

Представленные в этом номере публикации специалистов ФГУП ГосНИИ ГА завершают начатый в МИ № 6-2012 цикл, состоящий из 3 статей, которые рассказывают о метрологическом обеспечении производственной деятельности предприятий воздушного транспорта.

Цикл посвящён юбилейной дате: 35-летию со дня создания Метрологической службы гражданской авиации (ГА) приказом министра от 22 декабря 1977 г. № 193. Этим же приказом ГосНИИ ГА был назначен Главной организацией метрологической службы (ГОМС) ГА, сохранив данный статус и в условиях новой России (совместный приказ Департамента воздушного транспорта Минтранса РФ и Комиссии по регулированию воздушного движения – Росаэронавигации – от 27.11.1995 г. № ДВ-126/113).

К сожалению, ограниченный объём журнала не позволяет подробно раскрыть все аспекты метрологической деятельности ФГУП ГосНИИ ГА как ГОМС ГА. Материалы предлагаемого вниманию читателей цикла освещают в этом отношении лишь некоторые разноплановые вопросы.

Тем не менее необходимо отметить, что все эти годы и по настоящее время институт находится на острие решения проблем обеспечения единства измерений в специальных областях производственной деятельности воздушного транспорта.

**А.А. Богоявленский,**  
кандидат технических наук  
ФГУП ГосНИИ ГА, Москва



# Внедрение мониторинга массы и центровки

## в процессе технической эксплуатации воздушных судов

Стандарты и практические рекомендации Международной организации гражданской авиации (ИКАО), отражённые в Руководстве DOC 9760 AN/967 [1], предусматривают периодическое взвешивание воздушных судов (ВС) – как самолётов, так и вертолётов – в процессе эксплуатации. При этом в ходе проверки в 2003 г. состояния работ по обеспечению безопасности полётов инспекторской группой ИКАО в ряде выявленных несоответствий было отмечено отсутствие в ГА РФ процедуры контроля массы ВС в процессе эксплуатации.

Данное обстоятельство обуславливалось тем, что отечественные ВС взвешивали только при выпуске из производства и после ремонта. В этом случае наличие методики выполнения измерений массы и определения центровки требовалось на предприятии-изготовителе и авиаремонтных заводах (АРЗ). При техническом обслуживании ВС в процессе их эксплуатации проведение работ по взвешиванию не предусматривалось. При

Ключевые слова: воздушное судно; масса; центровка (центр масс); весоизмерительная система; метрологическое обеспечение

# ВНЕДРЕНИЕ МОНИТОРИНГА МАССЫ И ЦЕНТРОВКИ

## В ПРОЦЕССЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ



этом и в руководствах по эксплуатации ВС эти процедуры (т.е. методики выполнения измерений) в силу отсутствия необходимости не описывались.

При внедрении в ГА РФ системы продления ресурсов ВС по “Программам исследования технического состояния...” и ДОС 9760/AN 967 [1] возникла необходимость в организации работ по взвешиванию ВС в эксплуатации. В ходе подготовки к плановой (2008 г.) инспекции ИКАО решение этой задачи Федеральное агентство воздушного транспорта (Росавиация) возложило на ГосНИИ ГА.

### Проектирование системы

Специалисты отдела метрологии ГосНИИ ГА определили следующие этапы и порядок внедрения системы [2]:

1) создание технологий взвешивания ВС, включая проектирование и изготовление специальной весоизмерительной аппаратуры, а также необходимой технологической оснастки;

2) подготовка инструкции по контролю массы ВС;

3) стандартизация требований и процедур по контролю массы воздушных судов в РФ;

4) сертификация организаций по контролю массы ВС.

