

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ
КОМИССИЯ ПО РАССЛЕДОВАНИЮ АВИАЦИОННЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

ОКОНЧАТЕЛЬНЫЙ ОТЧЕТ
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РАССЛЕДОВАНИЯ АВИАЦИОННОГО ПРОИСШЕСТВИЯ

Вид авиационного происшествия	Авария
Тип воздушного судна	Самолет, Canadair Regional Jet LR CRJ100-LR (CL-600-2B19) с двумя двигателями CF34-3A1
Национальный и регистрационный знаки	EW-101PJ (Республика Беларусь)
Собственник	Deutsche Structured Finance GmbH & Co Lyra KG
Эксплуатант	Республиканское унитарное предприятие «Национальная авиакомпания «Белавиа»
Авиационная администрация	Департамент по авиации Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь
Место происшествия	Аэропорт «Звартноц», г. Ереван, Республика Армения
Дата и время	14.02.08, 00 часов 19 мин UTC (местное время – 04 часа 19мин)

В соответствии со стандартами и рекомендациями Международной организации гражданской авиации данный отчет выпущен с единственной целью предотвращения авиационных происшествий.

Расследование, проведенное в рамках настоящего отчета, не предполагает установления доли чьей-либо вины или ответственности.

Криминальные аспекты этого происшествия изложены в рамках отдельного уголовного дела.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В НАСТОЯЩЕМ ОТЧЕТЕ	3
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	6
1. ФАКТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ	8
1.1. ИСТОРИЯ ПОЛЁТА	8
1.2. ТЕЛЕСНЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ.....	12
1.3. ПОВРЕЖДЕНИЯ ВОЗДУШНОГО СУДНА	12
1.4. ПРОЧИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ	13
1.5. СВЕДЕНИЯ О ЛИЧНОМ СОСТАВЕ	13
1.5.1. <i>Данные о членах летного экипажа</i>	13
1.5.2. <i>Данные о членах кабинного экипажа</i>	15
1.5.3. <i>Данные о персонале наземных служб</i>	16
1.6. СВЕДЕНИЯ О ВОЗДУШНОМ СУДНЕ	16
1.7. МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ	20
1.8. СРЕДСТВА НАВИГАЦИИ, ПОСАДКИ И УВД.....	22
1.9. СРЕДСТВА СВЯЗИ	23
1.10. ДАННЫЕ ОБ АЭРОДРОМЕ.....	23
1.11. БОРТОВЫЕ САМОПИСЦЫ.....	25
1.12. СВЕДЕНИЯ О СОСТОЯНИИ ЭЛЕМЕНТОВ ВОЗДУШНОГО СУДНА И ОБ ИХ РАСПОЛОЖЕНИИ НА МЕСТЕ ПРОИСШЕСТВИЯ	26
1.13. МЕДИЦИНСКИЕ СВЕДЕНИЯ И КРАТКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПАТОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ..	38
1.14. ДАННЫЕ О ВЫЖИВАЕМОСТИ ПассажиРОВ, ЧЛЕНОВ ЭКИПАЖА И ПРОЧИХ ЛИЦ ПРИ АВИАЦИОННОМ ПРОИСШЕСТВИИ.....	38
1.15. ДЕЙСТВИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ И ПОЖАРНЫХ КОМАНД	38
1.16. ИСПЫТАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ	40
1.16.1. <i>Результаты математического моделирования</i>	40
1.16.2. <i>Результаты кинематического анализа</i>	43
1.16.3. <i>Натурный эксперимент</i>	44
1.17. ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОРГАНИЗАЦИЯХ И АДМИНИСТРАТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ИМЕЮЩИХ ОТНОШЕНИЮ К ПРОИСШЕСТВИЮ	47
1.18. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	48
1.18.1. <i>Предыдущие случаи</i>	48
1.18.2. <i>Особенности эксплуатации самолетов CL-600-2B19 и CL-600-2B16</i>	49
1.18.3. <i>Директивы летной годности</i>	49
1.18.4. <i>Безопасность взлета в условиях обледенения</i>	49
1.18.5. <i>Информация о комментариях к проекту окончательного отчета</i>	53
1.19. НОВЫЕ МЕТОДЫ, КОТОРЫЕ БЫЛИ ИСПОЛЬЗОВАНЫ ПРИ РАССЛЕДОВАНИИ	55
2. АНАЛИЗ	56
3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	67
4. НЕДОСТАТКИ, ВЫЯВЛЕННЫЕ В ХОДЕ РАССЛЕДОВАНИЯ	68
5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ	69

Список сокращений, используемых в настоящем отчете

АДП	–	авиационный диспетчерский пункт
АИП	–	сборник аэронавигационной информации
АиРЭО	–	авиационное и радиоэлектронное оборудование
а/к	–	авиакомпания
АМИС	–	аэродромная метеорологическая информационно-измерительная система
АМСГ	–	авиационная метеорологическая станция гражданская
АП	–	авиационное происшествие
АСК	–	аварийно-спасательная команда
АТИС		служба автоматической передачи информации в районе аэродрома
ВД	–	восточная долгота
ВПП	–	взлётно-посадочная полоса
ВС	–	воздушное судно
ВСУ	–	вспомогательная силовая установка
2П	–	второй пилот
ВЦЗП	–	Всемирный зональный центр прогнозов
ВЧ	–	высокая частота
ГА	–	гражданская авиация
ГГС	–	громкоговорящая связь
ГПа	–	гектопаскаль
ГСМ	–	горюче-смазочные материалы
ГУ ГА РА		Главное управление гражданской авиации при Правительстве Республики Армения
ДПР	–	диспетчерский пункт руления
ЗАО	–	закрытое акционерное общество
ИАС	–	инженерно-авиационная служба
ИВПП	–	искусственная взлетно-посадочная полоса
ИЛС	–	система посадки инструментальная
ИПП	–	инструкция по производству полетов

КВС	– командир воздушного судна
Ксц	– коэффициент сцепления
КТА	– контрольная точка аэродрома
МАК	– Межгосударственный авиационный комитет
МВД	– Министерство внутренних дел
МГ	– малый газ
МК	– магнитный курс
МРД	– магистральная рулѐжная дорожка
МС	– место стоянки
ММ РТ. СТ.	– миллиметры ртутного столба
МРЛ	– метеорологический радиолокатор
НАК	– национальная авиакомпания
НОТАМ	– сведения по линии аэронавигационной информации
NTSB	– Национальный комитет по безопасности на транспорте США
ОАО	– открытое акционерное общество
ОВИ	– огни высокой интенсивности
ОВЧ	– очень высокая частота
ООО	– общество с ограниченной ответственностью
ОСП	– оборудование системы посадки
ПОС	– противообледенительная система
РД	– рулѐжная дорожка
РЛС	– радиолокационная станция
РЛЭ	– Руководство по летной эксплуатации
РП	– руководитель полѐтов
РТО	– радиотехническое оборудование
РУП	– Республиканское унитарное предприятие
РФ	– Российская Федерация
САХ	– средняя аэродинамическая хорда
СДП	– стартовый диспетчерский пункт
СНГ	– Содружество Независимых Государств
СНЭ	– с начала эксплуатации
СПУ	– самолетное переговорное устройство
ССО	– светосигнальное оборудование

СШ	– северная широта
ТС	– Министерство транспорта Канады
TSB	– Бюро по безопасности на транспорте Канады
УВД	– управление воздушным движением
УКВ	– ультра короткие волны
UTC	– скоординированное Всемирное время
ЦДС	– центральная диспетчерская служба

Общие сведения

14 февраля 2008 года, в 04 час 19 мин местного времени (00 час 19 мин UTC) (далее приводится время UTC), в аэропорту «Звартноц» (г. Ереван, Республика Армения) произошло авиационное происшествие без человеческих жертв с самолетом CRJ-100LR (CL-600-2B19) национальный и регистрационный знаки EW-101PJ, эксплуатировавшимся Республиканским унитарным предприятием «Национальная авиакомпания «Белавиа».

Экипаж авиакомпании в составе КВС и второго пилота выполнял регулярный пассажирский международный рейс BRU-1834 по маршруту: Ереван (Звартноц) - Минск (Минск-2).

На борту воздушного судна, кроме экипажа, находилась бортпроводница и 18 пассажиров.

При выполнении взлета возник прогрессирующий левый крен самолета с потерей высоты. В процессе развития крена законцовка левой плоскости коснулась поверхности ИВПП. После касания левой плоскостью воздушное судно вышло за пределы полосы на грунт, продвинулось по дуге слева-направо с переворотом «на спину» через правое крыло, и в процессе неуправляемого движения пересекло ИВПП, выкатившись вправо за ее пределы. При перевороте через правое крыло произошло его разрушение, розлив топлива, находящегося в топливных баках, и возник наземный пожар, который был потушен пожарными командами аэропорта.

В результате авиационного происшествия от самолета отделились стабилизатор и киль, носовой обтекатель, произошло разрушение конструкции планера, значительные деформации и механические повреждения силовых элементов конструкции. Находившиеся на борту люди получили травмы различной степени тяжести.

Расследование авиационного происшествия проведено комиссией, назначенной приказами заместителя Председателя Межгосударственного авиационного комитета от 14 февраля 2008 года № 2/421-Р и Начальника Главного управления гражданской авиации при Правительстве Республики Армения от 14 февраля 2008 года № 22-А.

В расследовании принимали участие сотрудники Главного управления гражданской авиации при Правительстве Республики Армения, Бюро по безопасности на транспорте Канады (TSB), Национального бюро по безопасности на транспорте США (NTSB), Министерства транспорта Канады, компаний «Bombardier», «General Electric Aviation», авиакомпании «Белавиа», международного аэропорта «Звартноц».

Уведомления об авиационном происшествии были направлены в установленном порядке в TSB, NTSB, Департамент гражданской авиации Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь.

Предварительное следствие проводилось следственным Управлением по особо важным делам в составе Главного следственного Управления полиции Республики Армения.

Расследование начато – 14 февраля 2008 года.

Расследование закончено – 6 августа 2009 года.

1. Фактическая информация

1.1. История полёта

13.02.2008 экипаж самолета CRJ-100LR (CL-600-2B19) (далее CRJ-100LR) регистрационный номер EW - 101PJ, в составе командира воздушного судна, второго пилота и бортпроводника выполнял международный рейс BRU-1833/BRU-1834 по маршруту: Минск-Ереван-Минск в соответствии с заданием на полет № 615 от 11.02.2008г. Взлет, набор высоты, полет по маршруту, снижение, заход на посадку и посадка в аэропорту «Звартноц», г. Еревана проходили без отклонений. Неисправностей в работе материальной части не было. Пилотировал самолет второй пилот, контролирующее управление и связь осуществлял КВС. Посадка в Ереване была произведена в 22:05.

Вылет из Еревана на Минск по графику планировался на 00:15, 14.02.2008.

Включение рейса BRU-1834 в суточный план воздушного движения аэропорта Ереван «Звартноц» проводилось на основании согласованного «слота».

Выпуск рейса BRU-1834 на вылет проводился в соответствии с требованиями нормативных документов гражданской авиации Республики Армения для международных полетов, согласно условиям, опубликованным в АИП, межгосударственному договору, лицензии №03050/0193019 и флайт-плану.

После высадки пассажиров, в 22:20, экипаж приступил к проведению послеполетного осмотра воздушного судна в объеме «External Walkaround», что подтверждается его объяснениями и записью в бортовом журнале (FML). Замечаний по осмотру самолета не было.

Централизованную заправку через заправочную горловину (начало заправки около 22:30), расположенную на правой плоскости, контролировал второй пилот. Заправка производилась в автоматическом режиме. Было заправлено 2200 литров (1802 кг) топлива Jet A-1.

В 22:50 члены экипажа приступили к предполетной подготовке, которая проводилась по типу «Брифинг» в аэропорту «Звартноц».

КВС получил полную информацию о метеообстановке на АМСГ аэропорта «Звартноц». Из-за прогнозируемого ухудшения видимости на основном запасном аэродроме Гомель КВС принял решение об увеличении заправки самолета.

Метеоусловия не препятствовали выполнению полета. На основании полученной метеоинформации, заправки самолета и действующих NOTAM КВС было принято обоснованное решение на вылет.

После прибытия на самолет решение о дозаправке топливом было передано второму пилоту, который вызвал заправщика. Дозаправка в количестве 400 литров (328 кг) была выполнена около 23:00. Общее количество топлива на борту, с учетом оставшегося в баках топливной системы после посадки (2700 кг), составило 4830 кг.

По объяснениям второго пилота, после окончания дозаправки он оформлял требование на заправку воздушного судна авиатопливом на правой плоскости крыла самолета. Плоскость крыла была чистая и сухая. После этого им был проведен тактильный (касанием ладони) и визуальный контроль всех критических поверхностей крыла и визуальный осмотр хвостового оперения. Все плоскости были чистые и сухие.

Примерно в 23:45 КВС был проведен предполетный осмотр в объеме «Preflight check». По его объяснениям, замечаний по осмотру самолета не было, был проведен тактильный (ладонью) и визуальный контроль критических поверхностей крыла и визуальный осмотр хвостового оперения самолета. Все плоскости были чистые и сухие.

Примечание. В соответствии с Руководством по летной эксплуатации самолета (*Airplane Flight Manual CSP A-012 Limitations Page 02-04-04*) в дополнение к визуальному осмотру, требуется проведение тактильного контроля (касанием ладони на передней кромке крыла, верхней поверхности крыла спереди и верхней поверхности крыла сзади при выполнении предполетного осмотра (обхода самолета) для определения, что крыло свободно от инея, льда, снега или слякоти, когда температура наружного воздуха 5°C (41°F) или ниже, или температура топлива в плоскости 0°C (32°F) или ниже; и

(1) Визуальное определение влаги (дождь, морось, мокрый снег, снег, туман и т.д.); или

(2) Наличие воды на плоскостях; или

(3) Разница между температурой наружного воздуха и точкой росы 3°C (5°F) или менее; или

(4) Атмосферные условия способствуют образованию инея.

(B. In addition to a visual check, a tactile check of the wing leading edge, wing forward upper surface and wing rear upper surface is required during the External Walkaround inspection to determine that the wing is free from frost, ice, snow or slush when the Outside Air Temperature (OAT) is 5°C (41°F) or less; and:

(1) There is visible moisture (rain, drizzle, sleet, snow, fog, etc.); or

(2) Water is present on the wing; or

- (3) *The difference between the dew point temperature and the OAT is 3°C (5°F) or less; or*
- (4) *The atmospheric conditions have been conducive to frost formation.*

Наземным инженерно-техническим составом аэропорта «Звартноц» экипажу перед вылетом было предложено произвести обработку самолета противообледенительной жидкостью. На основании результатов осмотра воздушного судна и имеющихся метеоусловий экипаж принял решение не производить облив самолета. По объяснениям КВС такое решение соответствовало требованиям РЛЭ самолета (Flight Crew Operating Manual, CSP A-013 Volume 2 Supplementary Procedures “Cold weather operations” page 07-12-5 07-12-6). В этих разделах раскрывается концепция «чистого» самолета, определяются действия экипажа по реализации этой концепции перед полетом и в процессе предполетной подготовки: « 4. ЗАГРЯЗНЕНИЕ САМОЛЕТА

A. Концепция «чистого» самолета

(2) Перед каждым полетом необходимо провести инспекцию (осмотр) критических поверхностей для определения на них загрязнений. Этот осмотр должен быть выполнен КВС или другим обученным и допущенным квалифицированным персоналом и находится под ответственностью КВС».

