

УДК 629.735.051.56(045)

Пономарева А.Ю.

ОБОБЩЕНИЕ НАЧАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ РАННЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ БЛИЗОСТИ ЗЕМЛИ МЕТОДАМИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ЭКСТРАПОЛЯЦИИ

Институт электроники и систем управления
Национального авиационного университета

Обобщён опыт начальной эксплуатации СРПБЗ научными методами, с позиции общей теории экстраполяции и интерполяции, показаны технические преимущества СРПБЗ по сравнению с системами первых поколений GPWS, CCOС.

Приведена впервые разработанная номограмма располагаемого времени у лётного экипажа на предотвращение АП CFIT по алгоритму горизонтальной экстраполяции («алгоритм вперёдсмотрящего»)

Введение

Системы раннего предупреждения начали выпускать 10 лет назад. Внедрение таких систем в настоящее время происходит без научно-методологического обоснования.

Проведение такого обоснования необходимо для уточнения области их применения, так как они используются при различных условиях и многообразном профиле местности.

Актуальность темы

Предотвращение столкновения с земной поверхностью во время управляемого полета исправных гражданских воздушных судов за последнее время стало одной из основных проблем авиационных властей во всем мире. По данным статистики ИКАО, именно этот вид авиационных событий доминирует среди факторов, которые привели к наиболее тяжелым катастрофам. Если говорить образно, то *Controlled flight into terrain (CFIT* – Столкновение с землей исправного воздушного судна) и *loss of control (LOC* – потеря управления) стали причиной 62% всех катастроф за 10-летний период (1995 - 2004 гг.). Вот почему в гражданской авиации последовательно применяется ряд организационных мер, направленных на усиление требований к бортовому оборудованию гражданских самолетов и усовершенствование соответствующих систем.

Постановка задач

Системы раннего предупреждения близости земли (СРПБЗ), предназначенные для предотвращения авиапроисшествий по категории ИКАО *CFIT*, стали разрабатываться с 1992 года после катастрофы А320 в Вогезах. По глобальному требованию международного стандарта ИКАО (Приложение 6) все новые самолёты с 2003 года должны быть оборудованы такими системами, а с 2005 года – все самолёты свыше 15 тонн.

К сожалению, научного обоснования применения систем *Enhanced Ground Proximity Warning System (EGPWS)*, система раннего предупреждения близости земли (СРПБЗ) не произошло. Научно-исследовательские работы по обоснованию области применения этих систем с позиции общей теории экстраполяции не проводились. Пока используются при эксплуатации только иллюстрационные термины типа «алгоритм впереди смотрящего», увеличения времени на принятия решения и т.д. Возникла необходимость провести научное обобщение начального опыта эксплуатации СРПБЗ, *EGPWS* и других подобных систем, а также доопределить их характеристики по специальным номограммам.

Решение поставленной задачи

Системы, которые работают в горизонтальной плоскости, это такие как СРПБЗ, система раннего предупреждения

приближения земли (СРППЗ), *EGPWS* и *Terrain Awareness & Warning System (TAWS)*.

В отличие от систем сигнализации опасной скорости (ССОС), *Ground Proximity Warning System (GPWS)* и система предупреждения приближения земли (СППЗ) системы СРПБЗ, СРППЗ, *EGPWS* или *TAWS* относятся к горизонтальным экстраполяторам, т.е. «системам, которые смотрят в перед» [1].

С технической точки зрения раннее предупреждение осуществляется путем

вывода на экран дополнительно устанавливаемого в кабине пилотов устройства данных о высоте профиля местности, над которой пролетает самолет. Высотный профиль при этом вводится в вычислитель в виде базы данных, созданной на основе электронной карты местности. Таким образом, к традиционному высотометру добавляется предупреждающая поправка по высоте. Это видно из рисунков 1 и 2.