**Технологии взвешивания ВС.** Специалистами метрологической службы ГосНИИ ГА во исполнение ДОС 9760 AN/967 [1] разработаны технологии взвешивания ВС в процессе эксплуатации (рис. 1). При этом решены следующие задачи:

– разработано Техническое задание на проектирование и изготовление измерительных датчиков и весоизмерительной системы в целом, технологической оснастки (силопередающих узлов) для ВС, а также необходимого программного обеспечения;

– проведены государственные и ведомственные испытания весоизмерительной системы. Система внесена в Государственный реестр средств измерений и имеет Регистрационное удостоверение Росавиации № 208-01-2008 по Перечню специальных средств измерений, применяемых в ГА. В части пределов допускаемой погрешности весоизмерительная система относится к классу III по ГОСТ Р 53228-2008 [3] и имеет погрешность не более  $\pm 0,1\%$ ;

– решены вопросы периодического метрологического обслуживания весоизмерительной системы;

– разработаны технологии взвешивания ВС, оформленные в виде методик выполнения измерений (МВИ) массы и определения центровки ВС, которые аттестованы по ГОСТ Р 8.563-2009 [4] и ОСТ 54-3-154.82-2002 [5].

Разработка проводилась в том числе на основании п. 2.3 письма Федерального агентства по надзору в сфере транспорта от 12.02.2007 г. № 5.10-27ГА;

– проведено обучение специалистов метрологической службы ГосНИИ ГА на базе предприятия-изготовителя весоизмерительной системы с выдачей именных сертификатов с допуском к проведению работ;

– проведена апробация технологий взвешивания в эксплуатационных предприятиях в целях внедрения в практику ГА.

**Инструкция по контролю массы отечественных и зарубежных ВС.** Существующие нормы лётной годности ВС предусматривают процедуру взвешивания и определения центра масс как самолётов, так и вертолётов. По сложившейся практике отечественной ГА суда проходили взвешивание при очередном ремонте. На момент проверки обеспечения безопасности полётов инспекторской группой ИКАО в 2003 г. процедура, позволяющая периодически контролировать массу и центр масс ВС в процессе эксплуатации, не разрабатывалась.

По результатам проверки, осуществлённой комиссией ИКАО в 2003 г., рекомендовано произвести корректировку Федеральных авиационных правил ФАП-132 [6], включив в них требования к измерению массы и определению центра масс для всех ВС, на которых изменена компоновка, произведены крупные доработки или модификации, и подготовить инструктивный материал для эксплуатантов с рекомендациями относительно периодичности взвешивания (учитывая, что в Реестр ВС РФ включён смешанный парк ВС отечественного и зарубежного производства различных предприятий-изготовителей).

Инструкция по контролю массы ВС [7] (далее – Инструкция), разработанная специалистами метрологической службы ГосНИИ ГА, описывает и регламентирует процедуры измерения массы и определения центра масс ВС в соответствии с документами ИКАО ДОС 9760 AN/967 [1] и ФАП-132 [6].

В разработанной Инструкции [7]:

– представлена программа взвешивания ВС, позволяющая определять массу всех экземпляров самолётов и вертолётов, принадлежащих авиакомпании;

– определены требования к владельцу (эксплуатанту) ВС по предоставляемому им вспомогательному оборудованию и помещениям перед процедурой взвешивания в части, касающейся: 1) ангарного помещения; 2) персонала, допущенного к обслуживанию самолётов (вертолётов); 3) гидроподъёмников, указанных в нормативных документах по эксплуатации данного