(4. AIRFRAME CONTAMINATION

A. Clean Aircraft Concept

(2) *Before each flight, a thorough inspection of critical surfaces must be made to determine the extent of contamination on them. This inspection must be made by the pilot-in-command (PIC) or other trained and approved personnel qualified operations and remain under the authority of the PIC.)*

«5. ПРЕДПОЛЕТНАЯ ПОДГОТОВКА

A. Наружный осмотр самолета

Удаление отложений (загрязнений) с самолета является обязанностью наземного технического персонала. Тем не менее, экипаж должен в процессе предполетной подготовки осмотреть зоны, где возможно накопление изморози, льда и снега, которые могут серьезно повлиять на нормальную работу систем.

1. Если снег, лед или иней в любом количестве обнаружены на плоскостях крыла и хвостовом оперении самолета, то самолет, должен быть обработан противообледенительной жидкостью перед взлетом».

(5. PRE-FLIGHT PREPARATION

A. External Safety Inspection

The removal of contaminations from the airplane is maintenance function, however, the flight crew should be diligent during the pre-flight preparation to inspect areas where adherence and accumulation of frost, ice, and snow could seriously affect normal systems operations.

- 1. If snow, ice, or frost is detected in any amount on the wings and tall surfaces of the airplane must be treated with de-icing fluids prior to take-off).*

Примечание. Согласно справке, предоставленной менеджером по эксплуатации ЗАО «Армения» Международные Аэропорты», в период с 14:00 13 февраля 2008 года по 00:30 14 февраля 2008 года противообледенительная обработка других воздушных судов не выполнялась. В этом интервале времени был осуществлен выпуск еще 4-х воздушных судов типа Ту-134, А-319, А-320. Комиссия получила объяснительную командира ВС А-320 а/к "Уральские авиалинии", который выполнял взлет за 50 минут до аварийного взлета¹. По его объяснению "условий для обледенения ВС ни в полете (при посадке в Ереване), ни во время стоянки, ни на взлете не было. Облив ПОЖ не производился. Отпотевания верхней части крыла в виде изморози не замечено". Погодные условия в период времени между указанным взлетом А-320 и аварийным взлетом практически не изменялись.

Фактическая погода за 00:00: ветер у земли 110° 1 м/сек, видимость 3500 м, дымка, облачность незначительная, вертикальная видимость 800 м, разбросанная на 3000 м, температура минус 3°С, точка росы минус 4°С, давление 1019 гПа.

Полетная масса и центровка самолета не выходили за установленные пределы и составляли: G=20937кг, X=20,6% САХ, заправка 4830кг.

Справочные скорости, рассчитанные экипажем перед взлетом, составляли: V₁=137 узлов, V_R=139 узлов, V₂=145 узлов, V_t=178 узлов, что отражено в LOADSHEET (сводно-загрузочной ведомости), центровочном графике, SITA (штурманский план полетов по маршруту), задании на полет, FML (бортовом журнале) и совпадает с расчетами комиссии. Эти данные соответствуют данным, введенным экипажем в бортовой компьютер для расчета взлетных характеристик.

Перед полетом распределение обязанностей в экипаже было следующим: активное пилотирование – КВС, контролирующее управление и связь - второй пилот.

Экипаж выполнил контрольные карты и необходимую установку полетных данных, скоростей, подготовил FMS к полету согласно технологии работ для данного типа ВС.

¹ Время пребывания самолета А-320 на аэродроме составило 1 час 20 минут.

Пассажиры заняли места в пассажирском салоне, багаж был загружен в багажное отделение, груз и почта отсутствовали.

В 00:06:45 экипаж самолета CRJ-100 EW-101PJ вышел на связь с диспетчером руления аэропорта «Звартноц» и доложил о готовности к запуску двигателей (2П:«Ереван-руление, доброй ночи, Белавиа 18-34, на 17-ой стоянке, информация «ZULU» разрешите запуск на Минск»).

После получения диспетчерского разрешения, экипаж, в 00:08:52, произвел запуск двигателей в порядке правый – левый. Через 43 секунды после запуска двигателей был включен обогрев воздухозаборников двигателей (Cowl anti-ice), противообледенительная система крыла не включалась.

При выполнении взлета возник прогрессирующий левый крен самолета. В процессе развития крена законцовка левой плоскости коснулась поверхности ИВПП, после чего воздушное судно вышло за пределы полосы на грунт, продвинулось по дуге слева-направо с переворотом «на спину» через правое крыло, и в процессе неуправляемого движения пересекло ИВПП, выкатившись вправо за ее пределы. При перевороте через правое крыло произошло его разрушение, вытекание топлива, находящегося в топливных баках, и возник наземный пожар, который был потушен пожарными командами аэропорта.

1.2. Телесные повреждения

Телесные повреждения	Экипаж	Пассажиры	Прочие лица
Со смертельным исходом	0	0	0
Серьезные	0	7	0
Незначительные/отсутствуют	0/3	0/11	0/0

1.3. Повреждения воздушного судна

В результате авиационного происшествия самолет разрушился. Правая плоскость крыла разрушилась практически полностью, в результате произошло разрушение топливной системы, а затем вытекание и возгорание топлива. Разрушение планера сопровождалось отделением от него правой концевой части крыла, носового обтекателя, повреждением передней правой части фюзеляжа, отделением хвостового оперения, разрушением правой плоскости крыла. Все части планера, кроме передней части фюзеляжа и отделившихся правой концевой части крыла и хвостового оперения, имели следы воздействия пожара. Интенсивность возгорания имела неоднородный характер. Наиболее значительно была повреждена средняя часть фюзеляжа и крыло.

Интенсивность пожара была больше с левой стороны фюзеляжа. По состоянию пилотской кабины, пассажирского салона и хвостового отсека фюзеляжа было определено, что пожара внутри самолета не было. В процессе переворота через правое крыло воздушное судно столкнулось с землей и носовой частью. В результате этого столкновения произошло разрушение правой части пилотской кабины. В разрушенном состоянии, при наличии пожара на наружной поверхности фюзеляжа, самолет в перевернутом положении окончательно остановился на земле.

1.4. Прочие повреждения

В результате авиационного происшествия были разбиты два ограничительных фонаря типа IDM 5848 из комплекта светосигнального оборудования.

1.5. Сведения о личном составе

1.5.1. Данные о членах летного экипажа

Должность	КВС CRJ-100 РУП НАК «Белавиа»
Пол	Мужской
Дата рождения:	10.11.1958
Класс:	Пилот 2-го класса ГА
Образование:	Высшее. Окончил Актюбинское высшее летное училище в 1983 году
Метеомиимум:	60x550 RVR, взлет 200м
Общий налет:	9215 часов
Налет по типам:	
Як-18:	84 часа
Як-40:	187 часов
Ту-134:	996 часов
Ту-154:	5795 часов
В качестве КВС Ту-154:	709 час
Налет на самолете CRJ-100LR:	461 час
Налет на самолете CRJ-100LR в качестве КВС:	461 час (из них ночью – 106 часов)
Свидетельство пилота ГА	П № 0000141 выдано Государственным комитетом по авиации Республики Беларусь 01.08.1997. Срок действия до 12.09.2008
Медицинский сертификат	№ 002072 выдан Врачебно-летной экспертной

	комиссией 12.09.07. Срок действия сертификата до 12.03.2008
Последняя проверка	20.11.2007 в рейсовых условиях. Оценка 5 «пять». 17.01.2008 тренажер CL-65 в Международном центре подготовки и тренировки авиационного персонала «ICARE» г. Морле (Франция). Оценка «хорошо» («satisfactory»).
Перерывы в полетах в течение последнего года	Не было
Налет за последние 3 месяца:	139 часов
Налет за последний месяц:	66 часов
Количество посадок за последние трое суток:	3 посадки
Налет в день происшествия:	02 часа 45 минут
Общее рабочее время в день происшествия:	06 часов 25 минут

Авиационных происшествий и инцидентов в прошлом не имел. По представленным документам процедуры, связанные с профессиональной подготовкой командира воздушного судна, были выполнены.

Должность	Второй пилот ВС CRJ-100 РУП НАК «Белавиа»
Пол	Мужской
Дата рождения:	15.09.1964
Класс:	III класс пилота ГА
Образование:	Высшее. Окончил Кировоградское высшее летное училище ГА в 1986 году. Получил квалификацию: инженер-штурман воздушных судов. Переучивание на пилота прошел в Ордена Ленина Академии гражданской авиации (Российская Федерация) в 2002 году.
Общий налет:	9454 часа
Общий налет в качестве второго пилота:	1745 часов
Налет по типам:	
Ту-154:	1340 часов

Налет на самолете CRJ-100LR:	405 часов (из них ночью-106 часов)
Свидетельство пилота ГА	II № 0000653 выдано Государственным комитетом по авиации республики Беларусь 28.05.2002. Срок действия до 12.09.2008
Медицинский сертификат	№ 002147 выдан Врачебно-лётной экспертной комиссией. Срок действия до 12.09.2008.
Последняя проверка:	Техники пилотирования в рейсовых условиях 13.01.2008. Оценка 5 («пять»). 10.01.2008 тренажер CL-65 в Международном центре подготовки и тренировки авиаперсонала «ICARE» г.Морле (Франция). Оценка «хорошо» («satisfactory»).
Перерывы в полетах в течение последнего года	Не было
Налет за последние 3 месяца:	118 часов
Налет за последний месяц:	84 часа
Количество посадок за последние трое суток:	3 посадки
Налет в день происшествия:	02 часа 45 минут
Общее рабочее время в день происшествия:	06 часов 25 минут

Авиационных происшествий и инцидентов в прошлом не имел. По представленным документам процедуры, связанные с профессиональной подготовкой второго пилота, были выполнены.

1.5.2. Данные о членах кабинного экипажа

Должность	Бортпроводник ВС Ту-134, Ту-154Б, CRJ-100 РУП НАК «Белавиа»
Пол	Женский
Дата рождения	03.01.1982
Класс	Бортпроводник ГА 3-го класса
Образование	Высшее. Окончила Минский государственный лингвистический университет в 2006 году.
Общий налет:	821 час

Налет на самолете CRJ-100LR:	350 часов
Свидетельство бортпроводника	№ 0000319 выдано 18.05.2006 Государственным комитетом по авиации Республики Беларусь. Срок действия до 05.05.2008
Медицинский сертификат	№ 00681 выдан Врачебно-летной экспертной комиссией. Срок действия до 05.05.2008
Последняя проверка:	Практической работы 03.01.2008. Оценка «пять».
Налет в день происшествия	02 часа 45 минут
Общее рабочее время в день происшествия	06 часов 25 минут

Авиационных происшествий и инцидентов в прошлом не имела. По представленным документам процедуры, связанные с профессиональной подготовкой бортпроводника, были выполнены.

1.5.3. Данные о персонале наземных служб

Данные о персонале наземных служб не приводятся, так как авиационное происшествие не связано с действиями этих служб.

1.6. Сведения о воздушном судне

Тип ВС	Canadair Regional Jet CRJ-100LR (CL-600-2B19)
Государственный регистрационный опознавательный знак	EW-101PJ
Заводской номер	7316
Завод-изготовитель и дата выпуска	Выпущено компанией «Bombardier» 15.04.1999
Ресурсы и сроки службы:	
Назначенный	Разработчиком не установлен. Эксплуатируется по техническому состоянию
Межремонтный	Разработчиком не установлен. Эксплуатируется по техническому состоянию
Наработка с начала эксплуатации	15563 часа, 14352 посадки
Количество ремонтов	Самолет ремонтов не имел

Свидетельство о государственной регистрации	№ 255 выдано 19.04.2007 Государственным Комитетом по авиации Республики Беларусь
Удостоверение о годности к полетам	№ БЕ-255 выдано 19.04.2007 Государственным Комитетом по авиации Республики Беларусь. Срок действия до 10.04.2008
Последнее периодическое техническое обслуживание	A3-Package было выполнено 16.01.2008 на базе Cimber Air Maintenance Center, Sonderborg, Denmark, после которого самолет налетал 184 часа и совершил 113 посадок.
Последнее оперативное техническое обслуживание	Было выполнено инженерно-техническим составом РУП НАК «Белавиа» 13.02.08: - в объеме «Регулярного обслуживания» (Routine Check); - при вылете из «Национального аэропорта «Минск» в объеме «Транзитного обслуживания» (Transit Check); Экипажем 14.02.08 при вылете из аэропорта «Звартноц» в объеме предполетной подготовки (Preflight Check).

Самолет имеет первичный сертификат типа № А-131, выданный Transport Canada, а также сертификат типа № 125-CL-600RJ, выданный Авиационным регистром МАК. Держателем Сертификата типа является Bombardier Inc. 400 Côte Vertu Road West, Dorval, Quebec, Canada H4S 1Y9.

На воздушном судне были установлены двигатели типа CF34-3A1 производства компании General Electric Aircraft Engine (США):

Двигатель №1	
Заводской номер	807433
Дата выпуска	28.05.1996
Ресурсы сроки службы	Не установлены, эксплуатируется по техническому состоянию
Наработка СНЭ, часы/циклы	14277/13096
Наработка ППР, часы/циклы	1590/1104
Дата и место последнего ремонта	26.06.2006 Lufthansa A.E.R.O. GmbH.

Двигатель №2	
Заводской номер	807440
Дата выпуска	18.06.1996
Ресурсы и сроки службы	Не установлены, эксплуатируется по техническому состоянию
Наработка СНЭ, часы/циклы	14277/13096
Наработка ППР, часы/циклы	1590/1104
Дата и место последнего ремонта	05.07.2006 Lufthansa A.E.R.O. GmbH

ВСУ типа GTCP36-150RJ производства компании Honeywell, заводской номер P-496, наработка СНЭ-12369 часов.

Периодическое техническое обслуживание в объеме A3-Package выполнялось специалистами Cimber Air Maintenance Center, Sonderborg, Denmark. Указанная компания имеет действующий сертификат в соответствии с Part-145 на техническое обслуживание самолетов CRJ-100 (CL-600-2B19), выданный администрацией гражданской авиации Дании.

Оперативное техническое обслуживание выполнялось инженерно-техническим составом РУП НАК «Белавиа», имеющим соответствующие допуски к самостоятельному техническому обслуживанию самолетов типа CRJ-100, выданные Департаментом по авиации Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь.

Взлетная масса и центровка составляли по расчетам, выполненным в комиссии, $G=20937$ кг и $X=20,6\%$ САХ соответственно, и не выходили за пределы, установленные РЛЭ данного типа самолета. Расчеты совпали с данными, введенными экипажем в бортовой компьютер для расчета взлетных характеристик. Общее количество топлива на борту перед взлетом составляло 4700 кг. Кондиционность ГСМ подтверждается результатами анализа.

До выполнения последнего полета самолет эксплуатировался со следующими отложенными дефектами в соответствии с Перечнем отложенных неисправностей (DMI & DDA Status) РУП НАК «Белавиа», утвержденного авиационными властями Республики Беларусь):

- «The Engine #2 Trust Reverser System's Bloker Door#8 is Damaged» («Створка реверсивного устройства № 8 второго двигателя повреждена») – створка, звено ее привода и возвратные пружины были демонтированы, была проверена работа реверсивного устройства. Устранение неисправности отложено до 20.11.2007 в соответствии с DDA 10681/1-49, открытого 20.10.2007. В дальнейшем срок устранения неисправности продлевался до 20.01.2008 и до 20.03.2008;

- «APU Heat Shield ASSY Crack is Found» («Наличие трещины в тепловом защитном экране выхлопного устройства ВСУ») – по рекомендации изготовителя самолета был выполнен временный ремонт (засверловка) трещины с допуском к эксплуатации на 5000 летных часов. 01.02.2008 был открыт DDA 11817/1-63 сроком до 05.08.2008;

- «EICAS Messages» "OUTB Cool", "INBD Cool Fail" («Система сброса охлаждающего воздуха блоков АиРЭО не работает») – в соответствии с п. 21-24-06 MEL была выполнена деактивация системы (клапаны сброса воздуха за борт), 25.01.2008 открыт DMI 11797/1. Срок устранения неисправности был отложен до 04.02.2008 с продлением в дальнейшем до 14.02.2008;

- «Vertical Stabilizer Navigation Light Bulb is Inoperative» («Хвостовой навигационный огонь не горит») – в соответствии с п. 33-42-01/2 MEL 10.02.08 был открыт DMI 12650/1, которым устранение дефекта было отложено до 20.02.2008;

- «The TRU Cooling Fans is Inoperative» («Встроенный вентилятор охлаждения выпрямительного устройства не работает») – в соответствии с п. 24-31-02 MEL 13.02.2008 был открыт DMI 12661/1, которым устранение дефекта было отложено до 23.02.2008.

