

Метеорологический радиолокатор на аэродроме Харьков не работал по техническим причинам. Информация экипажей других ВС о засветках в секторе «Юго-Восток» диспетчером Харьковского РДЦ на борт экипажу ТУ-154 RA-85185 не передавалась.

Недоведение до экипажа самолета Ту-154 RA-85185 информации о грозоопасной обстановке, сложившейся к моменту входа самолета в зону полетной информации, обслуживаемую Харьковским РДЦ, могло, возможно, не позволить экипажу всесторонне оценить метеобстановку и принять решение об изменении плана полета.

В 11:24:20 экипаж приступил к дальнейшему набору высоты со средней вертикальной скоростью 6м/с, приборной ~ 500км/ч, при работе АБСУ в режиме стабилизации скорости (с кратковременными переходами на управление от рукоятки «спуск/подъем»).

В 11:26:55 штурман с некоторым напряжением в голосе говорит: «*Сейчас быстрее набрать надо*». На данное замечание экипаж отреагировал переходом на управление от рукоятки «спуск/подъем», увеличением угла тангажа и, соответственно, вертикальной скорости набора. Полет проходил с курсом 355° в направлении грозовой облачности.

Примечание: *С момента входа в зону ответственности службы ОВД Харькова (11:24:05) МАРС-БМ периодически, а с 11:33:21 – постоянно, регистрировал электромагнитные помехи от воздействия грозовой деятельности. Прямого воздействия грозы на самолет не выявлено.*

В 11:27:06 штурман, наиболее вероятно, убедившись, что обойти «верхом» грозовой фронт на эшелоне 360 не удастся, просит диспетчера разрешить набор эшелона 380 (~11600 м), при этом командир ВС подсказывает ему дать объяснение диспетчеру, по какой причине экипаж просит эшелон 380: «*По грозе...*». Диспетчер дал разрешение на набор эшелона 380.

Начиная с 11:27:56 в течение 15 секунд экипаж пытается оценить возможность обхода зоны грозовой деятельности: Шт: «*...с провалами...*», КВС: «*Надо ее, наверное, выше...*», Э: «*Так, вроде светленько*», Шт: «*Вот сверху тут*».

Продолжение полета с курсом 355° создавало потенциально опасную ситуацию, связанную с полетом в условиях турбулентности, а также мощно-кучевой облачности и грозовой деятельности, что запрещено пунктом 2.5.7 РЛЭ и п. 8.1.3.7 и 8.1.3.9 НПП ГА-85, на высотах, близких к максимально-допустимым для самолета Ту-154М с текущей полетной массой и центровкой (~85 тонн и 29.5% соответственно).

Примечание: Согласно РЛЭ самолета Ту-154М максимально-допустимая высота полета с массой 85 тонн и менее составляет 12100м.

В данном случае, при нахождении самолета на удалении примерно 50км от очага грозовой деятельности, правильным решением было бы изменить план полета (обойти облачность или вернуться на аэродром вылета), так как к этому моменту у экипажа имелась информация о высоте облачности и ее фронтальном характере.

Примечание: Раздел 8.17.7. РЛЭ «Радиолокационная станция «Гроза М-154» рекомендует начинать маневр по обходу грозового очага на удалении 50км от него, маневр рекомендуется выполнять в сторону против ветра.

Примечание: Анализ личностных особенностей КВС выявил его склонность к риску и недооценке последствий, а также некритичность со склонностью к отрицанию негативной информации.

В 11:28:30 был занят эшелон 380, после чего экипаж уменьшением режима работы двигателей с 86% до 76..80% обеспечил горизонтальный полет на скорости, соответствующей числу М равному 0.8 - 0.83.

В 11:29:29, командир, предвидя осложнения, произносит фразу: «Чуть бы повыше», однако штурман докладывает диспетчеру о занятии эшелона 380. Наиболее вероятно, экипаж наблюдал облачность визуально. Данная фраза КВС может свидетельствовать, что он не был уверен в наличии необходимого запаса высоты, требуемого при обходе грозовой облачности сверху (500м в соответствии с п.8.1.3.6. НПП ГА-85 и п. 2.5.7. РЛЭ).

В 11:31:03 штурман запросил разрешение диспетчера на изменение маршрута: «Пулково 6-12, для обхода влево 10 разрешите». Диспетчер дал разрешение на изменение курса, однако к этому моменту времени очаг грозы уже находился в непосредственной близости по курсу полета самолета. В 11:31:13 самолет был введен в левый разворот с углом крена до 17°, курс изменился с 354° до 344°, чего было явно недостаточно для обхода грозовой облачности.

При горизонтальном полете на режиме работы двигателей 76...80% постепенно, в течение двух минут, скорость полета увеличилась с 470км/час до 490км/час (число М достигло 0,83). КВС дал команду на уменьшение скорости полета до числа М равного 0,8, что было обеспечено к 11:32:50 изменением режима работы двигателей до 74...77%.

Дальнейшее уменьшение скорости с одновременным ростом угла атаки объясняется недостаточным режимом работы двигателей (режим не был увеличен) при работе автопилота в продольном канале в режиме стабилизации высоты для одновременного выдерживания постоянной скорости полета.

Примерно в 11:32 самолет вошел непосредственно в зону грозовой деятельности и атмосферной турбулентности, о чем свидетельствуют увеличение амплитуды колебаний и изменение характера записей вертикальной перегрузки, углов атаки и крена с одновременным интенсивным возвратно-поступательным движением штоков РА-56 в канале тангажа и крена при постоянной высоте полета. Вертикальная перегрузка изменялась в диапазоне 0.75...1.3, что в соответствии с НПП ГА-85 относится к «умеренной болтанке».

