

ПРОБЛЕМЫ ВЛИЯНИЯ КОМАНД АВИАДИСПЕТЧЕРОВ НА ПОТЕРЮ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТИРОВКИ ПИЛОТОВ

Рассматривается вопрос взаимодействия авиадиспетчеров и экипажей воздушных судов, возможных ошибок летного состава. Рассмотрен метод модульных преобразований необходимый при анализе больших углов крена самолёта, с учётом факторной модели полета, применение которой позволяет снизить уровень аварийности.

Введение. В настоящее время человеческий фактор оказывает большое влияние на безопасность полетов в гражданской авиации. По результатам исследований многих авторов действия человека являются причиной около 90% происшествий, что говорит об актуальности проблемы. В тоже время авиационный транспорт є одним із надійніших та безпечніших. Авіаційні події носять малоймовірний характер.

Постановка задачи.

В процесі здійснення перевезень на повітряному транспорті задіяні різні служби. Важлива роль відведена спеціалістам з управління повітряним рухом, які віддають команди екіпажам. При великій завантаженості літальними апаратами повітряного простору у диспетчера може виникнути необхідність в подачі команди про різку зміну курсу повітряним судном. Для виконання такого розвороту необхідно створити великий кут крену.

Величина крена, необходимая для выполнения маневра в горизонтальной плоскости, связанного с изменением курса, определяется углом доворота (УД), который численно равен разности между курсом, заданным авиадиспетчером Ψ_3 и текущим курсом летательного аппарата (ЛА) – Ψ_T , тобто

$$\text{УД} = \Psi_3 - \Psi_T.$$

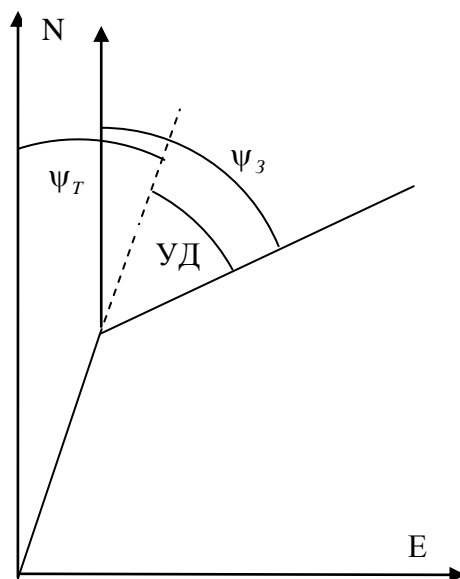


Рис.1

Успешное выполнение команды авиадиспетчера возможно только при минимальном радиусе разворота ЛА в процессе изменения курса полёта. Выполнение такого маневра без потери высоты определяется соотношением

$$R_p = \frac{V^2}{g \text{tg} \gamma_p}, \quad (1)$$

Где V – скорость полёта, g – ускорение свободного падения, γ_p – угол крена, с которым осуществляется разворот, связанный с изменением курса, заданным авиадиспетчером.

Заметим, что $\text{tg} \gamma_p$ численно равен перегрузке, действующей на ЛА в горизонтальной плоскости.

Из выражения (1) следует, что при

известной скорости полёта обеспечение минимального радиуса разворота возможно только при больших значениях угла крена, т.е. для выполнения такого разворота необходимо создать большой крен.

В системах автоматического управления современных ЛА в интересах обеспечения безопасности значение γ_z , как правило, ограничивается при полётах на малых высотах величиной 15 град., на средних и больших высотах – величиной 30 град. При выполнении маневров в горизонтальной плоскости по командам авиадиспетчера на резкое изменение курса полёта командир ЛА должен перейти на ручное управление и изменить курс с максимально возможным креном.

Розглянемо деякі особливості авіоніки для забезпечення виконання даного маневру пілотом. Нами було встановлено, що неправильне зчитування показників при великих кутах крену може привести до втрати просторового орієнтування (ВПО) льотного екіпажу, особливо на літаках нового покоління, обладнаних авіагоризонтами з прямою індикацією. Як показали наші дослідження, саме ЛА з таким типом індикації можуть потрапляти в зону ВПО в 5,75 разів частіше, ніж ЛА з авіагоризонтом зі зворотною індикацією. Тобто, можна сказати, що ризик потрапляння літака В-737 в зону ВПО майже в 6 разів вищий, ніж Іл-62М (порівняння цих літаків проводилося по реальним даним).