Отмеченные неисправности и отложенные дефекты не имеют отношения к причине происшествия.

Количество продленных отложенных дефектов свидетельствует об отсутствии в авиакомпании необходимых запасных частей для замены неисправных изделий в процессе эксплуатации, что может быть связано с трудностями таможенного оформления ввоза из-за рубежа узлов, деталей и запасных частей в условиях необходимости срочного (до 10 дней) устранения дефектов, и приводит к практике полетов с неоднократно отложенными дефектами.² Для возможного решения проблемы целесообразно рассмотреть вопрос об ускорении таможенного оформления ввоза запасных частей для ВС иностранного производства.

Замечаний экипажа перед вылетом из Еревана по работе авиационной техники и ее подготовке не было.

Техническая эксплуатация самолета CRJ-100LR регистрационный номер EW-101PJ проводилась согласно действующему Регламенту технического обслуживания РУП НАК «Белавиа» (Maintenance Program Belavia) и другим руководящим документам Департамента по авиации Министерства транспорта и коммуникаций Республики

² Об аналогичной проблеме были даны рекомендации комиссии по расследованию катастрофы с самолетом А-310-324 регистрационный номер F-OGYP, которая произошла в Иркутске 09.07.2006

Беларусь и соответствовала требованиям, установленным для данного типа воздушного судна.

1.7. Метеорологическая информация

В процессе расследования был проанализирован следующий аэросиноптический материал: карты Анализ приземный за 13.02.2008 срок 12:00 и за 14.02.2008 срок 00:00, прогностические карты барической топографии АТ-700 за 13.02.2008 срок 12:00 и за 14.02.2008 срок 00:00, прогностические карты ветра и температуры по высотам ВЦЗП Лондон на 18:00 13.02.2008 для FL 100-390, прогностические карты особых явлений погоды по маршрутам ВЦЗП Лондон для эшелонов FL 100-450 на 18:00 13.02.2008, на 00:00 и 06:00 14.02.2008, данные радиозонда аэропорта «Звартноц» за 00:00 14.02.2008, бланки с прогнозами и фактической погодой по аэродромам Минск-2, Гомель, Киев (Борисполь), Тбилиси, Ереван (Звартноц) за 13.02.2008, комплексная карта МРЛ за 00:00 14.02.2008.

Из анализа вышеперечисленного материала следует, что район аэродрома Минск-2 и начало маршрута Минск-Ереван находились под влиянием теплого сектора циклона и расположенного в нем фронта окклюзии.

Метеообеспечение рейса BRU-1833 на участке маршрута Минск-Ереван проводилось дежурным синоптиком АМСГ Минск-2.

Перед вылетом командир прошел метеоподготовку, во время которой ему был вручен бланк с прогнозами погоды сроком действия от 18:00 до 06:00, фактической погодой за 18:30 по аэродрому вылета Минск-2, аэродрому посадки «Звартноц» и запасным аэродромам Гомель и Тбилиси. Кроме этого КВС была вручена «Карта особых явлений погоды» для эшелонов FL 100-450 на 18:00 13.02.2008 и «Карта прогноза ветра и температуры по высотам» для эшелонов FL 100-350 на 18:00 13.02.08, выпущенных ВЦЗП Лондон.

После прохождения метеоконсультации в 18:35 КВС расписался в журнале «Учета прохождения предполетной метеоподготовки».

На момент принятия решения на вылет по аэродрому Минск-2 прогнозировались следующие метеоусловия: с 18:00 до 03:00: ветер у земли 270° - 5м/с, видимость 4000 м, слабый снег с дождем, дымка, облачность сплошная, нижняя граница 240 м, временами с 18:00 до 23:00 видимость 2000 м, умеренный снег с дождем, облачность значительная (5-7 октантов) нижняя граница 120 м, временами с 23.00 до 03.00 видимость 1200 м, умеренный снег с дождем, облачность значительная (5-7 октантов), нижняя граница 90 м.

Фактическая погода на аэродроме Минск-2 за 19:00: ветер неустойчивый 1м/с, видимость 10 км, слабый снег, облачность сплошная на 420 м, в облаках слабое обледенение, температура минус 1°С, точка росы минус 1°С, давление 1024 гПа, прогноз на два часа без изменения.

Взлет с аэродрома Минск-2 был произведен в 19:22.

После набора эшелона FL-350 полет ВС проходил в высотном гребне, на высоте 10700 м ветер был северо-западного направления со скоростью 80 км/час в первой половине маршрута, далее скорость ветра ослабевала до 50-60 км/час, температура воздуха на эшелоне была минус 50-52°С.

Посадка в Ереване была произведена в 22:05.

К этому времени погоду в Армении и районе аэродрома «Звартноц» определяла передняя часть циклона, центр которого располагался над Ираном, с минимальным давлением в центре 1017 гПа. В передней части циклона располагалась зона теплого участка фронта, которая медленно смещалась на территорию Армении с юго-запада на северо-восток по ведущему потоку.

С приближением теплого фронта на аэродроме «Звартноц» отмечалось падение давления, влажность воздуха возросла от 84% до 94%, дымка усилилась, ухудшив видимость с 6000 м до 3500 м. Незначительная облачность среднего яруса 1-2 октанта на 3000 м и 3-4 октанта рассеянной облачности с нижней границей 210-240 м была сформирована в теплой влажной воздушной массе. В дальнейшем количество облачности увеличилось до 7 октантов. С 02:00 на аэродроме «Звартноц» отмечались обложные осадки в виде снега.

В горной местности теплый фронт проявляется в начале как высотный фронт, теплая влажная воздушная масса на высоте не задерживается горами и формирует высокую облачность, что в данном случае подтвердилось радиозондированием атмосферы над Ереваном.

По данным радиозонда, выпущенного аэрологической станцией г. Еревана в 00:00 14.02.2008, уровень конденсации, где влажность воздуха стала стопроцентной, находился на высоте около 170 метров от уровня земли. До высоты 3500 метров дефицит влажности был менее одного градуса, что говорит о наличии облачности нижнего и среднего яруса в этом слое.

По данным радиозондирования, на аэрологической диаграмме была построена кривая температуры насыщения над льдом, полученная расчетными данными по формуле Годске, для прогноза обледенения, согласно которой следует, что в слое воздуха от 170 метров до 3000 метров имелись условия для обледенения.

В 22:50 экипаж CRJ-100LR прошел метеоподготовку на АМСГ Звартноц в помещении для брифинга, где ему был вручен пакет метеодокументов, состоящий из бланка с прогнозами и фактической погодой по пункту вылета Ереван, пункту посадки Минск-2 и запасным Гомель, Брест, Минск-1, Киев (Борисполь).

Кроме бланка с прогнозами экипажу была вручена «Карта особых явлений» ВЦЗП Лондон на срок 00:00 14.02.2008 и «Прогноз ветра и температуры по высотам на FL 250-630» на срок 00:00 14.02.2008.

После метеоконсультации КВС расписался на бланке с прогнозами в 22:50, указав номер рейса.

Прогноз по аэродрому вылета «Звартноц» с 21:00 до 06:00: ветер у земли неустойчивый 2м/с, видимость 3500 м, дымка, облачность разбросанная (3-4 октанта) на 600 м, значительная (5-7 октантов) на 3000 м, временами с 21:00 до 06:00 видимость 200 м, снег, замерзающий туман, вертикальная видимость 30 м.

Фактическая погода по аэродрому «Звартноц» за 00:00: ветер у земли 110°-1м/с, видимость 3500, дымка, облачность незначительная (1-2 октанта) на 780 м, разбросанная (3-4 октанта) на 3000 м, температура воздуха минус 3°С, температура точки росы минус 4°С, давление 1019 гПа, сцепление 0,7, на два часа погода без изменения.

Метеоинформация передавалась на борт самолета по системе АТИС.

Метеообеспечение рейса самолета CRJ-100LR по маршруту Минск-Ереван-Минск соответствовало Приложению 3 к Конвенции о Международной гражданской авиации.

1.8. Средства навигации, посадки и УВД

Аэропорт «Звартноц» оснащен средствами навигации, посадки и УВД согласно таблицю. При заходе на посадку с МК=85° используются следующие радиотехнические средства обеспечения полетов: система VOR/DME, средняя приводная радиолокационная станция с маркером LMM, глиссадный маяк ILS/DME GP, курсовой радиомаяк системы ILS CAT II, средний маркер MM, всенаправленный радиомаяк NDB. Кроме того, на аэродроме имеются: аэродромный радиолокатор «Иртыш» и пеленгаторы АРП-75, АРП-80.

Навигационное оборудование аэропорта с этим курсом обеспечивает вторую категорию ИКАО. Подробнее размещение и состав радионавигационных средств аэродрома указано в АИП Республики Армения.

Все средства навигации, посадки и УВД были работоспособны, находились в исправном состоянии и имели соответствующие разрешения на эксплуатацию, сертификаты, ресурс, прошли необходимые летные проверки. Работа радиотехнических

средств осуществлялась в пределах допустимых параметров в соответствии с требованиями Приложения 10 ИКАО.

Замечаний по качеству работы средств радиотехнического обеспечения полетов не поступало. Отклонений от норм в работе не было.

Электроснабжение объектов навигации, посадки и УВД осуществлялось в штатном режиме в соответствии со схемой электропитания объектов.

1.9. Средства связи

Рабочие места диспетчерского состава аэропорта «Звартноц» оснащены средствами авиационно-воздушной связи согласно таблице: основными и резервными радиостанциями, а также аварийными радиостанциями, средствами телефонной и громкоговорящей диспетчерской связи.

Аэропорт оснащен средствами радиосвязи: УКВ радиостанциями типа 76TR «PARK air system», системой внутри аэропортовой радиосвязи, аварийно-спасательного оповещения, телефонной, технологической связью «ICOM». Имеется также многоканальная система регистрации записи звуковых сигналов и радиолокационной информации «Гранит». Все средства связи были исправны и работоспособны, использовались персоналом по назначению.

Электроснабжение объектов и средств связи осуществлялось в штатном режиме в соответствии со схемой электропитания.

На все оборудование авиационно-воздушной связи имеются соответствующие разрешения на эксплуатацию.

Замечаний по качеству работы средств связи от диспетчеров службы движения, других служб аэропорта, экипажей воздушных судов 14.02.08 не поступало. Отклонений от норм в работе средств связи не было.

При выполнении рейса BRU-1834 экипаж вел устойчивую двустороннюю связь с диспетчером руления, диспетчером старта на всех этапах от запуска двигателей до получения разрешения на взлет.

1.10. Данные об аэродроме

Аэродром «Звартноц» расположен в 10 км западнее г. Еревана. Географические координаты контрольной точки аэродрома (КТА): 40 08 50.19 СШ и 044 23 45.17 ВД. Превышение аэродрома (Наэр.) = 2838 футов. Магнитное склонение + 5°.

Летное поле прямоугольной формы. Летная полоса (09-27) 4150x300 метров.

На аэродроме имеется одна ИВПИ-09/27 - 3850x56 метров с искусственным покрытием (асфальтобетон). Классификационное число покрытия PCN 70 /F/C/X/T.

Свободная зона у торца 09-300x150 метров, у торца 27-400x150 метров. Спланированная часть летной полосы имеется по обе стороны от оси ИВПП. Координаты порогов: ВПП 09 40 08 49.75 СШ и 044 22 23.86 ВД, ВПП 27 40 08 50.60 СШ и 044 25 06.48 ВД. Превышение порога 09 - 2800 футов, порога 27 - 2838 футов.

Уклон взлетно-посадочной полосы с МКвзл.=265° имеет переменный профиль: вначале понижение составляет 0,54%, за тем уклон переходит вверх и составляет 0,19%.

После авиационного происшествия в 00.30 был произведен осмотр ИВПП. Искусственное покрытие аэродрома находилось в сухом состоянии (ИВПП, МРД, РД и перроны) и коэффициент сцепления (Ксц) находился в пределах 0,7/0,7/0,7.

Курс захода с МК=85° оборудован светосигнальной системой ОВИ-2 типа «IDMAN». Огни приближения состоят из линейных огней центрального ряда на протяжении 900 метров, двух световых горизонтов в 150 и 300 метрах от порога ВПП, огней бокового ряда, состоящих из линейных огней красного цвета (все огни типа IDM2982Hi и IDM2982Hi-R), система дополнена бегущими огнями импульсного типа (на протяжении 600 метров вплоть до второго горизонта). Дополнительно имеется система визуальной индикации глиссады типа PAPI, расположенная на расчетном расстоянии \approx 357 метров. Эта система состоит из четырех элементов типа IDM6005 и отстроена на угол 3°. Разница углов возвышения световых пучков между элементами - 20°. С обоими курсами на ВПП установлены входные и ограничительные огни. Входные огни дополнены фланговыми горизонтами. Тип огней IDM2982Hi-G (входные) и IDM2982-G/R (входные ограничительные). По всей длине ВПП на расстоянии 15 метров друг от друга. Тип огней IDM4552. Кроме того, по курсу с МК=85° установлены на расстоянии 900 метров от порога ВПП с интервалом 30 метров огни зоны приземления. Эти огни состоят из линейных огней в количестве 3-х штук с интервалом в 1,5 метра. Тип огней IDM4651. По всей длине ВПП установлены боковые огни типа IDM5848. Огни рулежных дорожек расположены по всей длине действующих РД-2-3-4 и магистралей. Боковые огни с синим светофильтром. Среднее расстояние на прямых участках колеблется от 49 до 60 метров, но не более 60 метров. Расстояние меняется в зависимости от радиуса округлений. Все РД обеспечены неуправляемыми знаками для обеспечения пилотов необходимой информацией. Все действующие РД дополнены огнями места ожидания.

Светосигнальная система вместе с навигационными радиотехническими средствами аэродрома обеспечивает вторую категорию ИКАО.

Аэродром «Звартноц» имеет сертификат № 01, выданный ГУ ГА РА 20.11.2007. Указанный сертификат подтверждает, что аэродром соответствует требованиям к

гражданским аэродромам, установленным законодательством Республики Армения и положениям Конвенции о международной гражданской авиации.

В состав светотехнического оборудования ИВПИ-09/27 входят боковые огни светосигнальной системы типа IDM 5848, два из которых были повреждены в результате авиационного происшествия. После восстановления поврежденных фонарей была выполнена проверка всего светосигнального оборудования ИВПИ-09/27. Замечаний по его работе не было. Переключений и бросков напряжений на объектах светосигнального и радиотехнического оборудования аэродрома зафиксировано не было. На резервные источники электропитания вышеуказанные объекты не переключались.