В 11:32:58,5 и в 11:33:14 произошли кратковременные срабатывания сигнализации АУАСП (в течение не более одной секунды), о чем свидетельствуют зарегистрированные звуковые сигналы на бортовом магнитофоне МАРС-БМ и разовая команда на МСРП. Значения вертикальной перегрузки в моменты срабатывания АУАСП кратковременно увеличивались до ~1.5ед, что в соответствии с п. 4.4.5 РЛЭ Ту-154М является "сильной болтанкой".

Примечание: *Следует отметить, что в главе 1 НПП ГА-85 дается иное определение понятий сильной и умеренной болтанки при полете самолета в полетной конфигурации: "умеренная болтанка – при приросте перегрузки до $\pm 1g$, сильная - $\pm 1g$ и более".*

В интервале срабатывания сигнализации АУАСП приборная скорость уменьшалась, а в моменты срабатывания составляла 465км/ч и 450км/час соответственно, значения числа М были 0.79 и 0.77, угол атаки по указателю 8.5 и 8.6 соответственно.

Примечание: *Согласно РЛЭ Ту-154М (рис.7.8.4 «Углы настройки сигнализатора АУАСП») значению числа $M=0,79$ и $M=0,77$ соответствуют углы атаки настройки сигнализатора АУАСП равные $8,4^{\circ}$ и $8,5^{\circ}$ соответственно.*

В результате расчета установлено, что самолет (в 11:32:58,5 и в 11:33:14) выходил на углы атаки срабатывания сигнализации АУАСП под воздействием кратковременных вертикальных порывов ветра величиной до 7 м/с индикаторной скорости.

Действовавшие на самолет кратковременные вертикальные порывы со срабатываниями сигнализации АУАСП и увеличением вертикальной перегрузки могли быть восприняты КВС как «сильная болтанка».

Примечание: Согласно п.п. 4.4.5. РЛЭ самолета Ту-154М «...Во всех случаях входа самолета в зону сильной болтанки, что определяется резкими вздрагивания и отдельными бросками самолета необходимо:

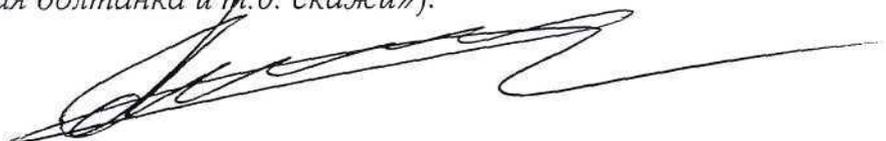
- установить приборную скорость полета 500км/ч, или число M не более 0,8;
- выключить автоматический режим работы АБСУ, если он был включен;
- выполнять полет с «полузажатым» управлением;
- не стремиться к точному выдерживанию исходного режима полета по высоте и скорости, пилотировать самолет по средним показаниям авиагоризонта, вариометра, указателя скорости, высоты и курсовых приборов, выдерживая средние значения указанных параметров режима полета плавными перемещениями органов управления;
- не допускать кабрирования и эволюций самолета с креном более $10..15^{\circ}$.

Рекомендации данного пункта РЛЭ содержат информацию, допускающую неоднозначное толкование: «установить приборную скорость 500км/ч или число M не более 0.8» и «выполнять полет с «полузажатым» управлением».

Экипаж не выполнил указания РЛЭ об отключении автопилота и выдерживании числа M полета. В 11:33:24 обороты двигателей были увеличены до 88-90% для поддержания приборной скорости. В результате увеличения режима двигателей приборная скорость стабилизировалась на уровне 450км/ч ($M=0.77$).

В 11:33:07 командир ВС, видимо, полагая, что на большей высоте полета удастся войти в условия более спокойной атмосферы, поручает штурману запросить разрешение у диспетчера на дальнейший набор высоты («Давай временно 400 или какой... Да проси 390, а то нам не обойти...»).

В 11:33:25 штурман запросил у диспетчера разрешение на временное занятие встречного эшелона 390 (11900 м) и в 11:33:32 получил разрешение на его занятие. По заявлению экипажа, в это время была сильная болтанка (11:33:29 –КВС: «Сильная болтанка и т.д. скажи»).



С момента времени 11:33:41 экипаж, управляя самолетом с помощью рукоятки «спуск-подъем», приступил к набору высоты.

Примечание: *КВС, принимая в данных условиях (гроза, турбулентность) решение о наборе высоты 11900 метров, должен был учитывать сразу несколько факторов, которые могли еще более усложнить пилотирование:*

- *с увеличением высоты полета сужается диапазон приборных скоростей для пилотирования;*
- *с увеличением высоты полета из-за уменьшения плотности воздуха уменьшается собственное демпфирование самолета, то есть повышается вероятность возникновения колебаний, особенно в условиях турбулентности;*
- *с увеличением высоты полета при постоянной приборной скорости уменьшается запас по углу атаки до срабатывания АУАСП и выхода на режим сваливания;*
- *с увеличением высоты полета уменьшается располагаемая тяга двигателей.*

Судя по фразе КВС «Еще х... наберем», произнесенной в это время, он осознавал сложность ситуации, но все равно дал команду на дополнительный набор высоты.

Вначале обеспечить устойчивый набор высоты с помощью управления от рукоятки «спуск – подъем» экипажу не удалось, о чем свидетельствуют значительные изменения углов атаки и вертикальной перегрузки. В результате вертикальная скорость также изменялась в значительных пределах. Позже, в интервале времени 11:34:20 – 11:34:45, значения вертикальной скорости набора стабилизировались и составляли в среднем 8-10 м/сек.

Результаты летных испытаний показывают, что набор высоты на высотах 11-12км с вертикальной скоростью более 5м/с при номинальном режиме работы двигателей, скорости полета 430-450км/ч и массе самолета около 85 тонн, приводит к уменьшению приборной скорости, что и имело место в полете самолета Ту-154М RA-85185, причем режим работы двигателей был чуть меньше номинального.

В 11.34.38,5 экипаж включил ЦОС ВНА двигателей без увеличения режима их работы, что способствовало дальнейшему уменьшению приборной скорости.

