



ГЛАВА V

EGPWS/TAWS: СИСТЕМЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЯ С ЗЕМЛЕЙ

«Умный в гору не пойдет, умный гору обойдет»

Русская народная пословица

«...погиб в горах»

Надпись на большинстве памятных табличек в Приэльбрусье

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ EGPWS

Рассмотренная в предыдущем разделе система предупреждения столкновений воздушных судов в воздухе и, соответственно, вопросы этой тематики — это лишь одна сторона медали. Вторая, не менее важная, составляющая безопасности полетов — это исключение столкновения с землей. Речь идет о ситуациях, когда диспетчер, в силу ошибки, способствует развитию опасной ситуации, или экипаж (что бывает гораздо чаще) ошибочно «задевает» землю (гору, дерево, высокое здание или подъемный кран, случайно появившийся в этом месте и т.д.). История столкновений с землей — старейшая проблема в авиации, актуальная столько же лет, сколько летают воздушные суда.

Системы предупреждения столкновений с землей получили активное развитие во второй половине прошлого века: мир восстанавливался после двух мировых войн, интенсивность гражданских перевозок выросла в сотни (если не в тысячи) раз. В начале 70-х годов один из инженеров фирмы Bendix — некий Don Bateman — догадался объединить альтиметр с синтезатором речевых команд, которые, в зависимости от высоты над землей (QFE), кратко и лаконично рекомендовали экипажу, как себя вести (ввиду малого запаса по времени и потенциально сильного стресса в такой момент). Хотелся немного разбавить юмором: в начале 2000-х годов, когда автонавигаторы стали доступны всем, в интернете появились различные «озвучки», которые голосами известных харизматичных людей рекомендовали водителю, как ехать. Некоторые умельцы в гаражных мастерских дорабатывали систему (копировали звуковое оформление), и при парковке вы слышали аналогичные рекомендации. К примеру, если парктроник сигнализировал, что вы подъехали к объекту ближе, чем на 7 см, то вместо зуммера выдавался целый абзац голосом Жириновского. Именно, абзац, в котором харизматичный лидер напрямую говорил вам, что он о вас думает. Приблизительно так же работала и первоначальная озвучка от фирмы Bendix, только вместо Жириновского говорил «терминатор».

Системы первого поколения сразу стали набирать популярность, и количество их инсталляций быстро росло (уже в середине 70-х). Как я говорил выше, системы учитывали сигналы, как барометрических высотомеров, так и данные с радиовысотомеров. Результат сравнений преобразовывался в визуальные предупреждения и звуковое оформление. Тренд развития систем того поколения — это повышение точности и быстродействия. С годами, когда цифровая техника начала наступать, добавился еще один пункт — преобразование данных в цифровую форму. Именно это дало новый толчок, ведь, по сути, оцифрованную информацию, при хорошем анализе и визуализации можно использовать как угодно: инструментарий был огромный.

Следует так же отметить, что в дальнейшем, выделялось 2 класса систем — аналоговый и цифровой. К первой группе относится ССОС — системы сигнализации опасной скорости сближения с землей («орущая» жуткой сиреной в том же Ту-154), ко второй группе можно отнести отечественные СППЗ — системы предупреждения приближения земли. В международном мире (по стандартам ICAO) цифровые системы именуются Ground Proximity

Warning System (GPWS). Обратите внимание на слово «Warning» — система предупреждает, не более того. Иными словами, система сигнализирует, предупреждает экипаж за определенный период (обычно 5–30 с) до потенциального столкновения, и, к сожалению, этого времени не всегда достаточно для вывода самолета из опасной ситуации.

Также особо хочется отметить, что иногда эти системы пилоты просто отключают (в открытом доступе есть несколько опубликованных отчетов о таких случаях). Это связано с тем, что при полетах над горной местностью системы GPWS генерируют ряд ложных срабатываний, и общее «доверие» к системам снижается, да и периодические ложные сигналы лишь повышают нервность. Были прецеденты, когда при постоянно включенной системе, экипаж просто не верил ее сигналам и, получив информацию об угрозе столкновения, игнорировал рекомендации по набору высоты, либо затягивал выполнение набора, пытаясь оценить достоверность сигналов GPWS. Были и другие прецеденты, когда экипаж, выключив систему, потом просто не успевал «вспомнить» об этом.

Надо отметить, что американцы в этом плане мыслили очень прогрессивно и, начиная с 1973 года, FAA приняло решение об обязательном оснащении самолетов системой GPWS. Система GPWS прошла долгий путь развития, существует просто огромное количество модификаций и ревизий. В том виде (максимально приближенно), в котором мы видим эту систему сейчас, она была разработана (читай — в очередной раз модифицирована) в 1996 году, суть модификации проста: альтиметр интегрировали с другими датчиками (как барометрическими, так и радиовысотомерами), а главное — с системой GPS, получив в результате электронную карту местности. Надо заметить, что ранее электронные карты местности использовались только военными, для гражданских судов столь детальная сетка не предоставлялась. В таком виде система получила название EGPWS (добавилось слово «Enhanced» — улучшенный, расширенный). Очевидно, что объединенная система позволяла отображать положение самолета и прогнозировать развитие ситуации (как в сторону усугубления, так и ее разрешения). В буквальном смысле, с этого момента, пилотам предоставлялась информация о том, что происходит впереди самолета, а не только в зоне «под ним». Сам же цифровой рельеф, при наложении траектории полета, предоставлял исчерпывающую информацию о ситуации через определенный промежуток времени. Именно благодаря этому, система нового поколения заранее предупреждала об опасных изгибах рельефа, т. е. еще до того (за несколько секунд), как самолет приблизится к ним.