В районе аэродрома имеются препятствия, превышение которых относительно уровня моря, уровня аэродрома, истинные азимуты и расстояния от КТА, а также наличие светоограждений и их маркировки имеются в сборнике аэронавигационной информации Армении, а также в ИПИ аэродрома «Звартноц».

Состояние ИВПИ-09/27, рулежных дорожек, перронов на момент авиационного происшествия соответствовало установленным требованиям.

1.11. Бортовые самописцы

На самолете CRJ-100LR регистрационный номер EW-101PJ были установлены следующие самописцы и системы регистрации: самописец параметрической информации типа F1000 чертежный номер (part number) S800-3000-00 и бортовой магнитофон типа A200S чертежный номер (part number) S200-0012-00, изготовленные фирмой «Fairchild».

Все перечисленные средства сбора полетной информации были обнаружены на месте авиационного происшествия, находились на своих штатных местах и внешних повреждений не имели. Считывание полетной параметрической и звуковой информации производилось в Межгосударственном авиационном комитете при участии представителя Главного управления гражданской авиации Республики Армения.

В результате считывания было установлено, что оба самописца зафиксировали информацию об аварийном полете.

Расшифровка и анализ записи параметрического самописца, протоколирование выписки переговоров экипажа, а также идентификация голосов и акустических сигналов проводились в лаборатории Межгосударственного авиационного комитета.

Анализ показал, что качество записи – удовлетворительное. Зарегистрированная информация была использована для оценки состояния и работоспособности авиационной техники, а также анализа поведения самолета и действий экипажа до и в процессе возникновения и развития аварийной ситуации.

Копии записей бортовых самописцев были переданы в Департамент по авиации Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, в Главное управление гражданской авиации Республики Армения, в Бюро по безопасности на транспорте Канады (TSB), и Национальное бюро расследования происшествий на транспорте США (NTSB). Две последние организации представили результаты анализа зарегистрированных данных, которые были использованы при написании Окончательного отчета.

1.12. Сведения о состоянии элементов воздушного судна и об их расположении на месте происшествия

Место авиационного происшествия находилось в пределах летного поля аэродрома «Звартноц». Разброс элементов конструкции представлял собой дугу, расположенную слева направо, фрагментарно - на левой спланированной части летного поля, частично - в пределах ИВПП, частично - за ее правым краем.

За точки отсчета для привязки расположения самолета, его обломков и следов движения были выбраны середина торца ИВПП-27 с магнитным курсом $MK=265^\circ$, боковые отклонения от оси полосы до фрагментов и элементов конструкции воздушного судна по направлению его движения и носовая часть самолета.

Следы первого касания законцовкой левой плоскости начинаются на левой боковой кромке ИВПП, на удалении 1800 метров от торца полосы с магнитным курсом $MK=265^\circ$. Длина следа на ИВПП составляла 6 метров и по грунту – 24 метра. Самолет, находился в левом крене $\approx 70^\circ$. При этом по следу остались мелкие фрагменты законцовки левой плоскости и следы керосина. По мере уменьшения крена левое крыло отошло от земли и его след на земле исчез. Через 110 метров от первого касания произошло приземление воздушного судна, вначале на правую основную опору шасси (уже в правом крене 25°), а затем, через 30 метров, и на левую основную опору шасси. Через 80 метров след на земле от левой основной опоры шасси пропадает, что свидетельствует о развитии правого крена. Параллельно следу от правой основной опоры шасси на грунте появляются следы от касания правой плоскостью крыла. По мере дальнейшего движения самолета, деформации и разрушения элементов правого крыла, следы на грунте стали более заметными, появились фрагменты разрушенных элементов силовой панели кессона правого крыла, самолет прошел правее куч щебня и приблизился ко рву, расположенному поперек траектории движения. Ширина рва составляла ≈ 6 метров, глубина $\approx 1,2$ метра. При пересечении рва от правого крыла отделилась его концевая часть, произошло дальнейшее разрушение правого крыла и самолет начал переворачиваться на «спину» за счет подъемной силы левой плоскости. После переворота самолета произошел отрыв

хвостовой части (киля и стабилизатора) и самолет продолжил движение на «спине» и левой плоскости, смещаясь вправо. На участке переворота воздушного судна было разбросано наибольшее количество фрагментов обломков, разрушенных элементов конструкции самолета.

При дальнейшем движении на «спине» и левой плоскости, самолет пересек взлетно-посадочную полосу под углом приблизительно в 45° и остановился на удалении ≈ 1050 метров от точки первого касания, в 50 метрах правее ВПП, в перевернутом положении. Координаты места остановки: $40^\circ 08,872'$ СШ и $044^\circ 23,091'$ ВД.

При разрушении правой плоскости произошло разрушение топливной системы, топливо, находящееся в баках, выплеснулось наружу, попало на горячие части двигателей, и возник пожар. Следы зон горения (4 зоны в виде горелой травы) имелись на подстилающей поверхности спланированной части летного поля по траектории движения самолета после первого касания. Расположение зон горения качественно и количественно совпадает с видеозаписью, полученной от камер промышленного телевидения, которые зафиксировали движение на рулении и взлет самолета. После остановки самолета пожар был потушен пожарными расчетами аэропорта «Звартноц».

До места первого касания левым крылом о ВПП никаких отделившихся фрагментов самолета, элементов его конструкции при осмотре места авиационного происшествия не обнаружено.

На месте остановки воздушное судно находилось в следующей конфигурации: шасси были выпущены, основные опоры находились на замках выпущенного положения, передняя опора шасси подломлена и вдавлена в фюзеляж в направлении назад-вправо. Закрылки были выпущены на 8° , стабилизатор находился в положении $-4,4^\circ$.

Максимальное удаление самолета от боковой линии ИВПП при движении его слева по спланированной части летного поля составило 110 метров.

Подробнее схема разброса элементов конструкции представлена в отчете группы кроков.



Фото 1.

Первый след касания ВПП левым крылом.



Фото 2.

Первые следы приземления самолета сначала на правую стойку шасси, а затем – на левую.



Фото 3.

Следы движения самолета на правой стойке и правом крыле, левее следа – кучи щебня, впереди - ров (до переворота самолета).



Фото 4.

Следы движения самолета на правой стойке и правом крыле, левее следа – кучи щебня, впереди - ров (до поворота самолета).

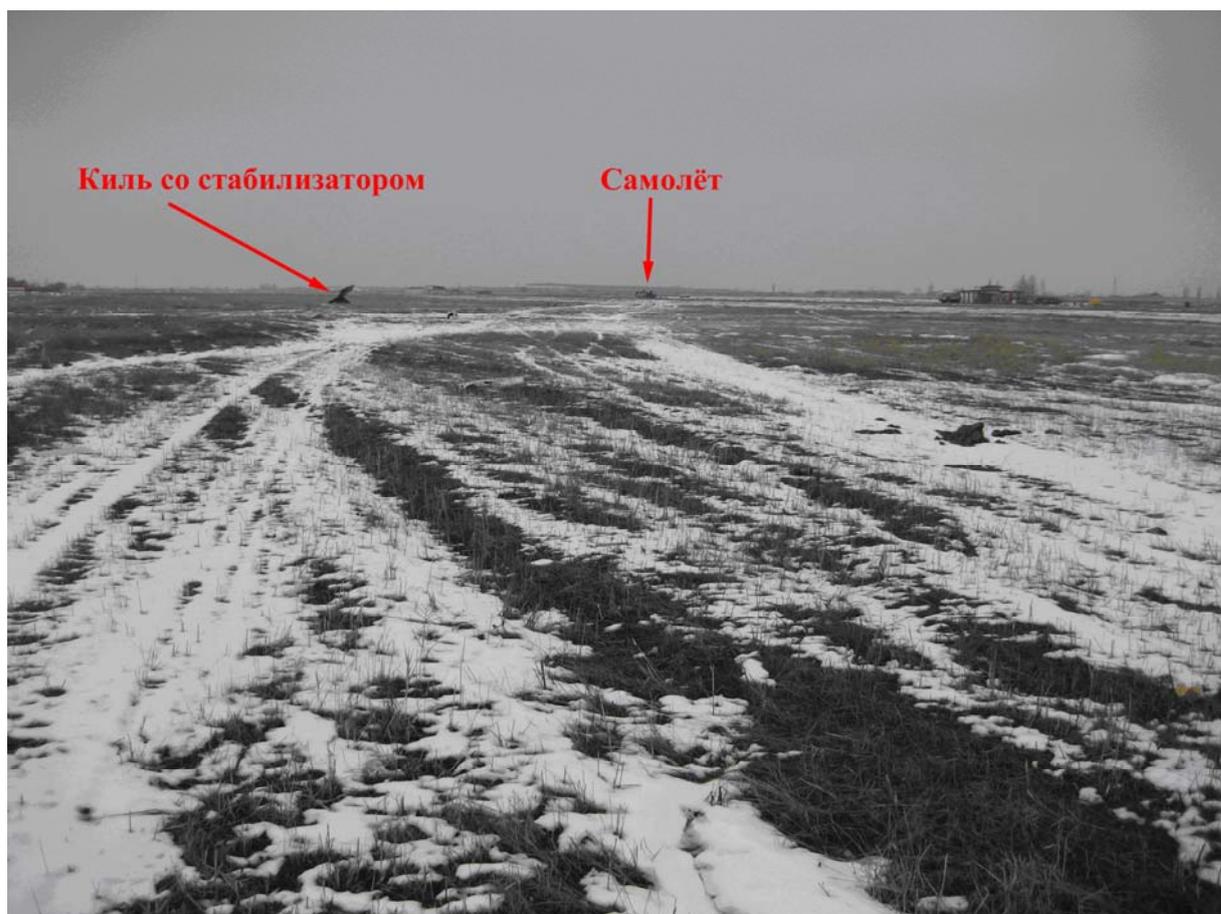


Фото 5.

Следы движения самолета после переворота на «спину».



Фото 6.

Деформированный киль и стабилизатор самолета



Фото 7.

Следы движения самолета в перевернутом положении через ВПП. (Показаны стрелками).



Фото 8.

Следы движения самолета в перевернутом положении через ВПП. (Показаны стрелками)



Фото 9.

Вид самолета на месте АП.

1.13. Медицинские сведения и краткие результаты патолого-анатомических исследований

Члены экипажа противопоказаний к летной работе по состоянию здоровья не имели и по врачебным показателям были допущены к полетам.

После эвакуации пассажиров и экипажа с места авиационного происшествия нуждающимся была оказана первая медицинская помощь. Экипаж прошел медицинское освидетельствование. В результате освидетельствования ранений и ушибов у членов экипажа выявлено не было. Алкоголь не обнаружен.

Семь пострадавших пассажиров с травмами различной степени тяжести были госпитализированы в Республиканскую клиническую больницу г. Еревана.

В дальнейшем, после лечения, все они были выписаны и отправлены к месту жительства.

Данное авиационное происшествие не связано с физическим состоянием здоровья экипажа.

1.14. Данные о выживаемости пассажиров, членов экипажа и прочих лиц при авиационном происшествии

В кабине пилотов КВС находился на левом пилотском кресле, второй пилот – на правом. Бортпроводница занимала свое рабочее место. Пассажиры занимали места в пассажирском салоне.

В результате авиационного происшествия семь пассажиров получили черепно-мозговые и иные травмы различной степени тяжести, сотрясения и ушибы головного мозга.

В процессе возникновения и развития аварийной ситуации на лиц, находившихся в самолете, действовали знакопеременные силы, моменты и перегрузки, которые возникали при крене самолета и его эволюциях, а также перегрузки торможения и ударные нагрузки при касании самолета о подстилающую поверхность, столкновениях его с землей, разрушении и движении в перевернутом положении.

1.15. Действия аварийно-спасательных и пожарных команд

Место авиационного происшествия было зафиксировано практически сразу после падения самолета и его остановки, диспетчером старта, который увидел огонь в районе ВПП во время взлета самолета, воспринял этот огонь как взрыв и в 00:19:20 объявил тревогу, начал вызывать “пожарный старт”, одновременно передав информацию

руководителю полётов.

По факту произошедшего, руководитель полетов службы УВД аэродрома Ереван “Звартноц”, ЗАО “Армаэронавигации”, в соответствии с требованием “Местных инструкций”, в 00:21:35 объявил “Тревогу” по аэропорту и сообщил о случившемся ЦДС ГУГА.

После остановки самолета экипаж эвакуировался из пилотской кабины через пролом в правой носовой части фюзеляжа. Служебная и входная двери оказались заклинены. Для эвакуации пассажиров был открыт аварийный люк на 8 ряду для выхода на крыло по правому борту. Его открывали командир воздушного судна (снаружи) и по команде бортпроводника один из пассажиров (изнутри). Эвакуация проходила под руководством экипажа без паники. Пассажиры самостоятельно покинули самолет. После того как все пассажиры были эвакуированы, бортпроводница убедилась, что в салоне больше никого нет и эвакуировалась последней. Затем экипаж вместе с пассажирами отошли от самолета на безопасное расстояние.

После этого к горящему самолету прибыли пожарные расчеты и аварийно-спасательная команда аэропорта. Расчеты приступили к тушению пожара, спасатели еще раз проверили, что в самолете не осталось людей.

Время прибытия пожарных расчетов:

Стартовая аварийно-спасательная служба на пожарном автомобиле типа АА-60-503 прибыла на место авиационного происшествия в 00:19:40 (самолет остановился рядом с расположением стартовой АСС);

Основная аварийно-спасательная служба на пожарном автомобиле АА-125-01 прибыла на место авиационного происшествия в 00:21:30., на автомобиле АА-125-02 – в 00:21:45, на автомобиле АА-125-03 – в 00:36:05.

В 00:22:50 пожар был локализован и полностью ликвидирован в 00:23:40.

В дальнейшем пожарный автомобиль с боевым расчетом находился на месте авиационного происшествия и обеспечивал пожарную безопасность, так как происходила утечка топлива из топливной системы воздушного судна.

Всего в аварийно-спасательных работах участвовали:

- АСК аэропорта в полном составе;
- Расчеты пожарно-спасательной службы:
 - АА-60-503 – 3 человека
 - АА-125-01 – 3 человека
 - АА-125-02 – 4 человека

- АА-125-03 – 1 человек (данный автомобиль находился в резерве в полной готовности.

- 6 бригад скорой медицинской помощи.

Для тушения пожара были задействованы:

- один пожарный автомобиль типа АА-60-503;
- три пожарных автомобиля типа АА-125 с водой и пенообразователем.

Подача воды и пены пожарными автомобилями осуществлялась немедленно по прибытию на место АП, кроме АА-125-03, обеспечивавшего пожарную безопасность. Всего было израсходовано 35000 литров воды и 1600 литров пенообразователя. На месте происшествия медицинская помощь была оказана 6 человекам.

Экипаж и пассажиры были вывезены с места авиационного происшествия на подъехавшем автобусе и машине скорой помощи в здание аэропорта.

Аварийно-спасательные работы были проведены эффективно. Расчеты аварийно-спасательной команды прибыли к месту случившегося в установленное нормативами время.

В результате своевременных действий экипажа и аварийно-спасательной команды пассажиры были эвакуированы, пострадавшим была оказана первая медицинская помощь и последующее лечение в Республиканской клинической больнице. Пожар был ликвидирован.

1.16. Испытания и исследования

В Комиссии научно-технического обеспечения расследований Межгосударственного авиационного комитета были проведены специальные исследования и анализ полетной информации, работы по синхронизации звуковой и параметрической информации.

Выполненные исследования позволили построить траекторию движения самолета в плане от места старта до остановки, подготовить визуализацию полета, проанализировать динамику движения воздушного судна и оценить действия экипажа.