Примечание: *В условиях набора с падением скорости КВС мог использовать режим работы двигателей выше номинального вплоть до взлетного (примечание к п. 4.3.3 (1) и 4.4.1(3) РЛЭ).*

Командир проявлял нарастающее беспокойство, связанное с возможностью набора эшелона, и растерянность в связи с видимым осложнением полетной ситуации, что выразилось в экспрессивном речевом поведении. В интервале времени с 11:34:33 по 11:34:52 командир ВС с нарастающей тревогой в голосе проинформировал экипаж: «Она, еще и град...», что свидетельствует о попадании самолета в облачность, и спрашивает штурмана: «Там куда-нибудь можно в сторонку, Игорек, отойти еще? Игорешь. Игорь!» и «В сторону можно куда-нибудь еще от нее отойти, бл...?». Никаких действий по развороту на обратный курс для выхода из зоны грозовой деятельности не было предпринято.

Примечание: *Чтобы объяснить действия пилотирующего летчика, необходимо остановиться на его психофизиологическом состоянии. С ростом нервно-эмоциональной напряженности способно кардинально измениться восприятие реальной ситуации, в частности, приоритетность восприятия инструментальной информации может уступить место неинструментальным (акселерационным) физиологическим ощущениям, особенно в ситуациях, связанных с ожиданием стихийного (непредсказуемого) возникновения опасности.*

Для командира ВС, принявшего решение пройти над грозовым фронтом, доминирующей опасностью в течение всех предшествующих минут полета было попадание в эпицентр грозовой деятельности, что прямо ассоциировалось со снижением самолета.

В 11:34:40, при пересечении заданного эшелона 390, экипаж, наиболее вероятно, включил режим стабилизации высоты. Вертикальная скорость набора в этот момент была около 10м/сек, приборная скорость упала до 435км/ч (M – 0.76). Подобные действия экипажа привели к отклонению руля высоты на пикирование и уменьшению вертикальной перегрузки до 0.6 ед. Из-за отсутствия в перечне разовых команд, регистрируемых на МСРП, сигналов о включении того или иного подрежима автопилота, однозначно установить режим работы автопилота в последующие 20 секунд не представилось возможным. Имевшие место колебания с вертикальной перегрузкой 0.75-1.3 ед со срабатыванием сигнализации АУАСП могли быть результатом как

собственной работы автопилота в режиме стабилизации высоты при фактических параметрах включения режима, так и некоординированного отклонения экипажем рукоятки «спуск – подъем».

Моделирование показало, что к этому моменту самолет уже вышел из зоны «сильной» болтанки, то есть срабатывание АУАСП стало закономерным следствием падения скорости полета и создания вертикальной перегрузки до 1.3 ед, однако оно могло восприниматься пилотом как влияние турбулентности.

В процессе перевода самолета из набора в горизонтальный полет до момента времени 11:34:42 положение колонки управления определялось перемещением механизма электротриммерного эффекта (МЭТ), согласно алгоритму его работы в автоматическом режиме полета. Начиная с 11:34:42, когда вертикальная перегрузка достигла 0.6ед., КВС взялся за штурвал и удерживал его в течение примерно 9 секунд, о чем свидетельствует несоответствие перемещения штока МЭТ и отклонения колонки управления, т.е. прекратилась их синхронная работа. Факт удерживания штурвала в этот момент без приложения значительных усилий, приводящих к отключению автопилота, подтверждается также записью отклонений штурвала по крену. Аналогичные действия наблюдались и ранее, в период 11:33:00 – 11:33:30, когда кратковременно срабатывало предупреждение АУАСП из-за воздействия вертикальных порывов.

В 11.34.57-11.35.00 последовал доклад диспетчеру о занятии эшелона 390.

В 11:35:00 экипаж (наиболее вероятно, КВС) после срабатывания звуковой сигнализации АУАСП, вероятно, кнопкой быстрого отключения отключил систему автоматической стабилизации самолета в продольном и боковом каналах, о чем свидетельствует пропадание на записи МСРП разовых команд: «Стабилизация тангажа» и «Стабилизация крена» и характерный кратковременный сигнал «Отключение автопилота», зарегистрированный в течение 1с на бортовом магнитофоне МАРС-БМ.

В момент отключения автоматического режима АБСУ и перехода на штурвальное управление параметры полёта самолета составляли: высота 11850м, приборная скорость 420км/ч с тенденцией к уменьшению, число $M=0.74$, угол тангажа $4,3^{\circ}$ на кабрирование с тенденцией на уменьшение с угловой скоростью около 3 град/сек; угол крена $2,5^{\circ}$ (правый), вертикальная скорость близкая к нулю с тенденцией к снижению. Угол атаки по указателю равнялся 6° , угол срабатывания сигнализатора АУАСП был равен 8.4° (запас по углу атаки 2.4°). Положение органов управления было следующим: колонка управления находилась в нейтральном положении, штурвал был отклонен в положение минус 15° (на создание правого крена). Самолет был

разбалансирован в продольном и боковом каналах, что предопределило дальнейшее некоординированное пилотирование в течение около 1 минуты.

В 11:35:06, в период очередного срабатывания АУАСП, неустановленный член экипажа (наиболее вероятно, штатный второй пилот) предупредил: «Снижаемся..., углы, углы». Снижение, которое предлагал выполнить второй пилот, привело бы к увеличению запаса по углу атаки и было абсолютно правильным действием в текущей ситуации. Однако КВС ответил на это отказом и дал команду на установку номинального режима работы двигателей, которая была выполнена бортинженером. После отключения АП начал развиваться правый крен, значение которого в течение 20сек достигало 45град со срабатыванием сигнализации «крен велик». Резким отклонением элеронов влево крен был парирован пилотом.