Итак, испытания данной системы были организованы под руководством фирмы Bendix, и включали в себя довольно обширную программу. Результаты испытаний (как и программа) в полном формате в открытом доступе отсутствуют, известны лишь критерии, которым система удовлетворяла и некоторые повествовательные моменты. Отсутствие в открытом доступе материалов объясняется не каким-либо уровнем секретности, а тем фактом, что для фирмы Bendix, это был просто проект. Перспективный, «долларонесущий», но — просто проект. Как показывает практика, ни один производитель (не только в авиации) не раскрывает всей проектной документации. По факту успешных испытаний готовятся пресс-релизы (иногда расширенные, содер-

жащие технические детали), но не более того. Известно лишь, что самолет, на котором испытывали систему — King Air, и что на нем были установлены и GPWS, и EGPWS (дабы сравнить их в работе и одинаковых условиях). Маршрут пролегал по западному побережью Канады, изначально самолет летел низко, высота была всего несколько сот футов. Далее, маршрут предусматривал облет отдельно стоящего острова с множеством крутых скал и невысоких, но тоже крутых гор. Подобные рельефные особенности система детерминирует как опасный объект. Из тех скудных данных, что имеются в открытом доступе, известно, что EGPWS заблаговременно просигнализировала об опасном сближении, автоинформатор сообщил Pull-Up и пилот вывел машину на безопасную высоту. Через несколько секунд, когда самолет уже находился на безопасной высоте, сработала система GPWS, подав сигнал об опасном сближении с землей (сигнал от радиовысотомера), причем с очевидным опозданием.

Несомненно, улучшенная GPWS, т. е. EGPWS, — это был рывок. Тем не менее, технологии не стояли на месте, алгоритмы вычисления дорабатывались, а исходные данные становились все точнее и точнее. Следующим шагом в развитии GPWS стали высокоточные системы TAWS (Terrain Avoiding Warning System) с многофункциональными дисплеями «широкого применения», т. е. на всех типах, включая одномоторные и одноместные.

Именно с развитием систем этого поколения, потребность в системах TAWS класса В (без дисплея в кабине) пошла на убыль, ибо абсолютное большинство заказчиков предпочитало систему класса С. Фирма производитель (изначально называлась Bendix), претерпела «ребрендинг» и стала анонсироваться как Allied Signal, а затем была поглощена компанией Honeywell. Суммарно этой компанией (именно бюро разработки и производством) было продано порядка 40 000 таких систем.

Как мы знаем, природа не терпит пустоты. И, подобно сюжету сказки о Красной Шапочке (в которой волк поставил героиню перед сложным бизнес-выбором: «слияние или поглощение»), рядом, буквально «в соседнем лесу», развивался сюжет параллельной сказки — «Кот в сапогах» (в которой команда молодых и предприимчивых товарищей, в лице кота и младшего сына мельника, продвигала риэлторский бизнес, с целью заполучить недвижимость принцессы, женившись на ней). По полной аналогии с этими сказками и Honeywell после всех своих «слияний и поглощений» (международный бизнес-термин — Merge & Acquisition) столкнулся с конкуренцией со стороны сразу нескольких компаний — ACSS, Universal Aviation Systems, Chelton, L-3 Communications, Garmin и Sandel (для упрощения я исключил китайских и гонконгских производителей и интеграторов, иначе список компаний был бы в 15 раз больше).

Именно поэтому (плюс видение организации FAA), был введен в обиход универсальный термин — TAWS. Следует отметить, что EGPWS была по многим параметрам и характеристикам идентична TAWS. Система спутниковой навигации является краеугольным камнем TAWS. Именно информация от GPS используется при работе системы для прогноза положения самолета. Кроме того, цифровая база данных о рельефе поверхности (так называемый, Terrain) делает эту систему независимой от метеоусловий.

В системе TAWS для анализа обстановки используются данные о вертикальной и путевой скоростях, об истинной высоте, путевом угле, про-

странственных координатах (полярные координаты) ВС, полученных от GPS, на их базе постоянно вычисляется траектория полета с упреждением более чем на 120 с, т. е. система прогнозирует (используя алгоритмы, схожие с предикативным управлением) «коридор» полета, и точку, где будет самолет через 120 с. Надо отметить, что подобный подход получил очень широкое распространение, как в гражданской авиации, так и в военной. В системе TCAS, описанной в предыдущем разделе, строится прогнозная траектория сближения 2 самолетов, в системе управления Airbus (на всех семействах) — пилоту помимо текущей скорости отображается еще и тренд скорости, прогноз, какова будет воздушная скорость через 10 секунд (показывается изменяемой стрелкой на шкале скорости).

