

https://doi.org/10.53364/24138614_2024_32_1_33
МРНТИ 73.37.17

¹А.Т. Аширов,* ¹Д.С. Ергалиев

¹Академия гражданской авиации, г. Алматы, Казахстан

*E-mail: a.artem@std.agakaz.kz

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СИСТЕМ ИНДИКАЦИИ НА СОСТОЯНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ

Аннотация. В настоящей статье произведен анализ состояния уровня безопасности полетов в зависимости от эволюции и изменения систем индикации и контроля параметров работы оборудования воздушного судна и его пространственных координат. Исследуется влияние различных способов индикации на степень «удобства» восприятия и как следствие на безопасность полетов.

В рамках исследования произведен обзор доступной литературы и статистических данных, приведены результаты анализа состояния безопасности полетов ИАТА.

Произведен анализ, доступных поколений систем индикации и сигнализации, определены наиболее оптимальные варианты и системы представления информации.

В статье раскрывается важность рационального подхода к формированию целостной и эффективной системы индикации, удобной и легко восприимчивой для пилотов на различных стадиях обучения и подготовки. Даны прогнозы на основе фактических статистических данных и действующих тенденциях уровня безопасности полетов.

Ключевые слова: зрение, визуальная информация, безопасность полетов, статистические данные, авиационные происшествия и инциденты, поколения оборудования и систем индикации воздушных судов.

Введение. Зрение (от лат. visio, visus) — функция органов зрения и зрительного анализатора, заключающаяся в восприятии и преобразовании световых лучей, излученных или отраженных различными объектами, и получении информации об окружающем мире.

Глаз, как орган восприятия визуальной информации, улавливает отраженный свет от предметов, преобразует в серию электрических импульсов пропуская через глазной нерв и по зрительным трактам направляет к сенсорной коре головного мозга отвечающей за обработку зрительной информации. Все указанные составляющие образуют зрительную систему.

Зрение обладает несколькими функциями:

- светочувствительность – это способность глаза воспринимать свет и дифференцировать его по яркости. Так для человека с хорошим зрением не представляет сложности увидеть свет горящей свечи, расположенной в нескольких километрах от него на открытом пространстве. При полной адаптации к темноте, светочувствительность становится максимальной. Зрачок максимально расширяется, увеличивая свою площадь для восприятия максимального количества отраженного света.

- острота зрения - способность глаза четко воспринимать (разделять и идентифицировать) две точки (два объекта наблюдения), расположенные на минимальном расстоянии друг от друга.

- контрастная чувствительность – способность человека идентифицировать объекты по их цвету или яркости относительно подстилающего фона. Один из важнейших инструментов зрения, особенно при слабом освещении (сумерках) или в тумане, когда предметы практически сливаются с фоном. Имеет явное проявление при полетах в ночное время и в сумерках, в условиях ограниченной видимости, тумана, пылевых бурь.

- бинокулярное зрение (от лат. *binī* — «два» и лат. *oculus* — «глаз») — способность отчетливо видеть объект наблюдения одновременно обоими глазами. Наличие двух синхронизированных органов зрения позволяет нам воспринимать мир трехмерным, видеть объем предметов, оценивать их глубину. Бинокулярность зрения имеет и свои недостатки, из-за необходимости постоянно состыковывать разные изображения, поступающие на каждый глаз, возникают так называемые «мертвые зоны», изображение в которых «дорисовывается» мозгом, для улучшения координации действий и восприятия.

- адаптация глаз – это способность приспособления (адаптации) глаз к различным уровням освещенности. Адаптация происходит при любых изменениях уровня освещённости – как к свету, так и к темноте, а также при смене цветовой гаммы освещенности. Задержки адаптации связаны с необходимостью физического изменения площади зрачка. Для светлых зон зрачок сужается, так как отраженного света, попадающего на него достаточно для регистрации изображения. И наоборот, максимальное увеличение при попадании в темные зоны, для наилучшего улавливания того незначительного количества отраженного света.

- поле зрения (периферическое зрение) — область пространства, воспринимаемая глазом при неподвижном зрачке. Возможность воспринимать (идентифицировать) объекты или различать движение предметов, находящихся в поле зрения. Фронтальная область поля зрения более восприимчива для цвета, периферийная для движения, это связано с эволюционным развитием, так как для удачной охоты нужно точно прицелиться (фронтальная часть) и при этом суметь вовремя заметить подкравшегося хищника (периферийная) [1].

Зрение является одним из наиболее важных органов чувств у человека, позволяя нам воспринимать окружающий мир и получать огромное количество

визуальной информации, такой как степень освещенности, цвет, объем, ориентация объекта в пространстве, скорость и направление его движения, посредством чего можно оценить его опасность и принимать соответствующие решения во избежание ее. Согласно различным исследованиям в районе 69-90% всей поступающей информации в той или иной мере является визуальной и воспринимается посредством органов зрения.

Одним из преимуществ зрения является то, что мы способны видеть объекты и их детали, расположенные на значительном удалении от наблюдателя.

Важно отметить, что зрение является нашим основным источником получения информации. С помощью зрительной системы мы можем получать информацию о том, что происходит вокруг нас, а также осуществлять основные виды деятельности, такие как чтение, обучение, управление транспортным средством и многое другое.

Основная часть. Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что зрение является не только одним из наиболее важных органов чувств, но и основным средством получения информации для здорового человека. Оно позволяет нам воспринимать и анализировать окружающую действительность, общаться с другими людьми и обеспечивает нам возможность полноценной жизни.

Любая деятельность в первую очередь подразумевает совершение каких-либо действий в ответ на определенные внешние воздействия, раздражители (на поступающие внешние данные). Воздействие внешних раздражителей фиксируется (воспринимается) посредством органов чувств.