В связи с обращением Комиссии по расследованию специалисты компании «Bombardier» и NTSB провели, соответственно, математическое моделирование взлета самолета и кинематический анализ данных, зарегистрированных FDR при выполнении взлета.

1.16.1. Результаты математического моделирования

Для проведения анализа была использована математическая модель с шестью степенями свободы. Данная модель составляет основу тренажера уровня Д и ранее

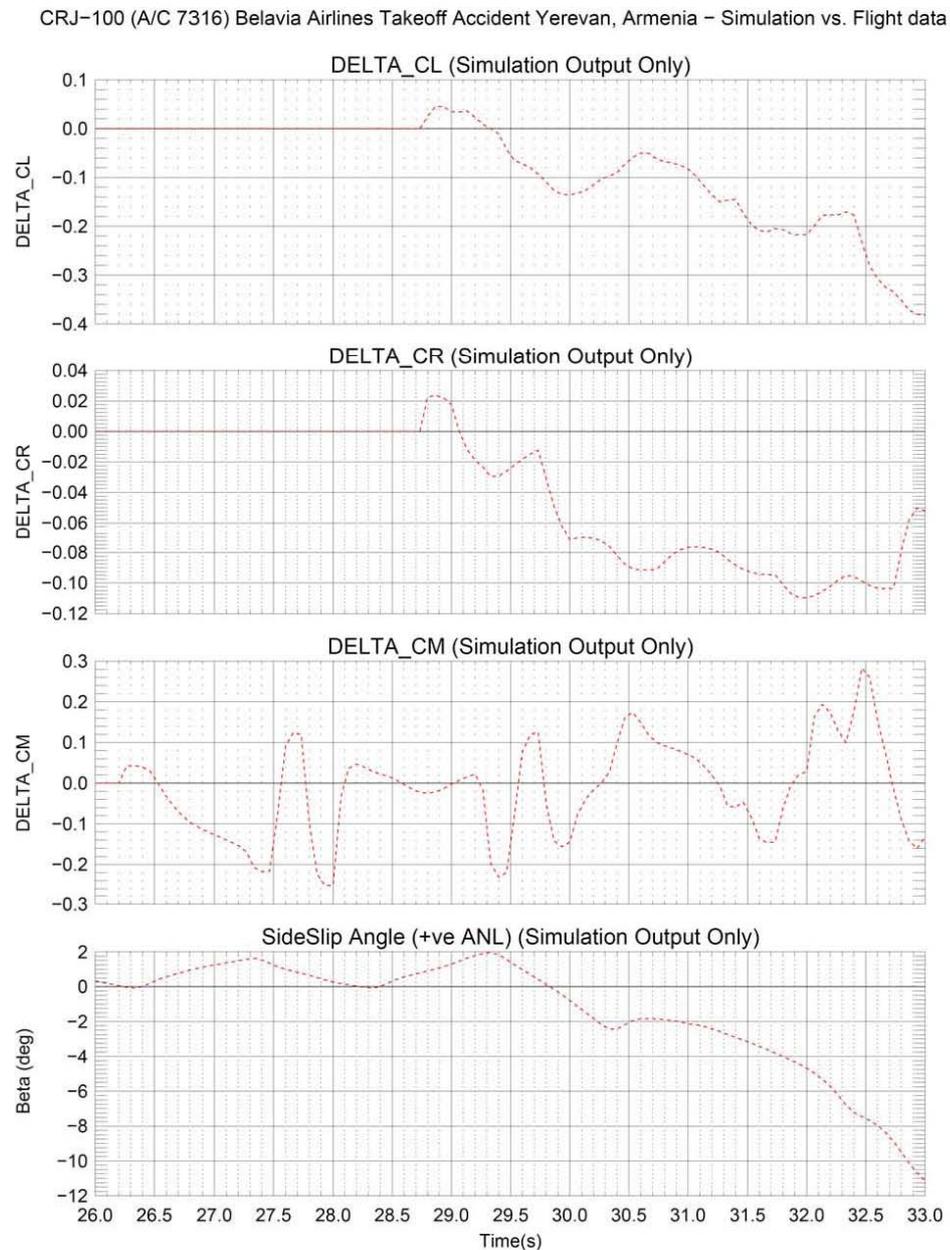
использовалась при расследовании других авиационных происшествий и инцидентов. Модель была создана с использованием аэродинамических данных, полученных по результатам летных испытаний и испытаний в аэродинамической трубе. Модели системы управления и двигателя также были основаны на инженерных данных и данных летных испытаний. Модель системы защиты от сваливания основана на спецификации, предоставленной производителем данной системы.

Также к модели были добавлены специальные "контроллеры" аэродинамических сил и моментов, с помощью изменения которых достигалось соответствие зарегистрированных и расчетных данных. Были использованы следующие "контроллеры" (в скобках приведены обозначения в "западной" нотации):

- ΔC_x (ΔC_d) - контроллер коэффициента аэродинамического сопротивления;
- ΔC_y (ΔC_l) - контроллер коэффициента подъемной силы;
- ΔC_z (ΔC_y) - контроллер коэффициента боковой силы;
- ΔM_z (ΔC_m) - контроллер аэродинамического коэффициента момента тангажа;
- ΔM_x (ΔC_r) - контроллер аэродинамического коэффициента момента крена;
- ΔM_y (ΔC_n) - контроллер аэродинамического коэффициента момента рысканья.

Для проведения моделирования использовались данные о фактических весе, центровке, положении закрылков и стабилизатора, а также метеорологические данные. На основе фактических метеоусловий и зарегистрированных оборотов компрессора низкого давления (N1) были вычислены значения тяги двигателей. Отклонения управляющих поверхностей брались непосредственно с записи FDR. Далее были использованы упомянутые выше "контроллеры" для обеспечения требуемой точности совпадения расчетных и зарегистрированных значений соответственно приборной скорости, вертикальной перегрузки, боковой перегрузки, угла тангажа, угла крена и магнитного курса. Чем больше полученное значение того или иного контроллера, тем больше отличие соответствующих аэродинамических характеристик, реализовавшихся в аварийном полете, от характеристик самолета-типа. Перед проведением моделирования были устранены систематические ошибки регистрации рассматриваемых параметров.

На рисунке ниже приведены графики изменения расчетных значений "контроллеров" для коэффициентов подъемной силы, момента крена и тангажа, а также расчетное значение угла скольжения. Графики представлены в относительном времени. Левая граница графика (T=26 сек) соответствует моменту начала подъема носового колеса.

Figure 1(d).

По результатам моделирования были сделаны следующие основные выводы:

- Величина "контроллера" подъемной силы ΔC_y (ΔCl) показывает дефицит подъемной силы при аварийном взлете по сравнению с моделью самолета-типа, что, в свою очередь, наряду с уменьшением коэффициента подъемной силы после

отрыва, несмотря на увеличение воздушной скорости и угла атаки, свидетельствует о выходе самолета на режим сваливания.

- Сваливание началось при угле атаки фюзеляжа примерно 9 градусов, что намного меньше (на $6-7^\circ$) ожидаемого угла атаки сваливания в условиях влияния земли.
- Величина "контроллера" момента крена показывает наличие значительного левого кренящего момента (с $T=29.5$ сек), который отсутствует на модели самолета-типа и свидетельствует об асимметричной потере подъемной силы. Образовавшийся левый кренящий момент нельзя было компенсировать полным отклонением элеронов вправо.
- На основании анализа характера изменений коэффициентов подъемной силы и крена определено, что первоначально срыв потока (положение центра давления дефицита подъемной силы) образовался на конце левого крыла (100 % полуразмаха), а затем, к моменту времени $T=32.8$ сек, сместился до 60% полуразмаха левого крыла, что может свидетельствовать как о смещении зоны срыва потока в сторону фюзеляжа, так и о возникновении дефицита подъемной силы в районе конца правого крыла.

1.16.2. Результаты кинематического анализа

При кинематическом анализе также использовались данные о фактических весе, центровке, положении закрылков и стабилизатора, а также метеорологические данные. Перед проведением расчетов были устранены систематические погрешности регистрации. Полученные данные (смотри ниже левый график дефицита подъемной силы) подтверждают результаты моделирования и свидетельствуют о раннем сваливании самолета на углах атаки $8-9^\circ$ с интенсивным левым креном (смотри ниже правый график) несмотря на попытки экипажа парировать его отклонением элеронов и руля направления.

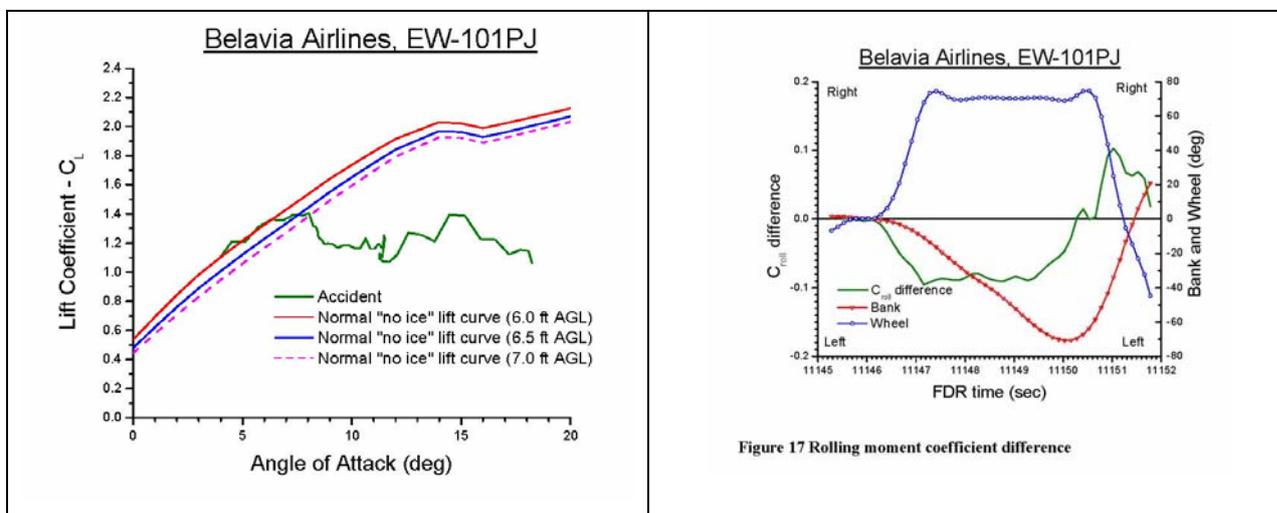


Figure 17 Rolling moment coefficient difference

1.16.3. Натурный эксперимент

Для оценки возможности выступления отложения и замерзания атмосферной влаги (при отсутствии дождя и снега) на поверхности крыла самолета типа CRJ-100LR при большой разнице между температурой топлива, оставшегося после посадки в баках-кессонах крыла и температурой наружного воздуха на аэродроме посадки, комиссией был проведен эксперимент по осмотру состояния поверхности крыла самолетов типа CRJ, прилетавших в аэропорт «Звартноц». Эксперимент проводился 06 марта 2008 года на самолете типа CRJ-900, регистрационный номер D-ACKK. В таблице ниже приведены фактические данные по эксперименту.

Приложение к программе проведения эксперимента

ТАБЛИЦА
Результатов проведения эксперимента
На воздушном судне CRJ-900 регистрационный номер D-ACKK

Дата	№ рейса. / Маршрут полета.	Время взлета, /продолжительность полета.	Время заруливания на стоянку.	Крейсерский эшелон, /температура за бортом.	Масса топлива на взлете.	Остаток топлива, /температура топлива	Масса заправляемого топлива, /температура топлива	Суммарное количество топлива, /температура топлива	Температура Воздуха на аэродроме посадки, /точка росы, /влажность	Состояние поверхностей ВС
										После посадки /После дозаправки
06.03.2008	DLH 3257 EDDM-UDYZ	01:10 (Ер.)	04:35	FL 390	8300 кг	3100 кг	5100 кг	8200 кг	-1° С	Иней на нижней поверхности крыла Через 25 мин.: Увеличение слоя инея на нижней поверхности и появление признаков отпотевания на верхней поверхности крыла
		3ч.22м.		-58° С		-14° С	-1° С	-5° С	-4° С	
								84%		

Карапетян С.С. _____ 05.03.2008г

Мельник И.И. _____ 05.03.2008г

Комардин П.А. _____ 05.03.2008г

В результате было установлено, что при большой разнице в температурах оставшегося в баках холодного топлива (обусловленной низкими температурами наружного воздуха на эшелоне и временем полета на эшелоне) и температурой наружного воздуха в аэропорту, за время стоянки на крыле появляются зоны в виде изморози. В данном случае иней образовался на нижней поверхности крыла сразу после посадки. Через 25 минут, после дозаправки самолета, количество инея на нижней поверхности крыла увеличилось, а на верхней появились признаки отпотевания. После этого самолет был выпущен в обратный рейс.



Фото 10.

Регистрационный номер воздушного судна на котором проводился осмотр.



Фото 11. Состояние верхней поверхности крыла



Фото 12. Состояние нижней поверхности крыла



Фото 13. Состояние нижней поверхности крыла

Как показал контрольный полёт другого самолёта CRJ-100 LR регистрационный номер EW-100PJ по этому же маршруту: Минск – Ереван – Минск (09-10.03.2008 г.)

температура топлива на борту самолёта через два часа полёта снизилась до минус 21° С, а к моменту посадки в Ереване повысилась до минус 12° С. Можно предполагать, что температура топлива после посадки аварийного самолёта в Ереване была не выше минус 12° С, так как температура окружающего воздуха в момент посадки перед аварийным полетом была минус 3° С, а при проведении эксперимента – плюс 8° С.

1.17. Информация об организациях и административной деятельности, имеющих отношение к происшествию

Самолет CRJ-100LR регистрационный номер EW-101PJ является собственностью «Deutsche Structured Finance GmbH & Co. Lyra KG» (Германия). Адрес: Westendstrasse 24, 60325, Frankfurt am Main, Federal Republic of Germany.

Эксплуатант - Республиканское унитарное предприятие «Национальная авиакомпания «Белавиа» имеет Сертификат эксплуатанта № 01, выданный Департаментом по авиации Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь. Сертификат действует с 20.11.2007 по 21.11.2009. Адрес: ул. Немига 14, 220004, г. Минск, Республика Беларусь.

Воздушное судно было передано РУП НАК «Белавиа» по договору аренды (лизинга) от 03.02.2007 № D-101/02.07.

Самолет был внесен в реестр гражданских воздушных судов Республики Беларусь.

Техническое обслуживание воздушного судна проводилось организацией «Cimber Air Maintenance Center» адрес: Lufthansvej 2 DK-6400 Sønderborg Denmark, имеющей соответствующий сертификат № DK 145. 00806, выданный 26 ноября 2005 года администрацией гражданской авиации Дании. Договор о техническом обслуживании и поддержке № D-211/03.08 между «Белавиа» и «Cimber Air Maintenance Center» был подписан 29.02.2008-05.03.2008 года.

Оперативное техническое обслуживание самолета (Line maintenance) выполнялось допущенным инженерно-техническим персоналом РУП НАК «Белавиа». Организация по техническому обслуживанию и ремонту авиационной техники указанной авиакомпании имеет соответствующий Сертификат № ТО-01, выданный 18 октября 2007 года Департаментом по авиации Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь. Срок действия сертификата до 18.10.2008 года.

Контроль над деятельностью РУП НАК «Белавиа» осуществляет Департамент по авиации Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь.