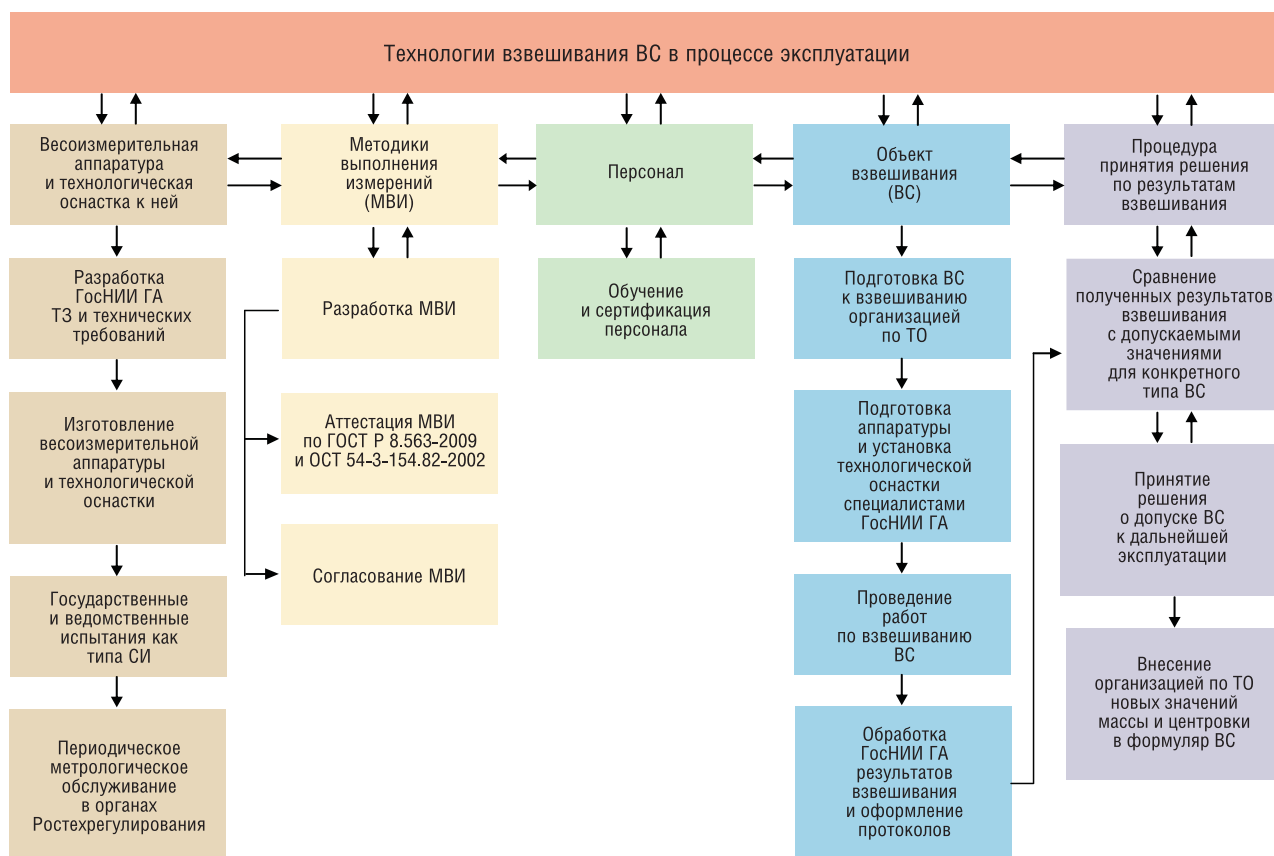


Рис. 1  
Блок-схема технологий взвешивания ВС в процессе эксплуатации

типа ВС; 4) опор и ложементов; 5) источников электропитания; 6) ведомостей недостающего оборудования; 7) ведомостей излишне установленного оборудования.

Регламентирована также обязательность прохождения весоизмерительным оборудованием метрологического обслуживания (поверки или калибровки) на базе изготовителя или другой уполномоченной Росстандартом организации с периодичностью 1 раз в год. Кроме того, в документе [7] отражена возможность различной периодичности измерения массы. Количество взвешиваемых ВС из парка авиакомпании может быть уменьшено при незначительном изменении весовых характеристик в течение определённого периода. Согласно DOC 9760 AN/967 [1] и Инструкции [7] работы по взвешиванию проводятся не чаще одного раза в 2 года, но не реже одного раза в 4 года. Оптимальная периодичность проведения работ по каждому экземпляру ВС – не реже одного раза в 3 года с момента предыдущего взвешивания.

