loading to the database the information on the performed repair and substituting of the damaged element's picture for the new one.

5. Return the list of existing damages of the aircraft on the request of the program.

6. Performing checkup and repair according to instruction manuals. Furthermore, the program should provide an opportunity for regulatory documents viewing to determine further activities for the damage elimination.

**Keywords:** damages accounting system, aircraft, preflight checkup, software, operational documentation, mobile devices.

### References

1. Vorob'ev V.G., Konstantinov V.D. *Tekhnicheskoe obsluzhivanie i remont aviatsionnykh elektrosistem i pilotazhno-navigatsionnykh kompleksov* (Maintenance and repair of aircraft electrical systems and flight-navigation complexes), Moscow, MGTU GA, Universitetskaya kniga, 2007, 472 p.
2. Osovskii V.P. *Kompleksy aviatsionnogo oborudovaniya* (Aircraft equipment systems), Moscow, VVIA im. N.E. Zhukovskogo, 2004, 240 p.
3. *RapidAuthor / Cortona3D RapidAuthor: programmnye produkty i ikh preimushchestva*, <http://www.cortona3d.com/ru/rapidauthor>
4. *Gatelink / Power Security: bezopasnost' onlain*, <http://powersecurity.ru/ru/solutions/gatelink>
5. *Repair Manager / Otsenka povrezhdenii VS ispol'zuya Repair Manager*, [http://www.airbus.com/fileadmin/media\\_gallery/files/brochures\\_publications/FAST\\_magazine/fast46-6-repair-design.pdf](http://www.airbus.com/fileadmin/media_gallery/files/brochures_publications/FAST_magazine/fast46-6-repair-design.pdf)
6. Максимов Н.А., Малюта Е.В., Шаронов А.В. *Vestnik Moskovskogo aviatsionnogo instituta*, 2015, vol. 22, no. 4, pp. 85-90.
7. Galeev I.Kh. *Obrazovatel'nye tekhnologii i obshchestvo*, 2014, vol. 17, no. 4, pp. 526-542.