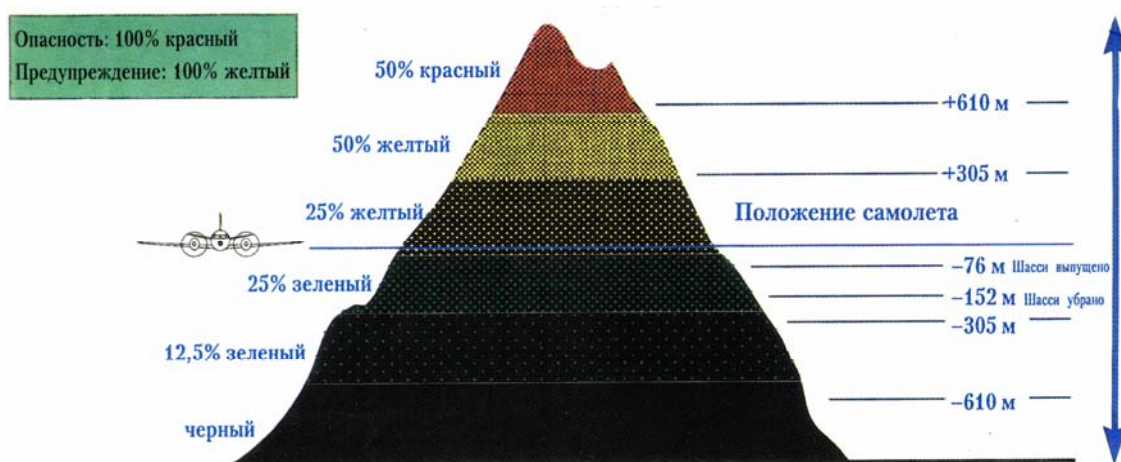


Рис. 1. Общий вид высотного профиля при цветовом кодировании индикации *EGPWS*

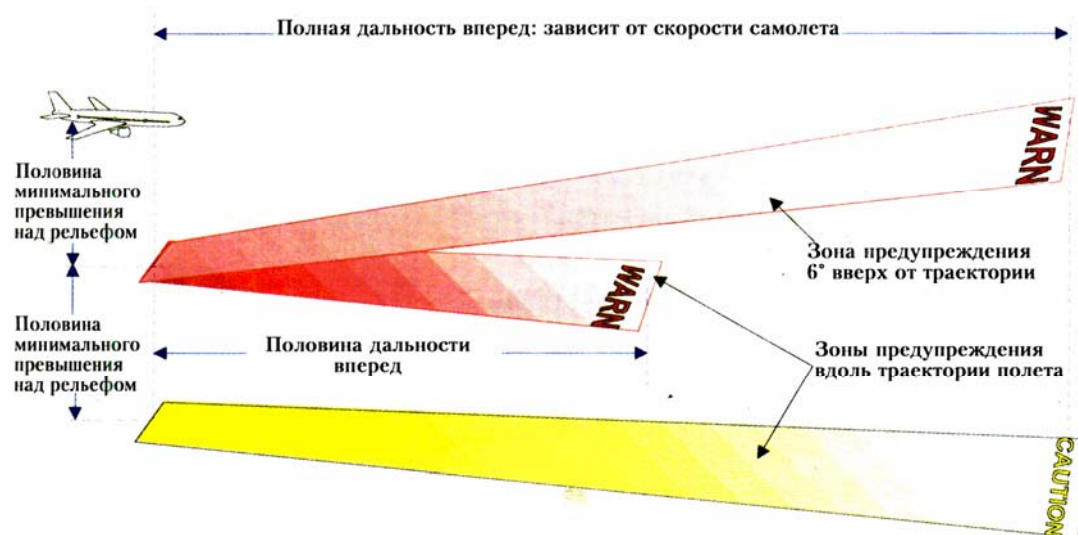


Рис. 2. Иллюстрация «алгоритм вперёдсмотрящего»

EGPWS даёт предупреждение о возможном столкновении с неровностями рельефа за 60 сек. В отличие от обычной *GPWS*, *EGPWS* не отключается автоматически при переходе к посадочной конфи-

гурации самолета. Путем сравнения проекции траектории на поверхность земли с координатами аэропорта *EGPWS* обычно даёт предупреждение о приближении ВПП за 20 с. В случае промаха при заходе