Для попередження подібних ситуацій ми пропонуємо метод моделювання ситуації потрапляння ЛА в зону ВПО. Він дозволяє на основі аналізу даних нормальних польотів зробити прогноз для конкретного екіпажу потрапляння або не потрапляння його в зону ВПО. Якщо ймовірність потрапляння в дану зону є, то цьому екіпажу необхідно пройти антистресову підготовку, яка дозволяє знизить ризик потрапляння в зону ВПО [1].

Слід зазначити, що питанню ВПО в даний час приділяється велика увага [2]. Кількість публікацій по даній проблемі стрімко зростає.

Ранее проведенные исследования на кафедре авионики показали, что при факторных накладках могут возникнуть силлогизмы при решении навигационных задач [3].

Нами было показано, что существующими математическими подходами можно определить риск правого или левого крена, но нельзя определить риск потери направления крена. В этом недостаток этого метода измерения риска. Нами был предложен метод моделирования и оценки визуальной потери направления угла крена летными экипажами по модульным распределениям параметров полета [1].

Метод модульных преобразований.

Моделирование по модульным распределениям больших углов крена (БУК) является также не только средством элиминации ППО, но и представляет собой весьма эффективный метод прогноза для предотвращения АП по причине ППО на основе дополнительного анализа (по предлагаемой методике и методологии) данных экспресс-анализа расшифровок полетных данных. Как известно, полетные данные по параметрам полетов анализируются при таком первичном анализе без функциональных преобразований основных параметров полета (крен, тангаж, курс, высота и т.д.) как случайных величин.

Первичный анализ, как уже было указано выше, основан на двухсторонних допусках в соответствии с летными ограничениями и при этом анализ законов управления ВС не выходит за сферу прямого анализа этих параметров или их угловых величин, регистрируемых БУС.

Однако, решение проблемы ППО ЛЭ требует не просто прямой обработки параметрических координат полета в разных системах координат, а обработки с функциональными преобразованиями знакопеременных параметров полета по модулю или другим преобразованиям случайных величин отклонений параметров в полете [4, 5].

На рис.1, 2 показаны виды распределений для различных типов ВС (В-737 и Ил-62М). Из рисунков видно, что эти ЛНР качественно отличаются шириной канонической

части и характеристиками «хвостов» (длиной «хвоста», его площадью, уровнями «хвостовых» эффектов и т.д.).