1.18. Дополнительная информация

1.18.1. Предыдущие случаи

За период эксплуатации самолетов типа CL-600-2B19 и CL-600-2B16 с ними произошло несколько авиационных происшествий, обстоятельства которых схожи с обстоятельствами рассматриваемого происшествия. Имели место следующие случаи:

- 4 января 2002 года, в аэропорту Бирмингем (Великобритания) произошло авиационное происшествие с самолетом типа CL-600-2B16 регистрационный номер N90AG;
- 21 ноября 2004 года, в аэропорту Баоту (Китай) произошло авиационное происшествие с самолетом типа CL-600-2B19 регистрационный номер B-3072;
- 28 ноября 2004 года, в аэропорту Монтроуз (Колорадо, США) произошло авиационное происшествие с самолетом типа CL-600-2B16 регистрационный номер N873G;
- 13 февраля 2007 года, в аэропорту Внуково (Российская Федерация) произошло авиационное происшествие с самолетом типа CL-600-2B19 регистрационный номер N168CK;
- 26 декабря 2007 года, в аэропорту Алма-аты (Республика Казахстан) произошло авиационное происшествие с самолетом типа CL-600-2B16 регистрационный номер D-ARVE.

Во всех перечисленных случаях было установлено, что непосредственно после отрыва от ВПП самолет выходил на режим сваливания с интенсивным неуправляемым кренением и дальнейшим столкновением с землей. Сваливание происходило до срабатывания соответствующей предупредительной сигнализации, при значительной потере несущих свойств крыла и на углах атаки, значительно меньших углов атаки сваливания самолета-типа с «чистым» (не загрязненным) крылом, полученных в летных испытаниях. Погодные условия во всех случаях подпадали под определение Cold Weather Operations. Во всех законченных расследованиях было установлено, что «загрязнение» передней кромки крыла (инеем, снегом, и т.д.) являлось одним из основных факторов, приведшим к происшествию.

По этим же причинам произошел ряд серьезных инцидентов на взлете. Последний из них случился 31 января 2008 года в Норвегии с самолетом CL-600-2B19 регистрационный номер OY-RJC.

1.18.2. Особенности эксплуатации самолетов CL-600-2B19 и CL-600-2B16

В процессе полевого этапа расследования Канадской стороной были предоставлены материалы об особенностях конструкции и эксплуатации самолетов указанных типов. Особое внимание в этих материалах было обращено на эксплуатацию в условиях холодной погоды самолета с крыльями суперкритического профиля без предкрылков. Информация на CD-диске была тиражирована и направлена в адрес авиационных администраций государств – участников Соглашения о гражданской авиации и об использовании воздушного пространства для изучения с летным и инженерно-техническим составом, эксплуатирующим воздушные суда типа CRJ-100.

Дополнительно в период с 09.12.2008 по 19.12.2008 представители компании «Bombardier» провели кустовые совещания (в Кёльне, Инсбруке, Москве, Алма-Аты и Лондоне) по аналогичному вопросу с представителями авиакомпаний, выполняющих полеты на самолетах типа CRJ-100.

1.18.3. Директивы летной годности

В качестве предупредительных мероприятий по безопасности полетов в условиях возможного обледенения 7 марта 2008 года Министерством транспорта Канады были выпущены две Директивы летной годности № CF-2008-15 и № CF-2008-16, которые ввели дополнительные ограничения по действиям экипажа при подготовке к взлету в условиях возможного обледенения. Так, при отсутствии обработки самолета противообледенительной жидкостью, необходимо обязательно включать ПОС крыла на заключительном этапе руления при температуре окружающего воздуха +5 градусов Цельсия и ниже. Также внесено дополнение об обязательности тактильной проверки (ладонью) состояния поверхности крыла во всех случаях, когда температура окружающего воздуха +5 градусов Цельсия и ниже. При этом по требованию Авиарегистра МАК, для самолетов, эксплуатирующихся по сертификату типа МАК, введено дополнительное ограничение об обязательной обработке самолета противообледенительной жидкостью при температуре +5 градусов Цельсия и ниже, а также обязательном использовании ПОС крыла при взлете в этих условиях в соответствии с рекомендациями разработчика (TR RJ/183 от 28 февраля 2008).

1.18.4. Безопасность взлета в условиях обледенения

В данном подразделе приводятся сведения из работы «Безопасность взлета в условиях обледенения», выполненной Авиационным сертификационным Центром Государственного научно-исследовательского института гражданской авиации России.

Автор-О.К.Трунов-известный исследователь проблем обледенения воздушных судов, ведущий научный сотрудник ГосНИИ ГА.

Впервые возможность резкого уменьшения коэффициента подъемной силы и критического угла атаки при очень тонком шероховатом льде (0,5- 2 мм) были экспериментально доказаны в исследованиях, проведенных в середине 70-х годов русскими и шведскими специалистами (О.К. Трунов, М. Ингельман-Сундберг).

По своим последствиям авиационные происшествия с самолетами типа CRJ-100 могут быть объединены в группу, которая связана с ухудшением характеристик устойчивости и управляемости самолетов из-за наземного обледенения, что приводит на взлете к самопроизвольному кренению самолета.

Главная причина- недостаточное исполнение техническим и летным персоналом конкретных документов, регламентирующих эксплуатацию воздушного судна указанного типа в условиях отрицательных температур наружного воздуха. Продолжает иметь место недооценка опасности наземного обледенения, недопонимание физики этого явления и недостаточные знания современных правил, требований и рекомендаций в этой области.

Такое положение, как это следует из анализа авиационных происшествий, сохраняется во многих странах мира. Обледеневшие на земле самолеты периодически продолжают взлетать. И это имеет место, несмотря на очень большую работу, проведенную авиационными специалистами в данной области, несмотря на создание и использование эффективных средств и методов защиты, новых противообледенительных жидкостей и современного оборудования для их применения.

Главная опасность заключается в развитии на обледеневших поверхностях крыла и оперения самолета преждевременных, на меньших углах атаки, срывных явлений, что грозит на этапе взлета и набора высоты нарушением его характеристик устойчивости и управляемости и сваливанием самолета.

В середине 70-х годов русскими и шведскими специалистами был проведен комплекс исследований с целью определения влияния льда различных размеров и форм на аэродинамические характеристики авиационных профилей. Были исследованы многочисленные комбинации ледяных отложений при разном их расположении по контуру профиля. Исследования, которые проводились в аэродинамических трубах, показали, что для некоторых типов авиационных профилей возможно резкое снижение коэффициента подъемной силы и уменьшение критического угла атаки **при самом небольшом ледяном отложении**. Эти данные согласовывались с результатами летных испытаний. Например, для некоторых типов профилей, при покрытии всей верхней поверхности крыла изморозью толщиной 0,5 мм $C_{y_{max}}$ снижается на 33%, а критический

угол атаки снижается практически в два раза. Эти данные убедительно показывают насколько **опасны могут быть «незначительные» по толщине отложения льда на крыле самолета.**

Наиболее сильно на несущие свойства крыла влияют шероховатости, образовавшиеся на носке профиля. По мере удаления от передней кромки влияние шероховатостей на $C_{у}$ уменьшается. Отсюда следует практический вывод о необходимости включения на взлете в условиях наземного обледенения противообледенительной системы крыла.

Из этих данных никоим образом нельзя делать вывод, что лед и снег достаточно удалить только с носков крыла и оперения. Это было бы серьезной ошибкой, так как отрицательное влияние наземного обледенения не ограничивается снижением только $C_{у}$ и $\alpha_{кр}$. Кроме того, для профилей с иным распределением давления вдоль хорды (с задним аэродинамическим нагружением) отрицательная роль ледяных отложений на участках поверхности, удаленных от носка крыла, усиливается.

С одной стороны уменьшение $\alpha_{кр}$, а с другой возникновение аномального кабрирования в момент отрыва создает для обледеневшего самолета большой риск выхода на сваливание вскоре после взлета. Это положение осложняется быстротечностью всего процесса и его, как правило, неожиданностью для экипажа. В рассматриваемом случае экипаж не знал, что взлетает со льдом, который не был обнаружен.

Если экипаж обладает достаточным опытом и подготовлен к самопроизвольному интенсивному кабрированию самолета, он своевременно отреагирует на это отклонением штурвала управления от себя, и предотвратит выход самолета на опасные углы атаки. Но проблема заключается в том, что пилоту не известен запас до сваливания, который может для обледеневшего самолета меняться в больших пределах.

Из рассмотренного выше еще раз следует, насколько необходимо соблюдение “концепции чистого самолета” и насколько важны знания и соответствующая подготовка летного состава.

Особое внимание следует уделить вопросу “топливного обледенения”.

В рассматриваемом случае внешние условия обледенения отсутствовали. Однако в баках находящегося на земле во время стоянки самолета содержалось топливо с отрицательной температурой после полета на эшелоне. В этих условиях на частях самолета, примыкающих к топливным бакам, возможно образование льда в результате конденсации влаги.

Наибольшую опасность для самолетов с хвостовым расположением двигателей может представить образование такого льда на верхней поверхности корневой части

крыла, где обычно располагаются топливные баки. (Из-за возможности попадания частиц льда в двигатели). Толщина льда может превышать 15 мм, а площадь на которой он образуется, может быть очень значительной. Температура наружного воздуха при образовании такого льда обычно не превышает $+5^{\circ}\text{C}$, но имеется информация, что это явление имело место и при температурах $+10^{\circ}\text{C}$. При этом никакого обледенения других частей самолета и наземных предметов, имеющих положительную температуру не наблюдается. Это и вводит в заблуждение технический состав и экипажи, которые считают, что наземное обледенение отсутствует, и противообледенительная обработка самолета не требуется. Контроль за состоянием поверхности самолета по этой же причине бывает ослаблен в этих условиях.

Другой особенностью такого обледенения является то, что лед, покрывающий обшивку самолета в зоне топливных баков, обычно бывает прозрачным и его трудно обнаружить. (В зарубежной терминологии, лед, образующийся на поверхности самолета в зоне размещения топливных баков с холодным топливом, называют «чистым», «прозрачным» льдом (Clear Ice).

Типичной для «топливного обледенения» является ситуация, когда охлаждение топлива до низких отрицательных температур происходит обычно в крейсерском полете. Затем самолет совершает посадку на аэродром, где имеются благоприятные для такого обледенения условия, при которых отрицательная температура топлива в баках может сохраняться в течение многих часов.

Следует иметь в виду, что за час полета температура топлива для современного самолета, совершающего полет на типичных крейсерских высотах, понижается на $10-15^{\circ}\text{C}$. Если при взлете температура топлива составляла, например $+5^{\circ}\text{C}$, то после полета продолжительностью 1,5 часа температура топлива в момент посадки может составлять минус 5-минус 10°C (при той же температуре у земли $+5^{\circ}\text{C}$).

Иногда экипаж самолета, на котором во время стоянки имело место «топливное обледенение», не отмечает каких-либо отклонений от нормы. Однако более внимательный осмотр несомненно показал бы, что на участках крыла с отрицательной температурой поверхности происходит образование льда.

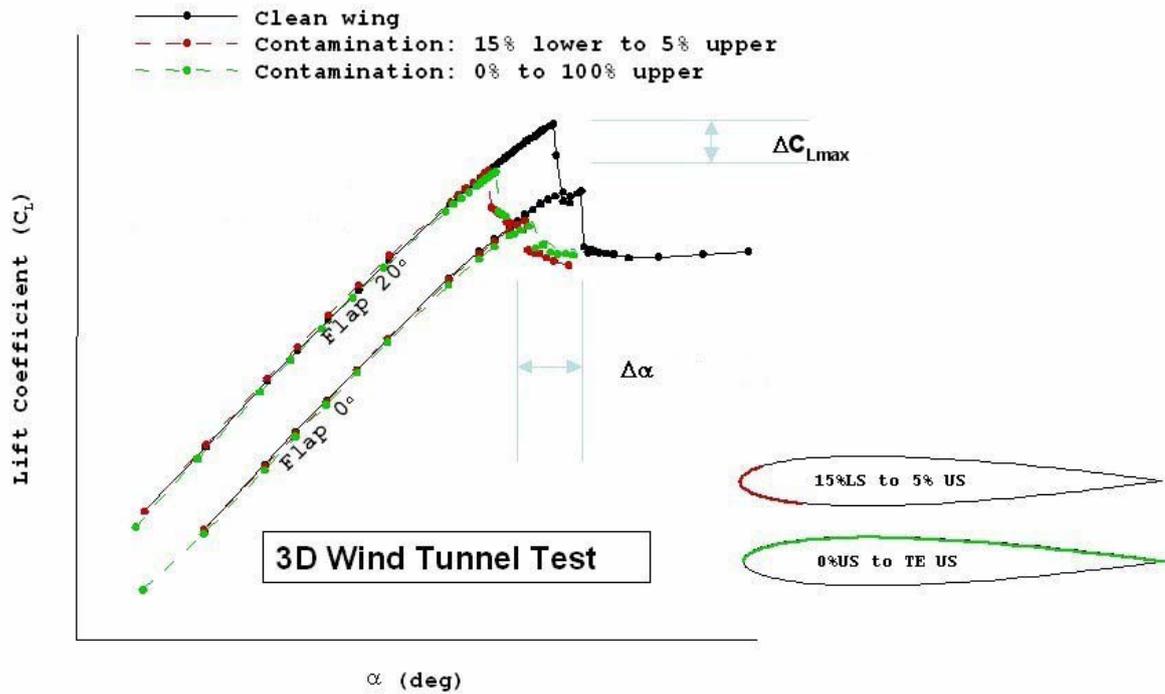
Рекомендации в руководстве по летной эксплуатации самолета наощупь проверять состояние его поверхностей на участках, где вероятно образование льда не вызывают сомнения, несмотря на «примитивность» предложенного метода. При этом следует методом ощупывания проконтролировать возможно большую поверхность в зоне расположения баков.

«Топливное обледенение», как показывает практика эксплуатации, является серьезной проблемой, требующей постоянного контроля со стороны инженерно-технического и летного состава.

1.18.5. Информация о комментариях к проекту окончательного отчета

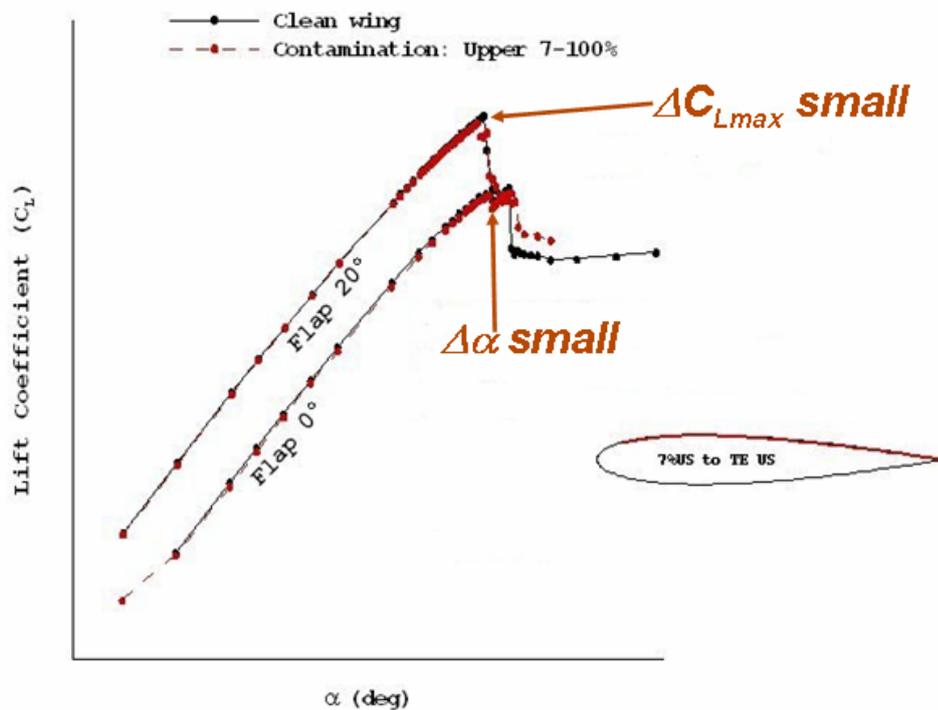
Проект Окончательного отчета, в соответствии с параграфом 6.3 Приложения 13 к Конвенции о Международной гражданской авиации, был разослан официальным представителям государств, принимавшим участие в расследовании, для комментариев. По истечении 60 дней от государств были получены ответы. Существенных комментариев от официальных органов расследования государств (TSBC и NTSB) представлено не было. Однако, к ответу TSB были приложены комментарии TC и Bombardier «для действий на усмотрение комиссии». В частности, в комментариях отмечено, что, «основываясь на данных Bombardier и опыте TC», характер сваливания и рассчитанная (фактическая) величина потери подъемной силы на взлете не могут быть объяснены только наличием топливного обледенения верхней и нижней поверхностей крыла (за пределами первых 7% хорды). По мнению разработчика для объяснения фактического поведения самолета на взлете необходимо наличие обледенения на передней кромке крыла.