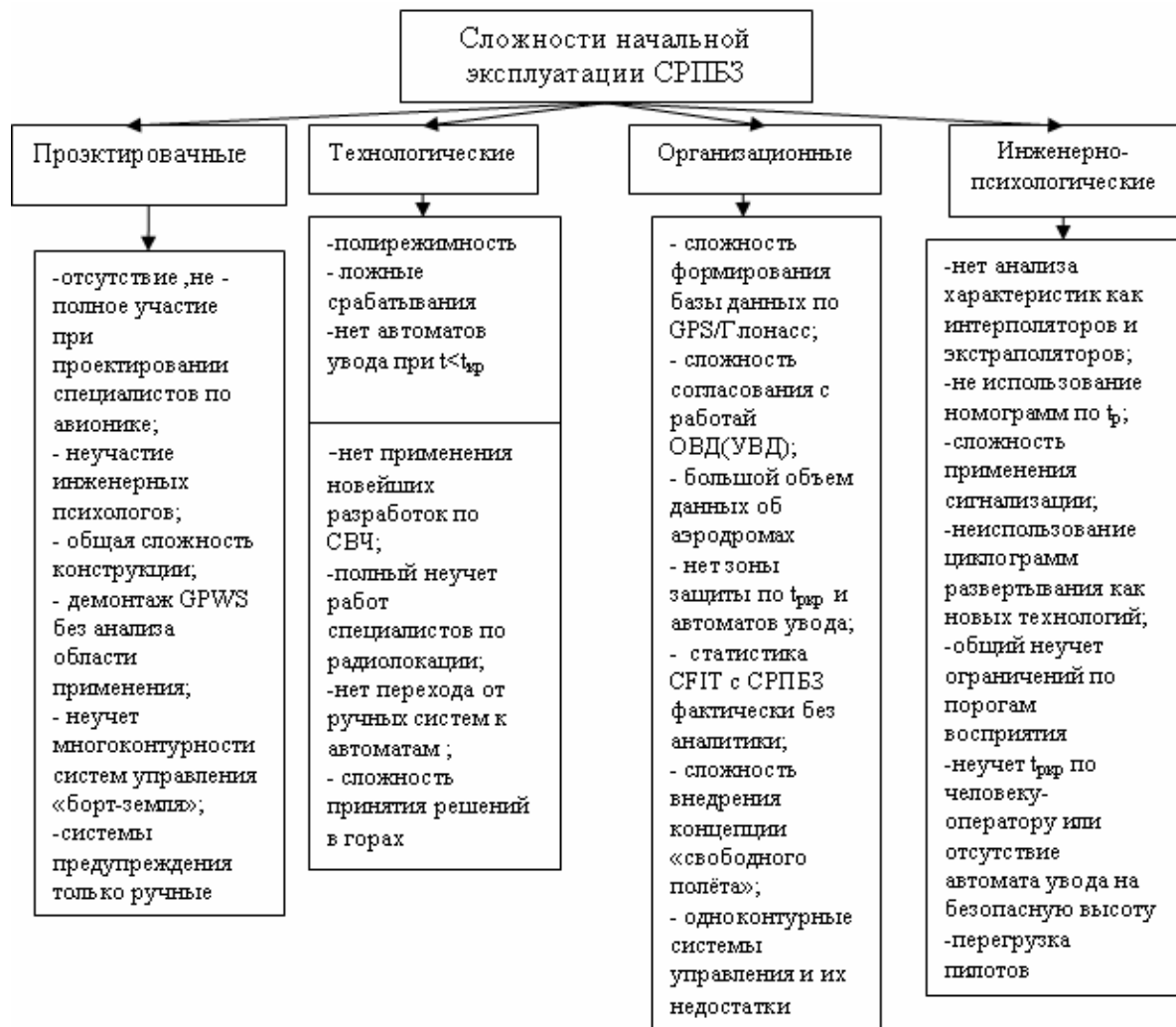
на посадку предупреждение лежит последует еще раньше [2].

Для предотвращения ложных срабатываний параметры базы данных *EGPWS* приведены в соответствие с характеристиками маневрирования воздушных судов. Кроме типа для предотвращения ложных предупреждений при сложных заходах, например, в такие аэропорты, как Кай Так в Гонконге, или от неровностей рельефа и прерывания работы датчиков применена так называемая концепция "модуляции огибающей". При этом

EGPWS сохраняет такие возможности *GPWS*, как предупреждение о полете ниже глиссады, чрезмерном крене и непреднамеренном снижении после взлета.