Результаты измерения массы и определения центровки ВС оформляются организацией, проводившей измерения массы, в виде протокола взвешивания. При этом рекомендуется учитывать все возможные варианты компоновки и загрузки ВС. Протокол взвешивания передаётся эксплуатанту и прикладывается к формуляру ВС. Вновь полученные значения массы и центровки, приведённые в протоколе взвешивания, эксплуатант в установленном для эксплуатационной документации ВС порядке заносит в формуляр и бортовой журнал ВС. При необходимости измерения геометрических размеров для определения центровки должны производиться при помощи рулеток 2-го класса точности по ГОСТ 7502-98 [8] с ценой деления 1 мм и строительных отвесов по ГОСТ 7948-80 [9].

Инструкция по контролю массы ВС введена в действие Распоряжением Росавиации от 16.09.2008 г. № БЕ-115-р. Этим же Распоряжением на ГосНИИ ГА возложено осуществление методического руководства

# ВНЕДРЕНИЕ МОНИТОРИНГА МАССЫ И ЦЕНТРОВКИ

## В ПРОЦЕССЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

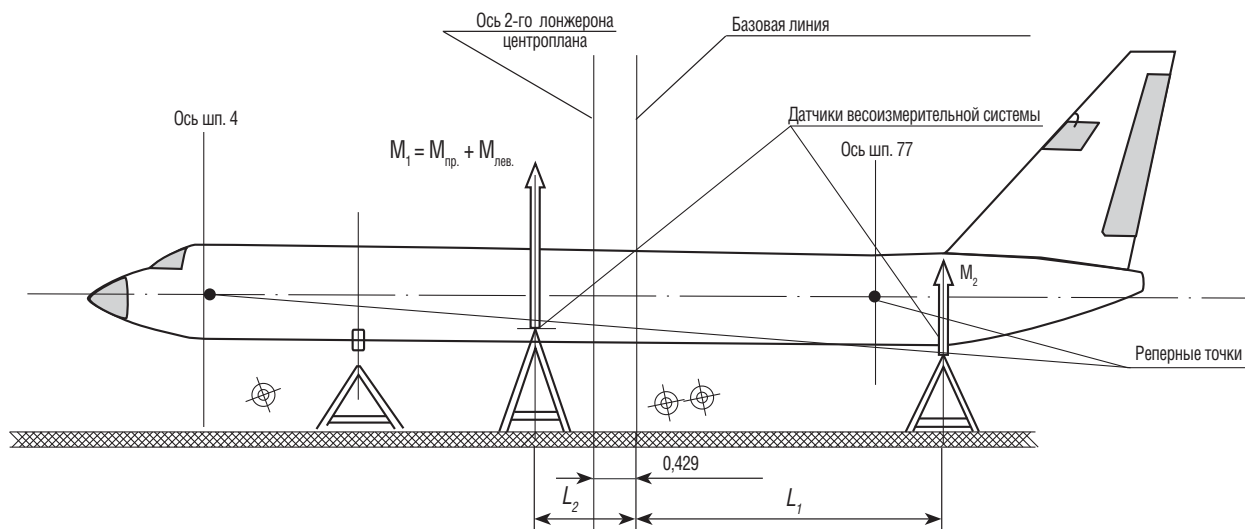


Рис. 2

Схема измерения массы и определения положения центра масс самолёта ТУ-204-300 и его модификаций:  $M_1$  – суммарная масса, измеренная правым и левым датчиками под крыльевыми опорами;  $M_2$  – масса, измеренная датчиком под хвостовой опорой

проведением работ по взвешиванию ВС в ГА РФ, а в рамках ГосНИИ ГА указанием по институту от 14.05.2007 г. № 7/у эти работы поручено выполнять метрологической службе института.