В обоснование своих комментариев разработчик представил результаты продувок крыла самолета и модели самолета размером 1/3 с имитаторами обледенения, выполненных совместно с Национальным исследовательским советом Канады. Из представленного ниже рисунка следует, что наличие шероховатости (имитирующей иней) на верхней поверхности крыла вдоль всей его хорды (зеленый график) не оказывает существенного влияния на характеристики сваливания (в смысле дополнительного уменьшения величины угла атаки сваливания и максимального значения коэффициента подъемной силы) по сравнению со случаем, когда имитация обледенения распространяется только на переднюю кромку крыла, от 15% хорды на нижней поверхности до 5% на верхней поверхности (красный график).



Влияние шероховатости на верхней поверхности крыла

На следующем рисунке показано, что при имитации обледенения верхней поверхности крыла за пределами 7% хорды от носка крыла существенного падения величины угла атаки сваливания и максимального значения коэффициента подъемной силы не происходит.



Влияние шероховатости передней кромки крыла

Учитывая, что иней на нижней поверхности крыла оказывает незначительное влияние на его несущие свойства (согласно РЛЭ допускается взлет самолета с толщиной

иней на нижней поверхности крыла до 3 мм), из представленных данных разработчик самолета делает вывод, что наличие только "топливного обледенения" не могло привести к снижению величины коэффициента подъемной силы и критического угла атаки, имевших место в аварийном полете. По мнению разработчика, для объяснения фактического поведения самолета на взлете, необходимо обледенение передней кромки крыла. Данное обледенение, по мнению разработчика, могло быть вызвано радиационным выхолаживанием (или тем фактом, что вся конструкция самолета после посадки имела температуру ниже точки замерзания) передней кромки крыла в процессе стоянки и/или руления самолета при малом (1°C) дефиците точки росы и значительной влажности и проходило по типу "твердого инея" (hard rime frost).

В то же время, Комиссия отмечает, что собранные фактические данные (показания членов экипажа; объяснительная КВС другого самолета, выполнявшего взлет на 50 минут раньше; показания технического персонала, осуществлявшего обслуживание самолета перед вылетом, а также результаты метеонаблюдений и проведенного комиссией эксперимента с другим самолетом CRJ в схожих метеоусловиях) не подтверждают наличие обледенения по типу hard rime frost или какому-либо иному типу во время пребывания самолета на аэродроме. Единственным типом обледенения, которое могло проявиться, было "топливное обледенение" (cold soaked fuel), возможность которого была доказана соответствующим экспериментом³.

На запрос Комиссии по расследованию разработчик самолета ответил, что не имеет результатов продувок с имитаторами обледенения только в местах возможного образования "топливного обледенения" на верхней и нижней поверхностях крыла. Следует отметить, что из теории влияния обледенения на несущие свойства крыла известно, что "частичное обледенение" (пятнами) потенциально является более опасным чем "полное обледенение", то есть обледенение всей рассматриваемой поверхности.

1.19. Новые методы, которые были использованы при расследовании

При расследовании использовалась информация, полученная с помощью камер наружного телевидения в аэропорту «Звартноц», что позволило уточнить картину движения самолета на этапе руления, ситуацию в процессе взлета самолета, этапы возникновения и развития пожара, дополнить и подтвердить кроки.

³ Смотри раздел 1.16.3.

2. Анализ⁴

После запуска двигателей, получив разрешение диспетчера на занятие предварительного старта, экипаж приступил к рулению (00:09:50 Диспетчер: «Белавиа 1834, предварительный разрешаю, следуйте за машиной сопровождения по магистральной РД «Д», полоса 27»).

В процессе руления на борт было передано диспетчерское разрешение на выполнение полета (АТС clearance) (00:10:08 Д: «Запишите диспетчерское разрешение, разрешается на Минск, по запланированному маршруту, после взлета рассчитывайте векторение, первоначально 6000 футов и ответчик 3142». 00:10:58 Д: «1834, рассчитывайте после взлета пройти сначала на «Севан», после разводки курс на «Тунис», просит подход»).

Команда диспетчера об изменении маршрута выхода самолета CRJ-100 EW-101PJ была обусловлена наличием двух встречных, заходящих на посадку бортов, для разводки с которыми была изменена стандартная схема выхода SID (Standard Instrumental Departure).

Подъем носового колеса начался в 00:17:57 (Э: «V1, rotate») на приборной скорости 139 узлов (расчетная скорость $V_T=140$ узлов). Максимальный темп изменения угла тангажа при отрыве составил 4,5 град/сек, что на 1,5 град/сек превышает рекомендованный РЛЭ (3 град/сек).

Примечание. Согласно Руководству по летной эксплуатации самолета Часть 2, Раздел 7, Дополнительные процедуры, Эксплуатация в холодную погоду, стр. 07-12-8 имеются ограничения «Не превышайте темп отрыва передней опоры, 3 град/сек. Ожидайте и будьте готовы к большей, чем обычно первоначальной скорости набора высоты. Это увеличение первоначальной скорости набора не окажет вредного воздействия на профиль набора высоты».

(Flight Crew Operating Manual Volume 2, Supplementary Procedures, Cold Weather Operations Page 07-12-28:

«Don't exceed 3 degrees/second rate of rotation. Anticipate and be prepared to accept a higher than normal initial climb speed. This increased initial climb speed will not adversely affect the climb profile»).

⁴ Анализ развития событий до момента выполнения руления приведен в разделе 1.1.

Анализ предыдущих полетов самолета CRJ-100 EW-101PJ показал, что темп изменения угла тангажа при отрыве был превышен практически во всех полетах. Наиболее вероятно, это связано с недостатком устойчивых практических навыков у экипажей авиакомпании, которые только начинают полеты на данном типе самолета, а также невозможностью контролировать данный параметр инструментально.

Отрыв основных стоек шасси произошел спустя 2.5 секунды на приборной скорости около 147 узлов и угле тангажа 6° . Положение элеронов в момент отрыва составляло около 4° влево, положение руля направления было практически нейтрально.

Через секунду после отрыва угол тангажа увеличился до 10° , но вертикальная перегрузка несмотря на увеличение угла атаки до 8.5° , уменьшилась на 0.075g, достигнув перед этим максимального значения в 1.2g. Моделирование показало, что расчетное уменьшение коэффициента подъемной силы составило 0.05 единицы. При нейтральном положении элеронов и руля направления на самолете стал развиваться левый крен, для воссоздания которого при моделировании потребовалось изменение момента крена на -0.03 единицы.

Несмотря на дальнейшее увеличение угла тангажа до максимального значения 12.3° и угла атаки до 10.3° вертикальная перегрузка продолжала падать. Расчеты показали, что падение коэффициента подъемной силы составило величину около 0.2 единицы. Первоначально данное падение было вызвано срывом потока в районе законцовки левого крыла, что привело к интенсивному развитию левого крена, несмотря на полное отклонение элеронов вправо и руля направления вправо до 20° . В дальнейшем, центр давления зоны срыва сместился до 60% полуразмаха левого крыла, что может свидетельствовать как о распространении зоны срыва на левом крыле в сторону фюзеляжа, так и об образовании срыва на конце правого крыла.

В 00:18:04 (через 7 секунд после начала подъема носового колеса) левый крен достиг величины около 70° и произошло касание поверхности ВПП законцовкой левого крыла. К этому моменту была достигнута максимальная величина падения коэффициента подъемной силы (около 0.4 единицы).

После столкновения крыла с поверхностью ВПП левый крен стал уменьшаться и через 2 секунды он составил около 25° вправо, при этом произошло приземление ВС сначала на правую основную стойку шасси, а затем, по мере уменьшения углов крена и тангажа, также на основную левую и переднюю опоры шасси.

На интервале времени 00:18:08÷00:18:11 произошло столкновение правой консоли крыла с землей с последующим его разрушением.

В дальнейшем самолет перевернулся через правое крыло на 180°. В таком положении самолет пересек ИВПП и остановился на удаление ≈1050м от точки первого касания. После разрушения правой плоскости и воспламенения разлившегося топлива, на самолете начался пожар, в результате чего конструкция самолета частично сгорела.

После остановки самолета экипаж покинул кабину через разлом в носовой части фюзеляжа и приступил к эвакуации пассажиров.

Необходимо отметить, что срабатывание системы защиты от сваливания (SPS, Stall protection system) произошло уже в процессе развития интенсивного левого крена, то есть основная функция системы – предупреждение о подходе к сваливанию – выполнена не была. Аналогичная оценка работы такой системы была дана при расследовании авиационного происшествия с самолетом CRJ-100SE регистрационный номер N168CK, происшедшим 13.02.2007 в аэропорту Внуково (смотри Отчет комиссии по расследованию). Несмотря на регистрацию FDR разовых команд срабатывания толкателя штурвала, фактического перемещения штурвала (и руля высоты) на пикирование не было, что, наиболее вероятно, явилось следствием того, что экипаж прикладывал к штурвалу значительные усилия и "пересилил" толкатель.

В связи с описанными обстоятельствами (существенное уменьшение подъемной силы крыла и самопроизвольное развитие левого крена до 70° сразу после отрыва самолета от ИВПП) комиссия рассматривала следующие "технические" версии случившегося:

1. Отказ системы управления в поперечном канале:
 - самопроизвольное отклонение элеронов на левый крен (отказ);
 - самопроизвольное отклонение спойлера на левом крыле;
 - самопроизвольное отклонение воздушного спойлера на левом крыле;
 - самопроизвольное отклонение наземного спойлера (тормозного щитка) на левом крыле.
2. Несимметричный выпуск закрылков, отделение секций закрылков при взлете.
3. Самопроизвольное отклонение руля направления влево, приведшее к скольжению самолета на правое крыло и, как следствие, развитию левого крена.
4. Нарушение конфигурации планера самолета и его крыла (разрушение) в процессе взлета.
5. Несимметричная заправка топливом.

- б. Отказ левого двигателя, приведший к скольжению самолета на правое крыло и, как следствие, развитию левого крена.

Особое внимание было уделено исследованию вопросов исправности в полете тех систем, неисправность которых могла привести к развитию неконтролируемого левого крена самолета.

Инженерно-техническая подкомиссия в процессе работы по исследованию аварийной техники, изучения информации бортовых регистраторов, анализа кроков АП и материалов других подкомиссий рассмотрела все версии причины самопроизвольного развития левого крена, приведенные выше. В результате выполненных работ было установлено, что приведенные «технические» версии несостоятельны.

По 1-й версии - отказ системы управления в поперечном канале.

Осмотром системы управления на самолете и анализом записей бортового регистратора установлено, что система управления самолета в поперечном канале была исправна. Элероны и спойлероны отклонялись в соответствии с отклонением баранки штурвала. Воздушные спойлеры и наземные спойлеры (тормозные щитки) на обеих плоскостях крыла в процессе развития левого крена самолета были убраны. Разовые команды «Несогласованное положение спойлеров», «Выпуск наземных спойлеров», «Отказ системы управления спойлерами» на записях бортового регистратора отсутствуют. Левый крен начал энергично развиваться при нейтральном положении элеронов, убранных спойлеронах, воздушных и наземных спойлерах и продолжал увеличиваться при значительном отклонении элеронов (до 20°) на правый крен. Таким образом, развитие левого крена самолета не связано с работой системы управления в поперечном канале.

По 2-й версии - несимметричный выпуск закрылков, отделение (разрушение) секций закрылков при взлете.

Осмотром системы выпуска закрылков было установлено, что по количеству витков винтов винтовых механизмов уборки-выпуска закрылков, рассогласования в установке секций закрылков в момент разрушения крыла не было. Закрылки обеих плоскостей крыла были установлены на угол ~8°. Это же подтверждают записи бортового регистратора и положение рукоятки управления закрылками (установлена на 8°). Разовые команды «Несогласованное положение закрылков» и «Отказ системы выпуска-уборки закрылков» на записях отсутствуют.

Отделения секций закрылков при взлете также не было, что подтверждается отсутствием их на ВПП до столкновения самолета с землей. Первые фрагменты закрылков начали появляться только, когда самолет двигался по грунту на правой опоре шасси и правом крыле.

По 3-й версии - самопроизвольное отклонение руля направления влево, приведшее к скольжению самолета на правое крыло и, как следствие, развитию левого крена.

Осмотром системы управления рулем направления на самолете и анализом записей бортового регистратора установлено, что система управления рулем направления была исправна. Руль направления отклонялся в соответствии с отклонением педалей. Левое кренение самолета началось энергично развиваться при нейтральном положении руля направления и не связано с его положением.

По 4-й версии - нарушение конфигурации планера самолета и его крыла (разрушение) в процессе взлета.

Осмотром ВПП установлено, что до места первого касания левым крылом о ВПП никаких отделившихся фрагментов фюзеляжа, крыла и других элементов его конструкции не обнаружено. Первые мелкие фрагменты законцовки левого крыла и следы керосина появились только после касания левым крылом о ВПП. Работоспособность всех систем самолета и отсутствие аварийных разовых команд на записях бортового регистратора до касания левым крылом о ВПП свидетельствуют об отсутствии нарушения конфигурации самолета на данном участке разбега и взлета самолета.

По 5-й версии - несимметричная заправка топливом.

Согласно записям бортового регистратора, топливо в баках перед началом самопроизвольного развития крена распределялось следующим образом:

- в левой плоскости крыла – 2004 кг;
- в правой плоскости крыла – 1967 кг;
- в центральном баке – 726 кг.

Таким образом, разница в количестве топлива в правой и левой плоскостях крыла составляла всего лишь 37 кг и не могла явиться причиной самопроизвольного развития крена самолета.

По 6-й версии – отказ левого двигателя, приведший к скольжению самолета на правое крыло и, как следствие, развитию левого крена.

В процессе расследования установлено, что в аварийном полете оба двигателя были исправны и работоспособны вплоть до столкновения самолета с землёй.

По результатам расшифровки записей бортового регистратора (FDR) разовых команд, свидетельствующих, об отказе двигателей не зафиксировано, обороты роторов, температура выходящих газов, мгновенный расход топлива обоих двигателей стабильно соответствовали параметрам взлетной тяги до момента столкновения ВС с землей, то есть развитие левого крена не связано с работой двигателей.

Таким образом, по результатам проведенного анализа, неисправностей в работе систем самолета и двигателей, которые могли привести к интенсивному кренению самолета, выявлено не было.