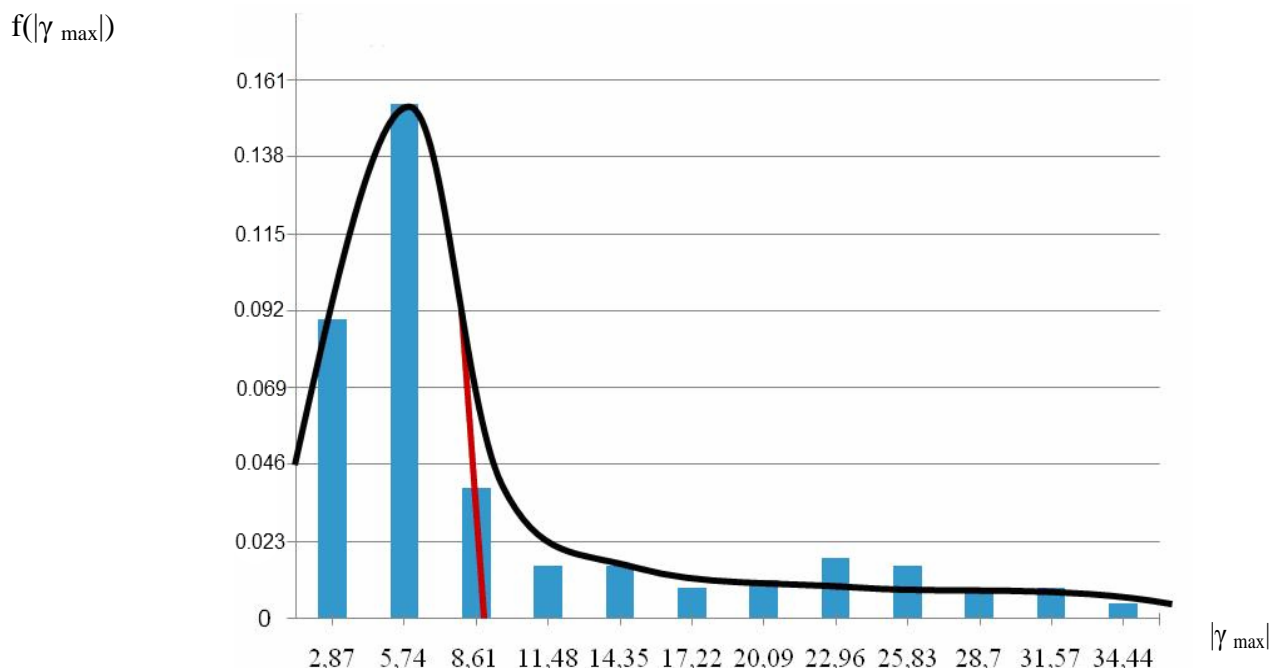


Рис. 1. Плотность распределения полётов по модулю максимального угла крена (γ_{\max} в град.) при заходе на посадку самолёта Боинг-737

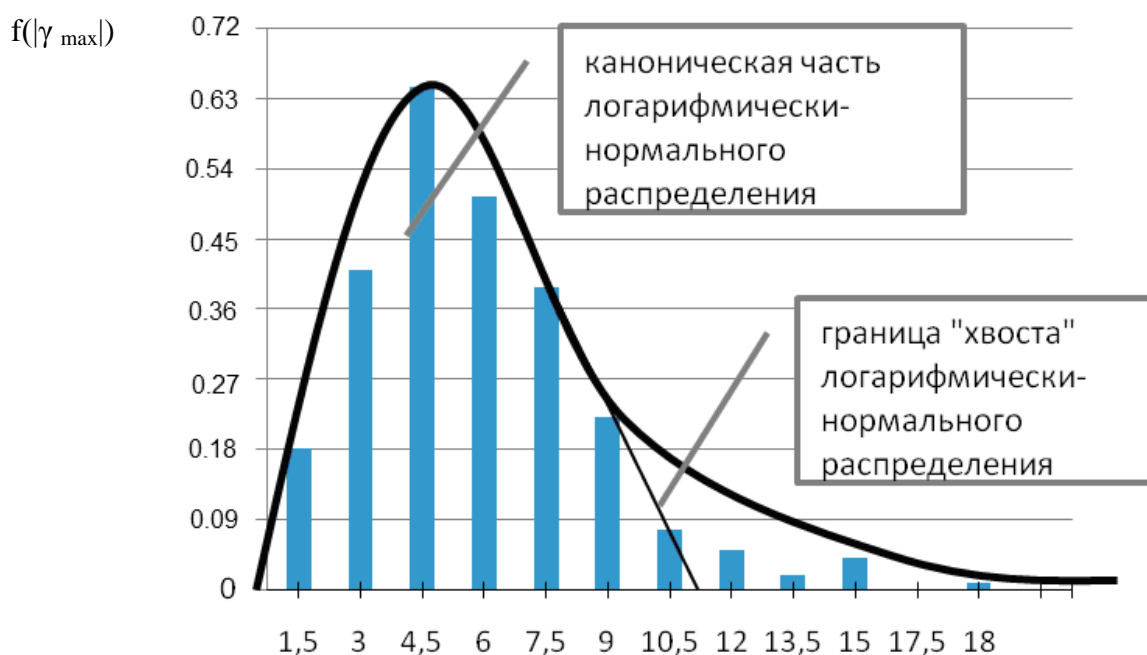


Рис.2. Плотность распределения полётов по модулю максимального угла крена (γ_{\max} в град.) при заходе на посадку самолёта Ил-62 М

В реальных полетах модульные распределения по максимальному крену оказались логарифмически-нормальными. Однако, следует заметить, что переход от нормальных распределений к модульным и дополнительная трансформация законов распределения носит достаточно сложную структуру и природу трансформации. В сущности, виды модульных распределений являются неоднородными к величине среднеквадратичного отклонения (дисперсии) исходного распределения – чем больше величина дисперсии, тем ближе модульное распределение к логарифмически-нормальному распределению. В

качестве примера рассмотрим массив экспериментальных данных γ_{\max} для подбора теоретического распределения.