**Стандартизация требований к процедурам контроля массы воздушных судов в РФ.** В соответствии с Планом национальной стандартизации РФ на 2010–11 гг. в рамках деятельности Технического комитета по стандартизации ТК-034 “Воздушный транспорт” и во исполнение Распоряжения Росавиации от 28.09.2008 г. № 115-БЕ-р, согласно которому на ГосНИИ ГА возложено осуществление научно-методического руководства работами по контролю массы ВС в ГА РФ, специалистами метрологической службы ГосНИИ ГА разработан национальный стандарт ГОСТ Р 54580-2011 [10]. Проект готовился на протяжении 2 лет, при этом разработчики консультировались со специалистами заинтересованных организаций, принимая во внимание их мнение. За первый год была разработана и в установленном порядке представлена на публичное обсуждение на сайте ТК-034 1-я редакция стандарта. Замечания и предложения, собранные институтом в течение 3 кварталов следующего года, были систематизированы и учтены в окончательной редакции стандарта [10]. Документ составлен в полном соответствии с положениями ГОСТ Р 1.5-2004 [11], утверждён Росстандартом и с 01 июня 2012 г. введён в действие на территории Российской Федерации.

Внедрение ГОСТ Р 54580-2011 [10] позволяет в соответствии с правилами ИКАО [1] установить единые требования к эксплуатанту и организациям, контролирующим массу ВС, процедурам, порядку и периодичности определения массы ВС, а также повысить достоверность определения взлётной массы. Одновременно внедрение стандарта исключит вероятность эксплуатации ВС, не прошедших процедуры периодического определения массы, что окажет существенное влияние на поддержание лётной годности ВС и заданного уровня безопасности полётов.

**Сертификация организаций по контролю массы.** ГосНИИ ГА разработана Система добровольной сертификации (СДС) объектов гражданской авиации (ОГА), которая зарегистрирована Росстандартом в Едином реестре СДС под № РОСС RU.В402.04ЦА00 19 марта 2007 г. Система является полностью самостоятельной и не входит в другие системы сертификации. Правила функционирования Системы разработаны в соответствии со статьей 21 Федерального закона “О техническом регулировании” [12]. Изменением № 4 Правил функционирования СДС ОГА, зарегистрированным Росстандартом 11.05.2012 г., в перечень документов Системы включено Положение о порядке проведения сертификации организаций по контролю массы воздушных судов. Сертификация осуществляется путём оценки соответствия сертификационным требовани-

ям, установленными Инструкцией [7], ГОСТ Р 54580-2011 [10] и другими нормативными документами, действующими в Системе, в целях удостоверения соответствия организаций, связанных с контролем массы ВС, стандартам и документам Системы, включающим требования воздушного законодательства РФ, и нормативных актов федеральных органов исполнительной власти в области ГА.



а



б

**Рис. 3**  
Внешний вид весоизмерительной системы при проведении работ по взвешиванию самолёта Ту-204-100 в аэропорту "Минеральные Воды": а – измерительный датчик под хвостовой опорой; б – компьютерный блок; в – измерительный датчик под одной из подкрыльевых опор

## Практическое применение разработанных технологий

Технология взвешивания ВС в эксплуатации с применением портативной весоизмерительной системы, принадлежащей Научному центру поддержания лётной годности ВС (НЦ ПЛГВС) ГосНИИ ГА, предполагает установку на штатные гидropодъёмники измерительных датчиков из комплекта системы с последующим подъёмом на них ВС до отрыва колёс от земли (рис. 2, 3). При окончательном измерении массы, результаты которого используются для определения центровки (положения центра масс), проводится так называемое продольное и поперечное нивелирование. При этом с использованием оптических нивелиров и нивелирных реек самолёты выставляются, как правило, в линию горизонта (рис. 4). Некоторые типы самолётов выставляются таким образом, чтобы средняя аэродинамическая хорда крыла была параллельна линии горизонта. Работы по нивелированию проводятся с привлечением специалистов инженерно-авиационных служб



в

# ВНЕДРЕНИЕ МОНИТОРИНГА МАССЫ И ЦЕНТРОВКИ

## В ПРОЦЕССЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ



а

**Рис. 4**  
Установка самолёта Ту-204-300 № 64038, принадлежащего авиакомпании ОАО "Владивосток Авиа", в линию горизонта (продольное нивелирование) при проведении специалистами ГосНИИ ГА взвешивания самолёта Ту-204-300:  
а, б – установка нивелирных реек на реперных точках у 77-го и 4-го шпангоутов фюзеляжа соответственно; в – оператор с оптическим нивелиром типа Н2



б

организаций по техническому обслуживанию и ремонту авиационной техники, допущенных в установленном порядке к проведению данного вида работ. Специалистами отдела метрологии ГосНИИ ГА в период с 2007-го по 2012 г. произведено взвешивание более 100 экземпляров ВС в эксплуатирующих организациях как РФ, так и ряда стран СНГ. При этом измерение массы отдельных экземпляров ВС до этого не проводилось иногда более 10 лет, т.к. в течение этого периода суда не подвергались ремонту.