Как указывалось в разделе 1.18.1, за период эксплуатации самолетов типа CL-600-2B19 и CL-600-2B16 с ними произошло несколько авиационных происшествий, обстоятельства которых схожи с обстоятельствами рассматриваемого происшествия. Во всех перечисленных случаях было установлено, что непосредственно после отрыва от ВПП самолет выходил на режим сваливания с интенсивным неуправляемым кренением и дальнейшим столкновением с землей. Сваливание происходило до срабатывания соответствующей предупредительной сигнализации, при значительной потере несущих свойств крыла и на углах атаки, значительно меньших углов атаки сваливания самолета-типа с «чистым» (не загрязненным) крылом, полученных в летных испытаниях. Погодные условия во всех случаях подпадали под определение Cold Weather Operations. Во всех законченных расследованиях было установлено, что «загрязнение» передней кромки крыла (инеем, снегом, и т.д.) являлось одним из основных факторов, приведшим к происшествию.

Динамика поведения самолета в рассматриваемом случае характерна для сваливания при выполнении взлета с «загрязненным» крылом.

Возможность появления топливного обледенения⁵ на поверхностях крыла самолета типа CRJ100 за время его стоянки в аэропорту «Звартноц» при фактических метеоусловиях, после его полета на эшелоне в условиях больших отрицательных температур, принципиально подтверждается экспериментом, проведенным комиссией на полевом этапе работы.

Согласно записям бортового регистратора после посадки в аэропорту Звартноц в левом полукрыле самолета находилось 1450кг топлива, а в правом – 1480кг. В РЛЭ на стр. 07-12-7 записано, что если остаток топлива в полукрыле составляет более 1042кг, то топливо при стоянке на земле касается верхней обшивки крыла (в корневой части крыла).

Примечание. *Согласно Руководству по летной эксплуатации самолета Часть 2, Раздел 7, дополнительные процедуры, Эксплуатация в холодную погоду, стр.07-12-7 имеется следующая информация для пилотов:*

С. Образование прозрачного льда из-за низкой

⁵ Под топливным обледенением в данном случае понимается выступание изморози, обусловленное разностью температур между холодным топливом, оставшимся в топливных баках после посадки самолета и температурой наружного воздуха на аэродроме, где была стоянка самолета (смотри также раздел 1.16.3).

температуры топлива.

Пилотам следует знать об эффекте, который может проявляться в результате воздействия низкой температуры топлива в баках, на влагу, присутствующую на верхней и нижней поверхности крыла. При температуре 0°C и ниже возможно образование прозрачного льда на поверхности крыла даже при положительных температурах.

Если количество топлива в баке на крыле превышает 1042 кг (2297,2 фунта), топливо соприкасается с верхней поверхностью крыла. При температуре топлива 0°C и ниже и при высокой влажности окружающего воздуха или при наличии видимой влаги в любой форме, пилоты должны убедиться в отсутствии льда на верхней поверхности крыла, проверив его рукой (тактильно). При наличии обледенения, необходимо произвести противообледенительную обработку.

D. Образование инея из-за охлажденного топлива

Иней на верхней и нижней поверхностях крыла может образовываться в результате контакта с охлажденным топливом даже при температурах гораздо выше 0°C . Иней с верхней поверхности крыла необходимо удалять.

Разрешается взлет с нижеуказанным количеством инея в районе нижней части топливного бака на крыле:

- максимум 3мм (1/8 дюйма) толщиной.

(Flight Crew Operation Manual Volume 2, Supplementary Procedures, Cold Weather Operations, Page 07-12-7:

C. Clear Ice Due to Cold Fuel

Pilots must be aware of the effect that cold fuel in the tanks may have on moisture present on the wing upper and lower surfaces. If fuel temperature is 0°C or below, it is possible to have clear ice on the wing with the temperature above freezing.

If left or right wing fuel content exceeds 1042,0 kg (2297,2 lb), the fuel will be in contact with the upper wing skin. If the fuel temperature is 0°C or below and a high humidity condition exists or visible moisture in any form is present, pilots must ensure that the wing upper surface is free of clear ice by means of a tactile

(touch) check. Clear ice must be removed.

D. Frost Due to Cold Soaked Fuel

Wing frost caused by cold soaked fuel can form on the upper and lower surfaces of the wing even at temperatures significantly above freezing. Frost on the upper surface of the wing must be removed.

Take-off with the following accumulation of frost, due to cold soaked fuel, on the underside of the wing fuel tank area is permissible:

- Maximum 3 mm (1/8 inch) layer of frost.*

Чем больше количество топлива в полукрыле по сравнению с указанной величиной (1042кг), тем большая зона контакта топлива с верхней обшивкой крыла. Таким образом, после посадки самолета охлажденное топливо контактировало со значительной частью поверхности верхней обшивки крыла.

После посадки самолет простоял на земле более 2 часов. Температура воздуха в этот период времени была минус 3°, а температура точки росы - минус 4°.

На поверхности любого предмета, находящегося в данных атмосферных условиях и имеющего температуру ниже минус 4° (ниже точки росы), начинает выделяться конденсат. При отрицательных температурах окружающего воздуха конденсат на поверхность осаждается в виде инея.

Как показал эксперимент, описанный в разделе 1.16.3., температура топлива после посадки была ниже минус 12° С. Следовательно, сразу же после посадки, иней начал осаждаться не только на нижней, но и на верхней обшивке крыла в зоне контакта топлива с обшивкой.

После дозаправки топливом в количестве 2130 кг с температурой окружающей среды (минус 3°), температура топлива после смешения, при данных условиях, составила по расчетам не выше минус 8°, что ниже точки росы на 4°.

При этом топливные баки крыла оказались почти полностью заполненными топливом, и площадь контакта верхней обшивки крыла с холодным топливом увеличилась.

Таким образом, при стоянке самолета в аэропорту Звартноц были условия для образования топливного инея, в том числе и на верхней поверхности крыла. При этом на корневой части верхней обшивки крыла иней образовывался от момента посадки самолета до его взлета и мог достичь значительной величины.

О том, что иней на крыле в момент взлета самолета 14.02.2008г был, свидетельствует факт сваливания самолета на углах атаки, значительно меньших критических углов атаки для самолёта с «чистым» крылом. Другой причины сваливания самолета просто нет.

Примечание. *Как уже отмечалось выше противообледенительная обработка по решению экипажа не проводилась, т.к. по его объяснениям необходимости в этом не было.*

В результате обследования кабины экипажа на месте авиационного происшествия было установлено, что на панели управления противообледенительной системы (Anti-ice panel) переключатель обогрева крыла (Wing anti-ice) находился в выключенном положении (OFF). Это также подтверждается отсутствием на записи FDR разовых команд включения обогрева крыла (Wing anti-ice - ON) и объяснениями экипажа.

Руководство по летной эксплуатации самолета в разделе "Ограничения" (Limitations) содержит требование об обязательном включении ПОС крыла перед взлетом при температуре наружного воздуха плюс 5° (41F) или ниже и при наличии видимой влаги в любой форме (туман (fog) с видимостью 1500 метров и менее, дождь, снег, снежная крупа и кристаллы льда).

Примечание. *В соответствии с определениями "Типов текущей погоды" (Таблица 2-5, ИКАО ДОК 8896 "Руководство по авиационной метеорологии", Издание седьмое – 2006) различают два вида затемнения (гидрометеоры): туман (fog), сообщается при видимости 1000 метров и менее; дымка (mist) – сообщается при видимости по крайней мере 1000, но не более 5000 м. Таким образом, использование в Руководстве по летной эксплуатации термина туман (fog) в сочетании с указанием видимости, не совпадающей с определением ИКАО, может привести к неправильной интерпретации применимости ограничения.*

В соответствии с прогнозом по аэродрому Звартноц с 21:00 до 06:00 прогнозировалась видимость 3500 м, дымка, облачность разбросанная (3-4 октанта) на 600 м, значительная (5-7 октантов) на 3000 м, временами с 21:00 до 06:00 видимость 200 м, снег, замерзающий туман, вертикальная видимость 30 м.

Фактическая погода по аэродрому «Звартноц» за 00:00 (такая же погода содержалась в информации АТИС, полученной экипажем): видимость 3500, дымка, облачность незначительная (1-2 октанта) на 780 м, разбросанная (3-4 октанта) на 3000 м, температура воздуха - 3°C, температура точки росы - 4°C.

Таким образом, по формальному признаку (требование РЛЭ), экипажу не было необходимости включать ПОС крыла перед взлетом. Однако, учитывая, что прогноз погоды содержал информацию о возможности замерзающего тумана, а также другие сведения, говорящие о наличии влаги, грамотным решением экипажа было бы использование (включение) ПОС крыла перед взлетом. Это подтверждается и тем фактом, что уже после авиационного происшествия 7 марта 2008 года Министерством транспорта Канады были выпущены две Директивы летной годности № CF-2008-15 и № CF-2008-16, которые ввели дополнительные ограничения по действиям экипажа при подготовке к взлету в условиях возможного обледенения. Данные директивы, в том числе, предусматривают необходимость включения ПОС крыла на заключительном этапе руления при температуре окружающего воздуха +5°C и ниже при отсутствии обработки самолета противообледенительной жидкостью.

При этом по требованию Авиарегистра МАК, для самолетов, эксплуатирующихся по сертификату типа МАК, введено дополнительное ограничение об обязательной обработке самолета противообледенительной жидкостью при температуре +5°C и ниже, а также обязательном использовании ПОС крыла при взлете в этих условиях в соответствии с рекомендациями разработчика.

Использованные экипажем (с его слов) методы визуального и тактильного контроля состояния самолета (поверхности крыла, фюзеляжа, хвостового оперения и т.д.) оказались не эффективны. Применяемые процедурные методы, которые требуют от экипажа учета большого количества различных факторов при субъективной оценке состояния чистоты поверхности крыла (как наиболее критичного элемента) не могут гарантировать на 100% предотвращения происшествий на взлете по причине обледенения. Поэтому, по-прежнему актуальна рекомендация, выпущенная AAIB UK по результатам расследования авиационного происшествия в Бирмингеме, в которой сертифицирующим органам было предложено «пересмотреть действующие процедуры предполетного контроля состояния ВС на наличие обледенения и рассмотреть необходимость введения требования по оснащению ВС системой контроля состояния аэродинамических поверхностей на предмет обледенения и выдачи экипажу предупреждения при наличии опасности». Данная рекомендация не выполнена.

Представляется целесообразным до реализации приведенной выше рекомендации внести изменения в технологический график предполетной подготовки самолета с целью введения повторного осмотра и оценки состояния поверхности самолета за время, позволяющее принять окончательное решение о чистоте поверхностей и необходимости обработки (или повторной противообледенительной обработки воздушного судна).

3. Заключение

Авиационное происшествие с воздушным судном CRJ-100LR регистрационный номер EW-101PJ произошло в результате несимметричной потери несущих свойств крыла на этапе взлета, что привело к сваливанию самолета непосредственно после отрыва от ВПП, касанию левой консолью крыла о подстилающую поверхность, последующему разрушению и пожару.

Причиной потери несущих свойств крыла при фактических метеоусловиях, явилось образование инея, который «загрязнил» поверхность крыла. Причиной образования инея, наиболее вероятно, явилось топливное обледенение⁶, за время стоянки самолета на аэродроме и руления перед обратным вылетом, в результате разницы температур окружающего воздуха и холодного топлива в баках после полета на эшелоне.

Превышение рекомендованных РЛЭ значений по угловой скорости при подъеме носового колеса при взлете с «загрязненным» крылом при невозможности контролировать этот параметр инструментально могло способствовать ухудшению ситуации.

Существующий процедурный метод контроля состояния аэродинамических поверхностей самолета перед вылетом, наряду с неэффективностью, на этапе взлета, существующей системы защиты от сваливания, из-за повышенной чувствительности крыла даже к незначительному загрязнению передней кромки, не могут полностью гарантировать предотвращение подобных происшествий в будущем.

Директивы летной годности о необходимости включения ПОС крыла на заключительном этапе руления при фактических метеоусловиях были выпущены Министерством транспорта Канады уже после авиационного происшествия. Включение экипажем ПОС крыла перед взлетом и противообледенительная обработка ВС, вероятно, могли бы предотвратить авиационное происшествие.

⁶ Смотри также раздел 1.18.5.

4. Недостатки, выявленные в ходе расследования

В процессе расследования было выявлено, что в РУП НАК «Белавиа» не проводится контроль за техникой пилотирования и анализ имеющихся отклонений в выполнении требований РЛЭ самолета с использованием средств сбора полетной информации, так как базовое предприятие не имеет собственных технических средств и специалистов для выполнения работ по расшифровке параметрических и звуковых самописцев, которыми оборудовано воздушное судно. Соответственно профилактика ошибок, допускаемых экипажами при освоении ими новой авиационной техники с комплексным использованием средств объективного контроля затруднена. Вопрос требует решения.

Летный и инженерно-технический состав РУП НАК «Белавиа» в недостаточном объеме прошел подготовку по особенностям противообледенительной защиты ВС типа CRJ-100/200 для эксплуатации в условиях наземного обледенения, что не соответствует рекомендациям Руководства ИКАО по противообледенительной защите воздушных судов на земле (Doc 9640-AN/940, издание второе-2000).

5. Рекомендации по повышению безопасности полетов

- 5.1. С летным и инженерно-техническим составом, эксплуатирующим самолеты типа CRJ100 различных модификаций, провести специальные разборы по изучению обстоятельств и причин авиационного происшествия с самолетом EW-101PJ.
- 5.2. С летным составом, выполняющим полеты на самолетах данного типа:
- провести занятия по особенностям аэродинамики воздушного судна с акцентированием внимания на возможность попадания в режим сваливания на взлете в условиях не выполнения концепции «чистого крыла» особенно в период холодных температур. При занятиях использовать материалы учебного фильма, выпущенного фирмой-разработчиком самолета. Распространить проведение такой учебы при подготовке к эксплуатации в осенне-зимнем периоде;
 - обратить внимание на выполнение положений РЛЭ самолета в части включения ПОС крыла перед вылетом.
- 5.3. Министерству Транспорта Канады, другим сертифицирующим организациям и разработчику самолета:
- пересмотреть действующий процедурный подход к определению наличия обледенения и контроля его устранения перед взлетом и рассмотреть введение требования по оснащению системой автоматического определения опасной степени наземного обледенения и выдачи соответствующей информации экипажу тех типов ВС, аэродинамические характеристики которых наиболее подвержены негативному влиянию наземного обледенения;
 - рассмотреть вопрос о внесении изменений в РЛЭ (AFM/FCOM) в части приведения понятия "туман" в соответствие с определениями ИКАО;
 - совместно с разработчиком самолета рассмотреть необходимость проведения дополнительных испытаний в аэродинамической трубе для определения влияния "топливного обледенения" (когда иней или лед образуются только в местах контакта топлива с верхней и нижней поверхностями крыла) на несущие свойства крыла.
- 5.4. Министерству транспорта и коммуникаций Республики Беларусь совместно с соответствующими таможенными органами:
- рассмотреть вопрос об ускорении таможенного оформления ввоза запасных частей для эксплуатации ВС иностранного производства, находящихся в реестре гражданских ВС Республики Беларусь.

5.5. РУП НАК «Белавиа»:

- рассмотреть вопрос об изменении технологического графика подготовки к вылету самолетов типа CRJ-100LR с целью обеспечения экипажами повторного контроля за состоянием поверхности воздушного судна перед вылетом;
- принять меры для организации проведения систематической расшифровки полетной информации, анализа и контроля техники пилотирования, особенно для экипажей имеющих небольшой налет или находящихся на стадии освоения указанного типа техники;
- провести дополнительную подготовку летного и инженерно-технического состава авиакомпании методам и средствам защиты ВС от наземного обледенения.