Выводы:

1. Учитывая то, что ЛЭ теряют направление изменения крена при больших углах крена, следует в качестве математической модели использовать модульные преобразования. Модульные величины позволяют ввести неопределенность в определении направления БУК.

2. Измерение рисков БУК по модульным распределениям при предотвращении АП является важным аспектом в решении проблемы ППО.

3. Модульные распределения (статистические и вероятностные) полетов при эксплуатации ВС разных поколений приводят к необходимости рассмотрена двух типов сигнализации при полетах с большими углами крена – знакопеременной и индексной.

4. При знакопеременной сигнализации функция определения направления БУК производится с помощью автоматики, при индексной сигнализации эта технологическая операция выполняется летным экипажем, что увеличивает их операционную загрузку и приводит к увеличению риска БУК.

5. Асимметрия модульных распределений позволяет выделить каноническую (нормальную) часть распределения и «хвост» распределения. Учитывая то, что логарифмический «хвост» распределения несет в себе информацию о больших отклонениях параметров полета, следовательно, и о больших углах крена, возникает возможность измерить риски БУК через соотношение канонической и «хвостовой» частей распределения.

6. Модульные распределения параметров полетов по своему вероятностному характеру являются логарифмически-нормальными законами, которые обладают определенной асимметрией и имеют логарифмические «хвосты» распределений.

7. При анализе новой модели причинности ошибок возникает необходимость использования также обобщенных вариационных подходов: математический аппарат анализа максимальных отклонений параметров по зонам усиленных рефлексов Сеченова.

Literature

1. Гуленко В.Д., Грищенко Ю. В., Грибов В.М. Моделирование и оценка визуальной потери направления угла крена летными экипажами по модульным распределениям параметров полета // Кибернетика и вычислительная техника: Межведомственный сборник научных трудов. – К.: Вид. дім "Академперіодика" НАН України, 2010. – Вып. 160. – С. 43-56.

2. Овчаров В.Е. Вечная проблема. ISSN 0235-5000 Проблемы безопасности полетов. - 2009. №. 1. - С. 43-48.

3. Грищенко Ю.В., Дмитриченко Н.Ф., Ревук А.Г., Организация снятия явления усиления динамического стереотипа на комплексном тренажере самолёта в учебно-тренировочном центре // Проблемы эксплуатации и надежности авиационной техники: Сб. науч. Тр.- К.: КМУГА, 1998. – С. 15-17.

4. Гуленко В.Д. Новые подходы к оценке сигнализации больших углов крена на воздушных судах различных поколений. – Материалы IX международной научно-технической конференции «Авиа – 2009». - К.: НАУ, – 2009. – С.12.13 – 12.17.

5. Пленцов А.П. . Решение проблемы "потеря пространственной ориентировки лётчиком в полёте"// Мир авионики. Журнал российского авиаприборостроительного альянса. - 2002. - №2. - С.30-32.

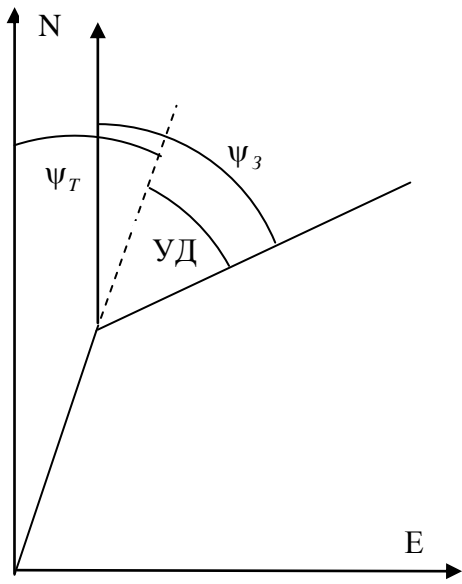


Рис.1