Как показал анализ результатов проведённых взвешиваний, в 70% случаев имеет место увеличение массы пустого ВС по сравнению с предыдущим взвешиванием на 0,6...1,4%. Например, для самолётов Ту-154М и Ту-204 по абсолютной величине оно составляет 300...750 кг. Это может быть связано с целым рядом причин, например:

- с конструктивными изменениями ВС (в т.ч. усилением элементов конструкции фюзеляжа, заменой пассажирских кресел и др.);

- установкой нового дополнительного бортового оборудования (например, TCAS-II, АРМ-406П, АРМ406-АС-1, ARGUS-5000, ВВЭ-СВС и др.), которым в последнее время в обязательном порядке оснащаются ВС;

- гигроскопичностью теплозвукоизоляции, которая в осенне-зимний период эксплуатации может впитать в себя значительное количество влаги (на самолётах Ту-154М, например, по данным ОАО "Туполев", масса впитанной влаги может достигать 300 кг).



в

Очевидно, что увеличение массы пустого ВС приводит к снижению коммерческой загрузки. Избежать снижения загрузки в этом случае можно путём уменьшения таких составляющих погрешности измерений взлётной массы, как погрешности измерений массы заправляемого топлива (в т.ч. погрешность массы аэронавигационного запаса топлива), массы пассажиров, багажа (грузов) и т.д. Для установления возможности снижения указанных погрешностей необходимо провести дополнительные исследования и разработать специальные рекомендации по повышению точности измерений, что позволит компенсировать (исключить) влияние увеличения массы пустого самолёта.

В частности, известно, что погрешность штатных бортовых топливомеров на ВС может достигать  $\pm 3\%$ . Более достоверно объём заливаемого топлива определяется при заправке ВС по счётчикам, установленным на топливозаправщиках, погрешность измерений которых лежит, согласно каталогу [13], в диапазоне  $\pm(0,5...1,0)\%$ . Современные серийно выпускаемые счётчики расхода топлива, которые можно монтировать на топливозаправщики, имеют погрешность  $\pm 0,25\%$ . Таким образом, более точное измерение количества (массы) заправляемого топлива способно компенсировать негативное влияние роста массы пустого ВС на расчёт величины коммерческой нагрузки.

Могут быть проведены также исследования влияния погрешности определения (нормирования) массы пассажиров, которая инструментально никак не измеряется. До настоящего времени так называемая средняя статистическая масса пассажиров при расчёте взлётной массы ВС принимается согласно нормативам, установленным РЦЗ-83 [14]. Масса взрослого пассажира с ручной кладью (у каждого – до 5 кг) принимается равной 80 кг; масса детей от 5 до 12 лет – равной 30 кг; масса детей до 5 лет – равной 20 кг. Очевидно, что уточнение среднестатистической массы пассажира или взвешивание каждого пассажира, к примеру, при регистрации на рейс, позволили бы повысить достоверность такой составляющей взлётной массы ВС как масса пассажиров.

Весоизмерительная система, принадлежащая НЦ ПЛГВС ГосНИИ ГА, портативна и транспортабельна. Данное обстоятельство позволяет взвешивать ВС на территории авиапредприятий. При этом на настоящий момент существует возможность силами специалистов отдела метрологии и с использованием оборудования НЦ ПЛГВС ГосНИИГА измерять весовые характеристики 10...15 самолётов (вертолёт) в месяц в любой точке РФ, СНГ или стран дальнего зарубежья (при условии готовности ВС к взвешиванию на момент приезда специалистов института).