После отключения автопилота КВС пытается движением штурвала «на себя»- «от себя» погасить колебания и удержать самолет на заданной высоте. Эти действия были неграмотными, что в сочетании с другими неправильными действиями - отклонением гашетки триммера на кабрирование, - привели к развитию расходящихся колебаний по тангажу (углу атаки и перегрузке) с тенденцией смещения среднего значения угла атаки на кабрирование и, как следствие, с дальнейшим падением скорости. В течение 45сек(!) КВС так и не предпринял правильных действий – ОТКЛОНИТЬ ШТУРВАЛ «ОТ СЕБЯ» В НЕЙТРАЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И ЗАДЕРЖАТЬ ЕГО В ЭТОМ ПОЛОЖЕНИИ НА НЕСКОЛЬКО СЕКУНД. Это свидетельствует о том, что он не представлял реальной опасности и не распознал признаков приближающегося сваливания, несмотря на наличие ощутимой предупредительной тряски, зафиксированной бортовым самописцем. Для него потеря нескольких сотен метров высоты (200-400м) в облаках казалась, вероятно, более опасной, чем реальность сваливания.

Примечание: В РЛЭ самолета Ту-154М, п.п. 4.4.5. (3) «Особенности пилотирования в турбулентной атмосфере и при сваливании» рекомендовано: «...если сваливание произошло (что может быть обнаружено по загоранию светосигнализатора АУАСП, уменьшению скорости ниже минимальной и интенсивному росту угла тангажа), немедленно отдать колонку штурвала до предела «от себя», убрать крен и при необходимости увеличить режим работы двигателей вплоть до взлетного. После уменьшения угла атаки и увеличения скорости до значения, превышающего минимальную скорость не менее чем на 50-70км/ч, перевести самолет в горизонтальный полет...».



разбалансирован в продольном и боковом каналах, что предопределило дальнейшее некоординированное пилотирование в течение около 1 минуты.

В 11:35:06, в период очередного срабатывания АУАСП, неустановленный член экипажа (наиболее вероятно, штатный второй пилот) предупредил: «Снижаемся..., углы, углы». Снижение, которое предлагал выполнить второй пилот, привело бы к увеличению запаса по углу атаки и было абсолютно правильным действием в текущей ситуации. Однако КВС ответил на это отказом и дал команду на установку номинального режима работы двигателей, которая была выполнена бортинженером. После отключения АП начал развиваться правый крен, значение которого в течение 20сек достигало 45град со срабатыванием сигнализации «крен велик». Резким отклонением элеронов влево крен был парирован пилотом.

После отключения автопилота КВС пытается движением штурвала «на себя»- «от себя» погасить колебания и удержать самолет на заданной высоте. Эти действия были неграмотными, что в сочетании с другими неправильными действиями - отклонением гашетки триммера на кабрирование, - привели к развитию расходящихся колебаний по тангажу (углу атаки и перегрузке) с тенденцией смещения среднего значения угла атаки на кабрирование и, как следствие, с дальнейшим падением скорости. В течение 45сек(!) КВС так и не предпринял правильных действий – ОТКЛОНИТЬ ШТУРВАЛ «ОТ СЕБЯ» В НЕЙТРАЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И ЗАДЕРЖАТЬ ЕГО В ЭТОМ ПОЛОЖЕНИИ НА НЕСКОЛЬКО СЕКУНД. Это свидетельствует о том, что он не представлял реальной опасности и не распознал признаков приближающегося сваливания, несмотря на наличие ощутимой предупредительной тряски, зафиксированной бортовым самописцем. Для него потеря нескольких сотен метров высоты (200-400м) в облаках казалась, вероятно, более опасной, чем реальность сваливания.

Примечание:

В РЛЭ самолета Ту-154М, п.п. 4.4.5. (3) «Особенности пилотирования в турбулентной атмосфере и при сваливании» рекомендовано: «...если сваливание произошло (что может быть обнаружено по загоранию светосигнализатора АУАСП, уменьшению скорости ниже минимальной и интенсивному росту угла тангажа), немедленно отдать колонку штурвала до предела «от себя», убрать крен и при необходимости увеличить режим работы двигателей вплоть до взлетного. После уменьшения угла атаки и увеличения скорости до значения, превышающего минимальную скорость не менее чем на 50-70км/ч, перевести самолет в горизонтальный полет...».



В результате непринятия экипажем должных мер после выхода самолета за допустимые эксплуатационные углы атаки, в 11:35:46 самолет попал в режим аэродинамического «подхвата», который характерен для всех типов самолетов с «Т» - образным хвостовым оперением и двигателями, расположенными в хвостовой части фюзеляжа. Самолеты с подобной схемой имеют неблагоприятную характеристику $m_z=f(\alpha)$ на больших углах атаки, значительно превышающих допустимые в эксплуатации. На $\alpha > \alpha_{пред.}$ наблюдается наличие энергичного «подхвата» по углу атаки, который, если вовремя не парируется пилотом, приводит к сваливанию и попаданию самолета в плоский устойчивый штопор. Вывод из такого штопора без применения спецсредств практически невозможен.

После увеличения углов атаки до значений, существенно (в 3 раза) превышающих эксплуатационные, произошло самовыключение боковых двигателей, которое экипаж классифицировал как помпаж. Необходимо отметить, что самовыключение двигателей и предшествующий ему период неустойчивой работы происходили при тех же величинах углов атаки, на которых данные явления отмечались и при проведении специальных летных испытаний.

В 11:36:00 зафиксировано начало штопорного вращения самолета, после чего ситуация стала необратимой, самолет совершал движение со снижением по спирали с постоянным изменением значений углов тангажа и крена, с большими угловыми и вертикальными скоростями, что характерно для «плоского штопора».

После возникновения «подхвата» и в процессе штопора не зафиксировано ни одной попытки экипажа отдать штурвал «от себя». Более того, штурвал постоянно отклонен «на себя» до ДПЗ и даже больше вплоть до столкновения с землей. Анализ переговоров внутри кабины свидетельствует о полном отсутствии понимания того, что происходит и беспомощности пилотов, в первую очередь, КВС.