Несмотря на целый ряд преимуществ горизонтальных экстраполяторов типа *EGPWS* или СРПБЗ, имеющих модифицированную полирежимную функцию и вертикальной экстраполяции (до 8 режимов), начальный этап эксплуатации их сопровождается целым рядом сложностей и трудностей, показанных в табл. 1.

Таблица 1. Сложности начальной эксплуатации СРПБЗ и *TAWS*



Важной, если не главной, является проблема баз данных подстилающей поверхности – цифровых карт местности, т.е. того, что является основой системы раннего предупреждения. Теоретически

каждый перевозчик должен иметь полный набор карт практически всей земной поверхности или всех потенциальных районов обслуживания. Казалось бы, что сегодняшний уровень бурного развития

картографии особенно с учётом спутникового наблюдения позволяет решить проблему. Но не следует забывать об организационных и бюрократических препонах, связанных с обеспечением разработчиков этой информацией в полной мере. Поэтому весьма сомнительно, что зарубежные системы *EGPWS* имеют достаточный набор карт местности территории бывшего СССР, и наоборот, нет доступа к картам западного полушария необходимого масштаба и достоверности.

Очень важно также понимать, что функция горизонтальной экстраполяции, реализованная в виде «алгоритма вперёдсмотрящего» с цветовой кодировкой профиля местности имеет ограниченную область применения в горной местности, качественно зависящую от крутизны склонов гор – при пологих склонах гор эта функция трудно реализуемая по инженерно-психологическому допуску на принятие решений экипажами в сложных условиях. Это видно из номограммы t_p и V_{BC} – рис. 3.

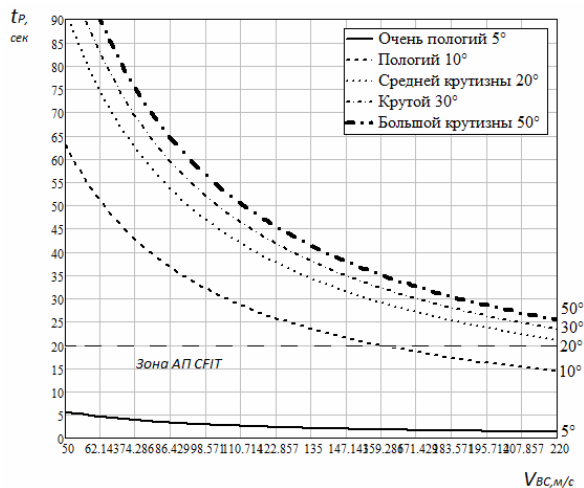


Рис. 3. Номограмма располагаемого времени t_p на принятие решений лётными экипажами при алгоритме «впередсмотрящего» («горизонтальная экстраполяция») для предотвращения АП *CFIT*

Рассмотрим катастрофу А-320, который упал в Чёрное море возле города Сочи, в ночь со 2 на 3 мая 2006г. Как показало это авиaproисшествие А320, где стояла *EGPWS*, время срабатывания до удара о морскую поверхность составило

всего 13 секунд при инженерно-психологическом допуске не менее 20 секунд в данных условиях [2].

Выводы

1. Системы раннего предупреждения (СРПБЗ, *EGPWS*, *TAWS* и др.) являются эффективным средством предупреждения и предотвращения АП *CFIT* при крутых склонах гор, но как горизонтальные экстраполяторы не могут обеспечить эффективную работу при пологих склонах гор.

2. Функция вертикальной экстраполяции СРПБЗ (*EGPWS*) полирежимна (до восьми режимов), поэтому её практическое применение весьма затруднено, особенно при располагаемом времени принятия решений лётными экипажами близком к критическому по инженерно-психологическим требованиям.

3. При первичном обобщении этапа начальной эксплуатации СРПБЗ (*EGPWS*) выяснилось, что этап сопровождается целым рядом практических трудностей и сложностей организационного, технологического, инженерно-психологического характера, которые возможно устранить только при проведении детального анализа областей применения СРПБЗ (*EGPWS*) методами экстраполяции и интерполяции, построением специальных номограмм.

Список литературы

1. Толковый словарь математических терминов // Под редакцией проф. В.А. Диткина. – М.: Просвещение, 1965. – 534 с.
2. Справочник по инженерной психологии // Под ред. Б.Ф. Ломова. – М.: Машиностроение, 1982. – 368 с.

Подано до редакції 16.02.10