К сожалению, инструментальная база контроля весовых характеристики ВС на целом ряде ремонтных предприятий воздушного транспорта и Центров технического обслуживания и ремонта авиационной техники требует радикальной модернизации. Так, на одном из АРЗ до недавнего времени для проведения работ по взвешиванию самолётов Ту-154 применялись динамометры ДОСМ-3-50, имеющие верхний диапазон измерений 50 т и паспортную инструментальную погрешность измерений  $\pm(0,3...0,5)\%$  измеряемой величины. Кроме того, цена де-

ления ДОСМ-3-50 равна 50 кгс, что приводит к возникновению дополнительной погрешности (так называемой погрешности дискретности отсчёта), суммарное значение которой в данном случае составляет  $\pm 150$  кгс. Применение подобного рода оборудования не гарантирует достоверности результатов измерений массы ВС и не обеспечивает соблюдения требований разработчика. Например, на ОАО «Магаданский АЗ № 73 ГА» взвешивание вертолётов Ми-8 после ремонта не производится по причине отсутствия весов. При этом названное предприятие имеет сертификат организации по техническому обслуживанию и ремонту авиационной техники.

**Порядок использования результатов измерений массы пустого ВС при подготовке к полёту.** Измеренные значения массы пустых ВС нужны в дальнейшем для обеспечения требуемой центровки и расчёта загрузки. При этом последующая загрузка ВС обеспечивается подразделением (службой) организации перевозок аэропорта (эксплуатанта или другой организации при наличии у неё соответствующих полномочий на осуществление такого рода деятельности) в соответствии с центровочным графиком. Расчёт центровки производится согласно РЦЗ-83 [14] диспетчером по центровке (при его отсутствии – вторым пилотом ВС). Расчёт коммерческой загрузки ВС и её размещение на борту производит диспетчер по центровке при помощи центровочного графика. Оформленный центровочный график должен быть подписан диспетчером по центровке, что является свидетельством правильности произведенного расчёта коммерческой загрузки. Погрузочно-разгрузочными работами на ВС руководит диспетчер по загрузке. После окончания погрузочных работ диспетчер по загрузке должен подписать схему загрузки, подтверждая этим соответствие загрузки ВС окончательному расчёту коммерческой загрузки по центровочному графику. Первый экземпляр центровочного графика передаётся экипажу ВС, второй – остаётся в службе организации перевозок аэропорта вылета.

Служба организации перевозок перед вылетом ВС составляет сводную загрузочную ведомость и передаёт её экипажу. Окончательный расчёт коммерческой загрузки должен полностью соответствовать данным сводной загрузочной ведомости. Диспетчер по центровке начального и промежуточного аэропортов в процессе предварительного и окончательного расчёта коммерческой загрузки составляет центровочный график и схему загрузки ВС и передаёт их соответственно экипажу и диспетчеру по загрузке. Центровочный график действителен до следующей посадки.

# ВНЕДРЕНИЕ МОНИТОРИНГА МАССЫ И ЦЕНТРОВКИ

## В ПРОЦЕССЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

\*\*\*

Периодический контроль массы самолётов и вертолётов – одно из слагаемых обеспечения безопасности полётов на воздушном транспорте. Во исполнение поручения Росавиации ФГУП ГосНИИ ГА поставлена и системно решена на воздушном транспорте задача мониторинга массы и центровки ВС в процессе технической эксплуатации.

Внедрение технологий взвешивания, разработанных ГосНИИ ГА, позволило:

– обеспечить исполнение в ГА РФ рекомендаций ИКАО DOC 9760 AN/967 [1], авиационных правил ФАП-132 [6], Инструкции [7] и стандартизованных требований и процедур по контролю массы воздушных судов согласно разработанному ГосНИИ ГА национальному стандарту ГОСТ Р 54580-2011 [10];

– производить измерения массы ВС с относительной погрешностью не более  $\pm 0,1\%$ ;

– оперативно измерять массу ВС при выполнении работ как в закрытых помещениях (ангарах), так и в полевых условиях (на стоянках ВС) при температурах окружающего воздуха в диапазоне  $-40...+50^{\circ}\text{C}$  и ограниченной скорости ветра;

– достоверно оценивать величину коммерческой загрузки ВС с учётом вновь полученных значений массы пустого ВС при ограниченной величине взлётной массы.

Разработанные технологии в части обеспечения единства, требуемой точности и достоверности измерений соответствуют положениям Федерального закона “Об обеспечении единства измерений” [15] и отвечают требованиям, предъявляемым разработчиками ВС.

Результаты статистической обработки измерений массы ВС, произведённых специалистами отдела метрологии ГосНИИ ГА, подтвердили необходимость контроля массы ВС в процессе эксплуатации, т.к. в 70% случаев имеет место увеличение массы пустого ВС по сравнению с предыдущим взвешиванием на  $0,6...1,4\%$ .

В связи с этим специалистами института выработаны следующие рекомендации:

1) ввести как обязательную в ГА РФ процедуру периодического взвешивания ВС в эксплуатации, включая её в программы оценки технического состояния при продлении ресурсов и сроков службы ВС;

2) обеспечить периодичность проведения работ по каждому экземпляру ВС: не реже одного раза в 3 года с момента предыдущего взвешивания;

3) актуализировать (разработать) и внедрить в практику ГА методики выполнения измерений массы и определения центра масс для воздушных судов оте-

чественного и зарубежного производства, входящих в Реестр ВС РФ, с учётом использования современных средств измерений массы;

4) провести модернизацию инструментальной базы контроля массы ВС на базе действующих АРЗ и бывших АРЗ, преобразованных в Центры технического обслуживания и ремонта авиационной техники;

5) разработать рекомендации по компенсации влияния увеличения массы пустого ВС на значение коммерческой загрузки путём внедрения мероприятий по снижению погрешности измерений направляемого и аэронавигационного запаса топлива, погрешности измерений массы пассажиров, багажа и грузов.

### Литература

1. DOC 9760 AN/967. Руководство по лётной годности. Гл. 5. Инструктивный материал по контролю массы воздушного судна. Дополнение С.
2. Боговянский А.А. Формирование системы контроля массы воздушных судов в процессе эксплуатации // Научный вестник МГТУ ГА. – 2012. – № 175. – С. 147–153.
3. ГОСТ Р 53228-2008. Весы неавтоматического действия. Ч. 1. Метрологические и технические требования. Испытания.
4. ГОСТ Р 8.563-2009. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений.
5. ОСТ 54-3-154.82-2002. Отраслевая система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. Порядок проведения аттестации.
6. ФАП-132. Федеральные авиационные правила. Экземпляр воздушного судна. Требования и процедуры сертификации / Утв. приказом МТ РФ от 16 мая 2003 г. № 132.
7. Инструкция по контролю массы воздушных судов отечественного и зарубежного производства / Введена распоряжением Росавиации от 16.09.2008 г. № БЕ 115-р.
8. ГОСТ 7502-98. Рулетки измерительные металлические. Технические условия.
9. ГОСТ 7948-80. Отвесы стальные строительные. Технические условия.
10. ГОСТ Р 54580-2011. Воздушный транспорт. Требования и процедуры по контролю массы воздушного судна в процессе технической эксплуатации. Основные положения.
11. ГОСТ Р 1.5-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения.
12. Федеральный закон от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ “О техническом регулировании”.
13. Каталог систем и средств механизации и автоматизации для обеспечения технологических процессов в аэропортах ГА. – М.: ГПИиНИИ ГА “Аэропроект”, 1973.
14. РЦЗ-83. Руководство по центровке и загрузке самолётов ГА / Утв. Приказом МГА от 14.01.83 № 58. – М.: Воздушный транспорт, 1983.
15. Федеральный закон от 18.06.2008 г. № 102-ФЗ “Об обеспечении единства измерений”.