11:36:58 экипаж сообщил диспетчеру об аварийной ситуации на борту: «SOS, Пулково 612-й, SOS» и в 11:36:58: «Пулково 6-12, SOS, SOS. Снижаемся у нас уже... высота 3000».

В 11:38:30 произошло столкновение ВС с землей, на удалении 28,5 км от КТА аэродрома Донецк, в месте с координатами: N 48° 19,979'; E 037° 44,705'.

В ходе расследования было выявлено несколько факторов, сочетанием которых, наряду с повышением психоэмоционального напряжения КВС в аварийном полете, наиболее вероятно, и объясняются его неправильные действия при возникновении и развитии особой ситуации:

Отсутствие необходимых знаний и навыков

Несмотря на большой налет КВС на самолете Ту-154М, анализ его действий показывает, что он не имел четкого представления об особенностях пилотирования и конструкции системы управления самолетом Ту-154М в продольном канале, а также навыков пилотирования самолета на больших высотах и углах атаки в штурвальном режиме.

Знания

Особенности, которые летчику необходимо учитывать при пилотировании, вытекают из конструкции системы управления и наличия в ней МЭТ. При полете в штурвальном режиме МЭТ выполняет 3 функции:

- снимает усилия на штурвале (осуществляет балансировку по усилиям) в диапазоне $\delta_B = -15^\circ \dots +10^\circ$.

- в полетной конфигурации при нажатии гашетки «на кабрирование» смещается порог вступления в работу дополнительного полетного загрузителя(!);

- является "датчиком" для системы улучшения устойчивости-управляемости, которая формирует дополнительный (к отклонению летчиком) сигнал на отклонение РВ по закону:

$$\Delta\delta_{BPA} = K_{\omega_z} \times \omega_z - K_{X_B} \times K_{Ш_0} \times \Delta X_B,$$

где, K_{ω_z} - коэффициент усиления демпфера тангажа, равный 1, в независимости от конфигурации самолета и режима полета,

$K_{X_B} \times K_{Ш_0} \times \Delta X_B$ - сигнал управляемости, а $\Delta X_B = X_{B_ФАКТ} - X_{B_ТРИММ}$ - отклонение штурвала летчиком от стриммированного положения. Кроме того, величина и знак (!) самого коэффициента управляемости (K_{X_B}) зависят от положения МЭТ.

Наличие подобной конструкции определяет следующие особенности пилотирования:

- Изменять балансировочное положение штурвала в процессе полета с единичной перегрузкой (набор высоты, снижение, разгон, торможение) следует с помощью МЭТа. В этом случае стриммированное положение колонки совпадает с балансировочным, а это необходимо для оптимальной работы системы СУУ.
- Маневры с изменением вертикальной перегрузки (вираж, ввод в набор высоты или снижение) следует выполнять отклонением

колонки без триммирования. После снятия усилий колонка возвращается в стриммированное положение.

РЛЭ и существующие методики подготовки и переучивания на Ту-154 не содержат полной информации об указанных особенностях, в том числе о работе МЭТ и правилах его эксплуатации, а при изучении самолета на это не обращают должного внимания. В результате летчики в большинстве своем не знают этих особенностей и чрезмерно «смело» используют МЭТ, не задумываясь о последствиях. «Хаотически» используя МЭТ в процессе маневрирования, летчик, также «хаотически», «меняет» динамические свойства самолета (характеристики переходного процесса), что может привести к «раскачке» самолета по тангажу.

Существует особенность системы продольного управления, о которой пилоты знают, но не полностью представляют себе ее возможное влияние в различных ситуациях. Она заключается в том, что при триммировании «на кабрирование» смещается, в абсолютных величинах, возможный диапазон отклонения колонки «на кабрирование» без ощущения дополнительных усилий (без подключения ДПЗ), что может привести к нежелательному увеличению угла атаки и торможению скорости. Кроме того, наличие значительных (5-7кг) усилий страгивания колонки от стриммированного положения, обусловленных собственным трением в проводке управления и предварительной затяжкой пружинного загрузителя, при триммировании летчиком усилий в процессе выполнения маневров приводит к необходимости многократного «прохода» через эту «зону нечувствительности» при характере пилотирования, аналогичном аварийному полету, что может приводить к фазовому запаздыванию управляющих действий и, как следствие, к «раскачке» самолета.

Необходимо отметить еще одну особенность конструкции системы управления самолета Ту-154М в продольном канале. Сравнительный анализ законов управления, используемых в штурвальном режиме и в автоматическом режиме стабилизации высоты, показал, что при выполнении одной и той же задачи по стабилизации высоты, автопилот управляет самолетом с коэффициентом усиления в схеме демпфера тангажа в три раза большим, чем при штурвальном режиме, т.е. колебательность переходных процессов при автоматическом управлении будет значительно меньше.

Навыки

Из-за ограниченных возможностей аналогового вычислителя на КТС Ту-154, который используется для тренировок экипажа, невозможно даже с малой степенью приближения смоделировать поведение ВС при выходе на критические и закритические углы атаки. Из-за отсутствия системы подвижности невозможно дать экипажу акселерационные ощущения, близкие к

ощущениям в реальных условиях. Моделирование полета с турбулентностью невозможно.

Личностные особенности КВС

В 2005 году пилот прошел обследование у психолога ВЛЭК по тестам «Лабиринт» и «Реакция на движущийся объект». Тест «Лабиринт» оценивает точность сенсомоторной координации и способность к упреждающим действиям, результаты выполнения теста Корогодиным И.И. оказались на уровне ниже среднего. Тест «Реакция на движущийся объект» оценивает способность к прогнозированию перемещений наблюдаемого объекта и быстроту сенсомоторной реакции, результаты теста оказались в пределах среднего уровня, но очень близко к границам уровня ниже среднего. При этом важно заметить, что из 30-ти предъявлений движущегося объекта в тесте количество своевременных реакций на него у Корогодина И.И. составило только 9, количество реакций с опозданием было вдвое больше - 18, а количество опережающих реакций составило всего 3. Таким образом, прослеживается тенденция к преобладанию замедленных сенсомоторных реакций, что и было отражено в заключении психолога ВЛЭК за 2005г. как в карте обследования, так и в медицинской книжке.

Данные особенности психосоматического функционирования КВС Корогодина И.И. могли оказать существенное влияние на его поведение в стрессовой ситуации, а именно снизить скорость и точность принятия решений и выполнения действий.

Анализируя процесс возникновения и развития особой ситуации, можно заметить, что руководство действиями экипажа со стороны командира ВС было неудовлетворительным. В ситуации, требовавшей высокого уровня внимания, в кабине велись многочисленные разговоры на отвлеченные темы. При очевидном усложнении ожидаемых условий полета, замена пилота – стажера на правом кресле штатным вторым пилотом произведена не была. Уменьшение скорости полета (числа М) до значений, менее рекомендованных РЛЭ самолета Ту-154М, происходило в течение достаточно длительного интервала времени. Информации командиру воздушного судна, осуществлявшему активное пилотирование, об уменьшении скорости от остальных членов экипажа не поступало. В результате, экипаж не предпринял никаких эффективных действий для увеличения скорости.

Примечание: *В результате анализа всех имеющихся данных можно предположить, что на этапе возникновения и развития особой ситуации КВС, наиболее вероятно, пытался обойти облачность визуально, что затрудняло ему контроль за скоростью и другими*

параметрами полета по приборам.

Взаимодействие в экипаже

Поскольку изначально самолет Ту-154М проектировался и сертифицировался для экипажа: КВС, 2П, БИ, РЛЭ самолета Ту-154М не содержит инструктивного материала по функциональным обязанностям штурмана и технологию его работы в составе экипажа. Фактически многие авиакомпании эксплуатируют самолет со штурманом без соответствующего уточнения действующей документации. Указанное обстоятельство негативно сказывается на взаимодействии членов экипажа, в том числе в особых ситуациях.

Соответствующие рекомендации по результатам расследования катастрофы самолета Ту-154М RA-85845 авиакомпании «Владивостокавиа» в районе Иркутска 03.07.2001 (п.п. 5.14, 5.15) до настоящего времени не выполнены.

Катастрофа и инцидент по аналогичным причинам

Необходимо отметить, что во многом аналогичная картина возникновения и развития особых ситуаций наблюдалась при катастрофе самолета Ту-154Б в 1985г. (Учкудук) и при инциденте 14.02.2000 с самолетом Ту-154 №85794 под Котласом (авиакомпания «Полярные авиалинии»). При существенном различии причин и условий, которые привели к возникновению особых ситуаций, их объединяет ряд общих факторов:

- полет на высотах, близких к предельно-допустимым при задних центровках;
- отключение экипажем режима автоматической стабилизации по тангажу происходило при несбалансированном положении самолета в продольном канале;
- в результате последующего управления в штурвальной режиме с использованием интенсивного разнонаправленного триммирования усилий на колонке при помощи МЭТ, экипажи раскачивали самолет в продольном канале с многократным выходом на срабатывание сигнализации АУАСП.

В обоих случаях комиссии по расследованию не установили всех факторов, приведших к этим событиям, и не выработали соответствующих эффективных рекомендаций по повышению безопасности полетов.

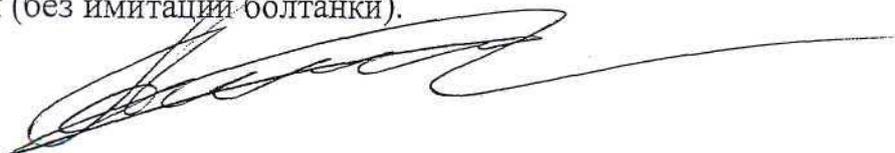


Подготовка летного состава на тренажере КТС-154

Из-за ограниченных возможностей аналогового вычислителя на КТС самолета Ту-154 невозможно даже с малой степенью приближения смоделировать поведение ВС при выходе на критические и закритические углы атаки.

Из-за отсутствия 6-ти степенной системы подвижности на КТС самолета Ту-154 также невозможно дать экипажу акселерационные ощущения, близкие к ощущениям в реальных условиях полета. Моделирование полета в условиях турбулентности невозможно.

Тренировка экипажей Ту-154 согласно Программы ежеквартальной тренировки на КТС Ту-154 по Задаче 2 Упражнению 4 «Полет в зону...для воспроизведения режима подхода к критическим углам атаки, включая предельные значения центровки, с последующим восстановлением нормального режима полета» производится на эшелоне (как правило, 9100м) на скоростях и числах М крейсерского полета в нормальных условиях эксплуатации (без имитации болтанки).



3. Выводы

3.1. Аэронавигационное обеспечение полета в целом соответствовало требованиям действующих нормативных документов. Неточности, допущенные специалистами УВД, непосредственно с причинами авиационного происшествия не связаны. Экипаж своевременно получал от диспетчеров Ростовской и Харьковской зон запрашиваемые разрешения на изменения маршрута полета для обхода грозных зон.

3.2. Экипаж перед вылетом из Анапы имел необходимую информацию о прогнозируемой погоде, включая возможное наличие гроз, облачности с верхней границей до 12км, а также пересечение холодного фронта с волнами.

Полет проходил в сложных метеоусловиях при наличии зон грозной деятельности, а также зон градообразования и турбулентности. Экипаж при попадании самолета в зону турбулентности с интенсивностью от умеренной до сильной принял решение о смене эшелона 380 (11600м) на эшелон 390 (11900м). В процессе набора эшелона 390 самолет попал в зону действия града. Температура наружного воздуха на эшелонах 380 и 390 практически соответствовала стандартной.

Недоставление до экипажа самолета информации о грозоградоопасной обстановке, сложившейся к моменту входа самолета в зону полетной информации, обслуживаемую Харьковским РДЦ, могло, возможно, не позволить экипажу всесторонне оценить метеобстановку и принять решение об изменении плана полета.

Выявленные недостатки в метеорологическом обеспечении полета непосредственно с причинами авиационного происшествия не связаны.

3.3. Бортовой радиолокатор «Гроза М-154» был работоспособен и функционировал в соответствии с техническими условиями. Экипаж с его помощью определял и обходил зоны опасных метеоявлений.

3.4. Самолет был заправлен достаточным количеством кондиционного топлива для безопасного завершения полета. Взлетная масса и центровка самолета находились в допустимых РЛЭ самолета Ту-154 пределах. Количество топлива на борту было достаточным для полета по маршруту и обхода опасных метеоявлений.

3.5. В процессе полета после взлета в Анапе и набора высоты в зоне ответственности Ростовского центра АС УВД экипаж с разрешения диспетчера обошел зону грозной деятельности справа без изменения высоты по своим средствам.



При полете на эшелонах 360 (11000м) – 380 (11600м) в зоне ответственности Харьковского центра в районе Донецка экипаж неправильно оценил метеоусловия, при встрече с грозовыми очагами принял запоздалое решение об их обходе слева с набором высоты до 11900м (без обеспечения требуемого запаса 500м) и, как следствие, вошел в зону опасных метеоявлений.

3.6. Самолет, его системы и двигатели были работоспособны при вылетах из Пулково и Анапы. Комиссия не выявила также признаков отказа каких-либо систем самолета и двигателей в последнем полете до момента выхода самолета на закритические углы атаки. После выхода самолета на закритические углы атаки произошло самовыключение боковых двигателей.

Летно-технические характеристики, а также характеристики устойчивости и управляемости самолета Ту-154М RA-85185 в полете 22.08.06 соответствовали характеристикам самолета типа. АБСУ и СУУ работали в соответствии с заложенной логикой.

Параметры полета самолета определялись отклонениями управляющих поверхностей и режимом работы двигателей, а также воздействием вертикальных порывов ветра силой до 7 м/с индикаторной скорости.

Разрушения самолета в воздухе не было. Все повреждения конструкции произошли в результате столкновения самолета с земной поверхностью.

3.7. Анализ РЛЭ самолета ТУ-154М выявил ряд пунктов, допускающих различное толкование, что затрудняет однозначное определение ограничений, установленных для максимально допустимой высоты полета, а также рекомендованных процедур выдерживания приборной скорости полета и числа М в наборе высоты и полетах в условиях турбулентности.

В РЛЭ самолета, а также в программах подготовки и периодических тренировок экипажей, не содержится исчерпывающей информации, разъясняющей членам экипажей особенности пилотирования самолета Ту-154М по тангажу в штурвальном режиме, а также принципы работы и порядок использования МЭТ на различных этапах полета.

3.8 При тренировках экипажей на КТС Ту-154 из-за ограниченных возможностей аналогового вычислителя невозможно даже с малой степенью приближения смоделировать поведение самолета при выходе на критические и закритические углы атаки, из-за отсутствия 6-ти степенной системы подвижности невозможно дать экипажу акселерационные ощущения, близкие к ощущениям в реальных условиях полета, невозможно также моделирование полета в условиях турбулентности.

При указанных недостатках тренировка экипажей самолетов Ту-154 согласно Программы ежеквартальной тренировки на КТС Ту-154 по Задаче 2 Упражнения 4 «Полет в зону ... для воспроизведения режима подхода к критическим углам атаки...» невозможна.

3.9 Экипаж имел действующие пилотские свидетельства. Квалификация членов экипажа, за исключением второго пилота-стажера, соответствовала характеру выполняемого задания. По представленным документам, уровень профессиональной подготовки членов экипажа, за исключением второго пилота-стажера, соответствовал установленным требованиям.

Выдача летного свидетельства и включение в состав экипажа второго пилота-стажера проведены в соответствии с действующими в России нормативами, однако с существенными отклонениями (упрощениями) от стандартов Приложения 1 к Конвенции ИКАО в части наличия необходимого опыта и навыков для получения свидетельства линейного пилота авиакомпании.

3.10 Анализ действий экипажа на этапе возникновения и развития особой ситуации выявил недостатки в профессиональной подготовке как КВС – инструктора, так и второго пилота-стажера:

- КВС-инструктор в ожидаемых условиях полета по маршруту при наличии опасных метеоявлений не обеспечил нахождение на рабочем месте второго пилота опытного члена экипажа вместо пилота-стажера.

Примечание: Действующие нормативные документы предусматривают ограничения по занятию рабочего места 2-м пилотом-стажером только на этапах посадки ВС в условиях хуже первой категории ИКАО. Во всех остальных случаях ограничений на занятие рабочего места не предусмотрено;

- КВС несвоевременно выполнил рекомендации РЛЭ Ту-154М в части обязательного отключения автопилота при попадании в условия сильной турбулентности;
- КВС не в полной мере выдерживал приборные скорости и числа М полета, рекомендуемые РЛЭ для этапа набора высоты и полета в условиях турбулентности;
- действия КВС на этапе возникновения и развития особой ситуации были некоординированными и привели к раскачке самолета в продольном канале, его выходу на закритические углы атаки и режим сваливания;
- КВС не выполнил требования п. 4.4.4(1) РЛЭ по действиям экипажа в части принятия мер по увеличению скорости полета при срабатывании сигнализации АУАСП;
- члены экипажа не осуществляли необходимого контроля за приборной скоростью, числом М, углом атаки и другими параметрами полета и не информировали своевременно КВС о выходе этих параметров за допустимые пределы, что свидетельствует об отсутствии должного взаимодействия в экипаже.