Траектория полета сравнивается с информацией в базе данных о высотах рельефа с разрешением 0,5 либо 3 nm при полетах ВС в районе аэродрома или по маршруту, соответственно. По аналогии с TCAS (в котором выдаются команды 2 типов) в системах предупреждения столкновения с землей в вертикальной плоскости вычисляются две области для оценки степени опасности.

Первая область — заблаговременное предупреждение об угрозе возможного столкновения, она распространяется вдоль траектории движения от 20 до 132 с впереди самолета. Точное значение времени рассчитывается постоянно и зависит от высоты препятствия, параметров полета, состояние атмосферы и возможностей самолета (градиент набора у всех разный). В случае срабатывания — выдается соответствующее сообщение. Почему минимальный порог именно 20 секунд? Скажем так, это минимальное достаточное время для анализа информации и соответствующей реакции экипажа.

Вторая область — индикация высокой степени опасности столкновения с землей. Аналогично предыдущему типу, она распространяется вдоль траектории от 8 до 120 с впереди самолета. Опять, почему именно 8 секунд является минимальным порогом? Согласно исследованиям ряда комиссий — это минимальное достаточное время для реагирования экипажа и экстренного набора безопасной высоты. В случае возникновения именно этой ситуации, система EGPWS оповещает «голосом»: «Pull up» (тяни вверх).

Как известно, к комфорту привыкают быстро, и новая система быстро задала тон новым требованиям. А именно, с начала 2003 года ICAO ввело обязательное требование наличия системы раннего предупреждения приближения к земле на всех самолетах с турбинными двигателями с максимальной разрешенной взлетной массой более 15 000 кг или разрешенным к перевозке 30 пассажиров, а с начала 2005 года — на самолетах с максимальной разрешенной взлетной массой более 5 700 кг или разрешенным к перевозке 9 пассажиров. В Европе наличие на борту системы TAWS (EGPWS) обязательно с января 2007 года.

В любой системе GPWS есть два ключевых режима:

- Estimation of the terrain relief in direction of the flight — FLTA (Оценка рельефа местности в направлении полета);
- Premature descent during approach&landing — PDA (Преждевременное снижение при заходе на посадку).

Оба режима работают в аспекте прогнозирования, т. е. предупреждают заблаговременно о возможном столкновении (а не по факту близости

к препятствию). Для удобства, на дисплее показывается картинка рельефа местности. Эти два режима реализуются посредством того, что в вычислитель TAWS дополнительно вводятся данные по земной поверхности (естественные и искусственные препятствия) и информация по аэродромам. Не лишним будет напомнить, что в модуле-вычислителе TAWS имеется GPS-приемник, который привязывает все эти базы данных к самолету. Хотя, в последующем своем развитии появились системы TAWS без встроенного GPS (например, «Sandel 3400»), в этом случае данные о нахождении самолета берутся с внешнего GPS-приемника (KLN-90) и с точки зрения оптимизации стоимости — это лучший вариант. Именно внедрение этих двух режимов сделало системы TAWS «мега-популярными» (особенно в США), теперь можно наблюдать картину, когда даже некоторые легкомоторные самолеты опционально дооснащены такого рода системами, несмотря на то, что находятся в частных руках, а стоимость такого комплекса — очень высока.

В качестве завершения общей части и перехода к деталям, как именно работают подобного рода системы, хочется отметить следующий факт. В процессе подготовки материалов книги, я переработал огромное количество как отечественной, так и иностранной литературы, в том числе и иностранные отчеты о катастрофах (подобного рода инцидентов, в России, к счастью, не так много). Краткое резюме такое: с одной стороны, системы EGPWS (TAWS) улучшили осведомленность экипажей относительно наземных препятствий и существенно увеличили необходимый запас времени. А с другой стороны, катастрофы современных самолетов, оснащенных самыми современными TAWS, говорят о том, что эти системы неавтономны и не могут эффективно решать задачи предотвращения столкновений самолетов с препятствиями, т. к., если система «отработала» верно, в критический момент срабатывает «человеческий фактор». И если поднять бюллетени ICAO, то официальная версия гласит, что уровень подготовки пилотов в ряде стран не достаточен для эффективного применения TAWS в сложных условиях горной местности.

ОЦЕНКА РЕЛЬЕФА В НАПРАВЛЕНИИ ПОЛЕТА — COLLISION PREDICTIVE ALERT

Terrain clearance floor (TCF)

Одна из самых полезных функций для полетов в условиях горных аэродромов. Система предупреждает пилотов о преждевременном снижении в случае подхода к ВПП расположенной в низине. Если кратко — анализируется ряд параметров: минимальные безопасные высоты (для каждого сегмента отдельно), воздушная скорость и вертикальная скорость. Все это соотносится с базой данных, в которой есть вся информация по данному аэродрому. Очень наглядно работа в этом режиме отражена на рисунке: