

Экспериментальное исследование

Дания

Авиационно-космическая
промышленность

Terma A/S, Ørsted DTU,
Инженерный колледж Århus

PULSE, HATS, Преобразователи

Исследование активного шумоподавления

Фирма Terma A/S, Ørsted DTU (Технический университет Дании) и инженерный колледж Århus (ECA) приступили к выполнению совместного исследовательского проекта в области активного шумоподавления. TERMA специализируется в разработке и изготовлении систем радиоэлектронной борьбы и контроля (управления), тактических разведывательных систем, а также систем контроля за окружающей средой.

Для определения шума внутри шлема пилота и в кабине были выбраны платформа мультианализатора Brüel&Kjær PULSE™ и HATS (Имитатор головы и торса).



TERMA A/S

TERMA A/S является лидирующим подрядчиком министерства обороны Дании и работает во многих областях, включая:

- ПВО сухопутных войск
- Системы командования и управления ВМС
- Воздушные системы радиоэлектронной борьбы
- Воздушные системы тактической разведки
- Системы разведки воздушного пространства
- Наземные системы связи и многое другое.

"Терма" также является главным партнером в большом количестве авиационных программ совместного производства и занимается большим числом бортовых систем самолета F-16.

Рис.1 НАТС, полный имитатор со своей отрегулированной системой скелет-голова, установлен в задней кабине F-16.



С использованием системы "Брюль и Кьер" PULSE и имитатора головы и торса (НАТС), пристегнутого к заднему сиденью F-16В целью этого полета является измерение шума, которому подвергается пилот F-16 во время типового полета и определение снижения шума, обеспечиваемого шлемом. Терма A/S, вместе с Ørsted DTU (Технический университет Дании) и инженерным колледжем Århus (ECA) приступили к выполнению совместного исследовательского проекта в области активного шумоподавления.

Терма также участвует в разработке нового поколения летных шлемов, известного также под наименованием "Единая нашлемная система нацеливания" (Joint Helmet Mounted Cuing Systems), включая 3D-Audio.

Существующие шлемы не обеспечивают достаточное подавление низких частот, подвергая летчика воздействию низкочастотного остаточного звукового давления, величина которого обычно составляет 85 дБ(А). Поэтому с целью увеличения работоспособности пилота существует необходимость в дополнительных мерах по снижению шума.

Комплексное решение

Рис.2
Испытательная установка, включающая НАТС, Мультианализатор PULSE и устройство записи данных SONY® DAT



В этом проекте принимает участие старший инженер-исследователь Торстен Х. Лес Эльмкьер (Torsten H. Leth Elmkjær). Чтобы провести эти измерения он выбрал систему PULSE для определения шума внутри шлема в зоне ушей пилота и в кабине. Его выбор оборудования был интересен и, возможно, никогда ранее аналогичное применение не имело место. Установка состояла из системы PULSE, работающей на стандартном ноутбуке, но с твердотельными дисковыми накопителями и картами памяти flash memory для надежности. Фактически, кроме записывающего устройства SONY® DAT, используемого для резервного копирования, все оборудование было поставлено "Брюль и Кьер": НАТС Тип 4128 С, PULSE Тип 3560 С (6/1-каналов Входа/ Выхода Модуль Тип 3032 А и LAN Интерфейс Модуль Тип 7533), и четыре ½ дюймовых микрофона поля внешнего давления Тип 4192 .L

Полная готовность

После выбора оборудования, следующим шагом была разработка и изготовление специального каркаса для размещения оборудования задней кабины. Было решено применить каркас, в котором можно было бы использовать существующие привязные ремни торса. Затем на НАТС был установлен специально изготовленный шлем. Летные шлемы всегда изготавливаются с учетом индивидуальных особенностей летчика для его удобства и оптимального гашения шума. С установленным собственным шлемом для F-16, включающим кислородную маску, а также со всем необходимым оборудованием, НАТС был готов к взлету.

Измерения перед взлетом

Перед тем, как поднять HATS в воздух, Торстен решил сделать несколько измерений на земле, поскольку будет только одна возможность сделать зачетные измерения на F-16. Поэтому, привязав систему "Брюль и Кьер" в своей машине, Торстен использовал поездки на работу для тренировки в выполнении измерений с работающим радиоприемником в машине или другим источником шума – какие странные взгляды бросали соседние водители!

Во время подготовки к полету было опрошено большое количество летчиков, как действующих, так и в отставке, а также персонал "Терма" на предмет возможных источников шума. Эти источники были определены соответственно как:

- Двигатель – наблюдается некоторая зависимость от нагрузки двигателя (10%)
- Климатическая установка (ECS) (70%)
- Кислородная маска – особенно раздражает слышать как дышит сосед по кабине. Шум узкополосный. Уровень шума зависит от возможного загрязнения системы, приводящего к необходимости дополнительного дыхания (10%)
- Воздушный шум – шум из-за сопротивления воздуха сильно зависит от скорости, высоты и нагрузки на самолет (10%)

Значения процентов, безусловно, являются субъективными и проблема дыхания в кислородной маске, очевидно, не может быть проверена манекеном HATS. Летчиков также просили определить условия полета, которые могут привести к различиям в распределении шума, приведенном выше.

Высокий полет

После проверки испытательной установки Торстен совместно с двумя коллегами из "Терма" отправился на авиабазу Skrydstrup в южной Ютландии, где они оборудовали F-16 микрофонами, PULSE и HATS. Перед установкой в кабину должны быть определены места положения внешних микрофонов. Для этого пока F-16 находился на земле были проверены различные точки установки микрофона 4192L. При этом климатическая установка была включена. Сценарии шума в этих положениях микрофона были сохранены при помощи программного обеспечения записи по времени (Time Capture Software) Тип 7705.

Торстен объясняет: "Одним из основных преимуществ системы PULSE является простота проверки важных характеристик сигнала в реальном времени". Он продолжает: "Поэтому шумовая картина может быть быстро определена".

Микрофоны располагались в кабине – два внутри HATS, два снаружи шлема в районе ушей, один около сопла подачи кондиционированного воздуха и другой на расстоянии 80 см (31,5 дюйма) впереди от второго пилота. Оборудование было закреплено на специально сделанном каркасе, таким образом было надежно зафиксировано на заднем сидении с использованием привязных ремней манекена. За время 70-минутного полета система PULSE сохраняла данные на ноутбук с использованием устройства записи данных тип 7701.

Рис.3

Капитан тактического воздушного командования Дании Каспер Б. Нильсен (Casper B. Nielsen) проверяет правильность пристегивания HATS ремнями.

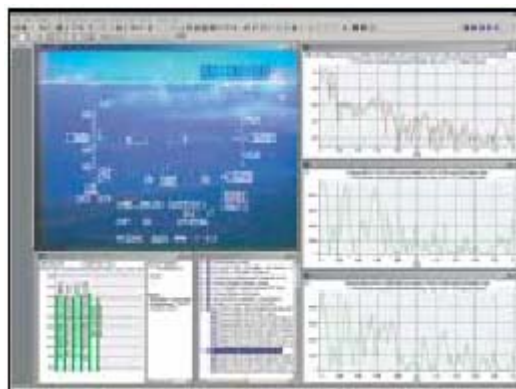


Полет происходил над Северным морем, и выполненные маневры были заранее оговорены с капитаном тактического воздушного командования Дании Каспером Б. Нильсеном. Во время полета проводилась видеосъемка, включающая голосовые команды, подаваемые пилотом. Эта запись проигрывалась синхронно с постобработкой результатов измерений, что облегчало соотнесение этапов испытаний с записями данных.

Планы на будущее

Рис.4

Большой объем данных, собранных во время полета, обрабатывается "Терма" с использованием программного обеспечения PULSE.



Испытания прошли успешно. Оборудование выдержало маневры с перегрузкой 3g, и не было выявлено значительных изменений в калибровке микрофонов. Самым громким источником шума действительно оказалось сопло воздушного кондиционирования, и уровень звукового давления в кабине часто превышал 120 дБ. Большой объем данных обрабатывается "Терма" с использованием программного обеспечения PULSE. Эти данные дают "Терма" информацию, которая может быть использована в дальнейших исследованиях по снижению шума, обеспечиваемому их решением активного шумоподавления (ANR) для шлема летчика.

Уже есть планы аналогичных измерений на других самолетах, а также вертолетах.

Ключевые факты

- o "Терма" A/S является лидирующим подрядчиком министерства обороны Дании
- o Компания участвует в работе по большому числу бортовых систем самолета F-16
- o "Терма" A/S участвует в разработке следующего поколения летных шлемов
- o Фирма Terma A/S, Ørsted DTU (Технический университет Дании) и инженерный колледж Århus (ECA) приступили к выполнению совместного исследовательского проекта в области активного снижения шума
- o Для измерения шума внутри шлема летчика и в кабине была использована платформа мультианализатора "Брюль и Кьер" PULSE, а также HATS (имитатор головы и торса)
- o Фирма "Брюль и Кьер" поставила полную испытательную систему
- o "Одним из основных преимуществ системы "PULSE" является простая проверка важных характеристик сигнала в реальном времени"
- o Большой объем сохраненных данных обрабатывается "Терма" с использованием программного обеспечения PULSE