3.11 Медицинские аспекты

Анализ личностных особенностей КВС выявил его склонность к риску и недооценке последствий, а также не критичность со склонностью к отрицанию негативной информации.

В результате психологического тестирования КВС была также выявлена тенденция к преобладанию замедленных сенсомоторных реакций, что и было отражено в заключении психолога ВЛЭК за 2005г. как в карте обследования, так и в медицинской книжке. Данные особенности психосоматического функционирования КВС Корогодина И.И. могли оказать существенное влияние на его поведение в стрессовой ситуации, а именно снизить скорость и точность принятия решений и выполнения действий.

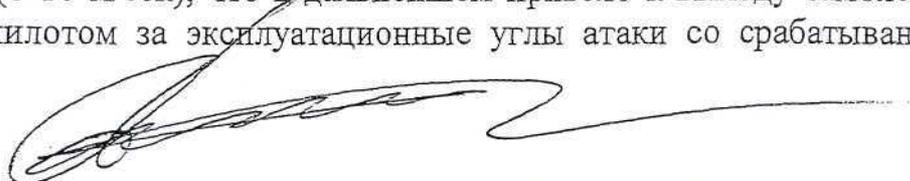
3.12. Развитие особой ситуации началось с момента попадания ВС на эшелоне 380 (11600м) в зону турбулентности с интенсивностью от умеренной до сильной. Полет проходил штатно, на числе $M \sim 0.8 - 0.83$. КВС, второй пилот-стажёр, штурман и бортинженер находились на своих штатных рабочих местах. Характер повреждений, обнаруженных на их телах после происшествия, свидетельствует, что в момент столкновения самолета с землей пилоты находились в активной рабочей позе. Второй пилот-стажёр был привязан ремнями, у КВС признаки воздействия привязного ремня отсутствуют. Штатный второй пилот находился в пилотской кабине, однако активного участия в управлении самолетом не принимал.

Попадание в зону турбулентности с индикаторными вертикальными порывами до 7 м/сек дважды привело к кратковременному (менее 1 секунды) срабатыванию сигнализации АУАСП с реализацией вертикальной перегрузки до 1.5 ед. Вопреки рекомендациям РЛЭ экипаж автопилот не отключил.

КВС, с разрешения диспетчера, начал набор эшелона 390 (11900м), вероятно, для обхода зоны турбулентности сверху. Экипаж имел право занять высоту 11900м при текущей полетной массе самолета менее 85 тонн.

Набор эшелона 390 осуществлялся от рукоятки «спуск-подъем» на режиме работы двигателей чуть меньше номинального с включенной АБСУ в каналах крена и тангажа. Фактическая вертикальная скорость набора высоты составляла 8-10м/сек, что в два раза превышало располагаемые вертикальные скорости набора для фактических условий полета и привело к падению скорости полета при выходе на эшелон 390 до ~ 420 км/ч ($M - 0.74$).

Попытка перехода в режим горизонтального полета на эшелоне 390, наиболее вероятно, была осуществлена экипажем путем включения режима автопилота «стабилизация высоты» при наличии значительной вертикальной скорости набора (8-10 м/сек), что в дальнейшем привело к выходу самолета в полете под автопилотом за эксплуатационные углы атаки со срабатыванием АУАСП.



Примечание: На данном этапе полета турбулентность была значительно меньше, а срабатывание АУАСП было вызвано малой скоростью полета и наличием вертикальной перегрузки величиной до 1.3 ед.

После повторного срабатывания АУАСП экипаж (наиболее вероятно, КВС) отключил автопилот по обоим каналам. Дальнейший полет проходил в режиме штурвального управления.

Управление самолетом в канале тангажа осуществлялось КВС некоординированно, что привело к прогрессирующей «раскачке» по тангажу, многократному срабатыванию АУАСП и выводу самолета на закритические углы атаки и режим сваливания. Прогрессирующему выходу самолета на закритические углы атаки способствовало неправильное (ненужное) на данном этапе полета использование КВС механизма электротриммерного эффекта (МЭТ), что привело к неоптимальной работе системы СУУ, а также лишило КВС обратной связи по усилиям и отодвигало стриммированное положение колонки штурвала и порог подключения дополнительного полетного загрузателя (ДПЗ) на все большие значения «на кабрирование».

Должный контроль за скоростью и другими параметрами полета, а также своевременная информация КВС о превышении эксплуатационных ограничений, со стороны членов экипажа отсутствовали.

Непринятие экипажем мер, предписанных РЛЭ при срабатывании сигнализации АУАСП и после выхода на режим сваливания, привело к попаданию самолета в режим «аэродинамического подхвата» на углах атаки примерно в 3 раза больше допустимых в эксплуатации с переходом в плоский штопор.

Самолет с большой вертикальной скоростью и практически без поступательной скорости столкнулся с землей.



Заключение

Причиной катастрофы самолета Ту-154М RA-85185 авиакомпании «Пулково» явился вывод самолета при полете в штурвальном режиме на закритические углы атаки и режим сваливания с последующим переходом в плоский штопор и столкновением с землей с большой вертикальной скоростью.

При отсутствии в Руководстве по летной эксплуатации (РЛЭ) самолета Ту-154М и программах подготовки экипажей необходимых рекомендаций по особенностям пилотирования в продольном канале и использовании механизма электротриммирования, а также невозможности отработки навыков пилотирования самолета в штурвальном режиме на больших высотах и углах атаки из-за отсутствия пригодных для этого тренажеров, экипаж при обходе зон грозовой деятельности и турбулентности допустил раскачку самолета по тангажу и выход за эксплуатационный диапазон углов атаки.

Отсутствие контроля за скоростью полета и невыполнение указаний РЛЭ по недопущению попадания самолета в режим сваливания при неудовлетворительном взаимодействии в экипаже не позволили предотвратить переход ситуации в катастрофическую.