Профессиональная деятельность пилотов заключается в своевременном и эквивалентном совершении управляющих манипуляций в ответ на показания приборов и систем индикации, ввиду отсутствия возможности получать информацию непосредственно (напрямую). Такие данные как координаты и параметры пространственного положения, параметры работы систем и оборудования и весь массив информации предоставляется пилотам в виде визуальных данных, выводимых на приборные панели, табло, индикаторы.

Высокая скорость протекания процессов в полете и высокая частота их изменения, не представляет возможности определить точный объем и характер минимально необходимого массива информации для безопасного выполнения полета. И как следствие любые системы индикации предоставляют пилотам как можно больший объем информации, для исключения случаев ее дефицита. На современных воздушных судах имеется возможность корректировать и персонализировать объем, характер и способ отображения информации в зависимости от стадии полета, его целей и задач, решаемых пилотами. Для пилота, осуществляющего пилотирование – наибольшее значение имеют параметры, отражающие характер движения воздушного судна, его пространственные координаты, для пилота осуществляющего контролирующие

функции – важнее контролировать работу систем, оборудования и действия пилотирующего пилота [2].

По косвенным оценкам, до 90 % необходимой информации пилоты получают через канал зрительного восприятия, значительная часть которой отображается с помощью систем индикации и сигнализации в кабине экипажа. Несмотря на взаимодействие с системами индикации и сигнализации и другим оборудованием кабины, четко сформулировать законы и правила распределения и переключения внимания не представляется возможным [3].

Значение зрительного канала в технике пилотирования несравнимо ни с одним из других каналов поступления информации пилоту. На этапе первоначального летного обучения это проявляется в том, как видит пилот "видимые части фюзеляжа и фонаря кабины - горизонт", высоту выравнивания и высоту выдерживания. Отсутствие навыков правильного восприятия визуальной информации, необходимой для пилотирования, ставит под сомнение саму возможность безопасно пилотировать самолет.

Особое место среди профессиональных навыков пилотов занимает умение быстро воспринимать и правильно интерпретировать информацию при пилотировании воздушных судов по приборам, при отсутствии непосредственной видимости естественного горизонта и других визуальных ориентиров, особенно с электронной системой индикации. Это особенно важно при совершенствовании техники пилотирования в ручном (директорном) режиме при заходе на посадку «по приборам», в случаях, когда «pilot flying» (пилот, непосредственно осуществляющий функции управления и пилотирования воздушным судном) вынужден распределять внимание между системой индикации и пилотированием. К ним относятся:

- необходимость программирования пилотажно-навигационного комплекса путем ввода необходимой информации;
- активация и деактивация систем и оборудования воздушного судна;
- корректировка режима полета путем изменения тяги двигателей;
- действия при отказах систем и оборудования.

Количество авиационных инцидентов сегодня значительно ниже, чем в сопоставимом году предыдущего десятилетия. Из чего следует что основная цель «обеспечение безопасных авиаперевозок» достигается и мероприятия для ее достижения постоянно изменяются и совершенствуются.

Результаты. Количество рейсов на коммерческих самолетах постоянно растёт, за счет постоянного роста потребности в быстрой доставке пассажиров и грузов, и, несмотря на недавнее негативное влияние кризиса пандемии COVID-19, поток рейсов постепенно восстанавливается и приближается к значениям, существовавшим до пандемии. Несмотря на постоянную тенденцию роста количества рейсов, количество авиационных инцидентов и происшествий с каждым десятилетием продолжает снижаться.

Незначительные скачки в ту или иную сторону не препятствуют прослеживанию общей тенденции (рис. 1).

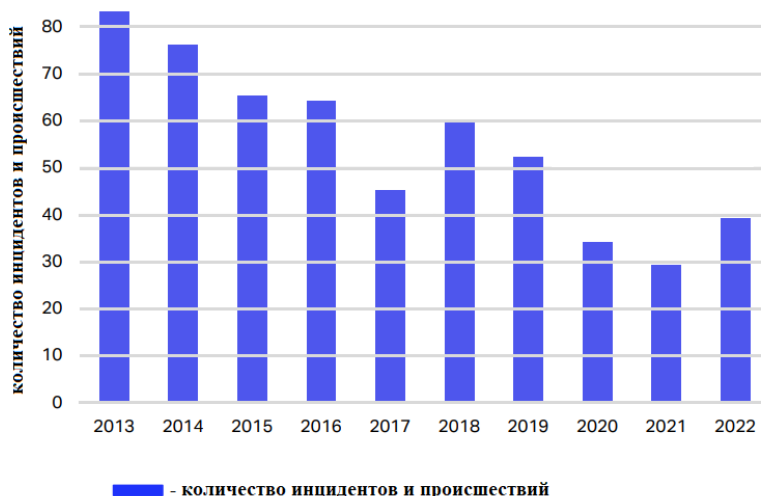


Рисунок 1. Количество авиационных инцидентов и происшествий за 10 лет

Уровень происшествий со смертельным исходом и потерь воздушных судов также неуклонно снижается с течением времени за последнее десятилетие.

Даже напряженная геополитическая обстановка, ввиду боевых действий на территории Украины, Израиля, Сектора Газа и других «горячих точках», не снижает количество авиаперевозок, а напротив повышает их количество. Так как авиаперевозчикам приходится искать обходные маршруты, минуя закрытые секторы воздушного пространства. Также постоянный и непрекращающийся процесс глобализации вносит свой вклад в рост количества авиарейсов. Современная экономическая модель практически любого высокотехнологичного производства как правило не ограничена пределами одного государства, что в свою очередь приводит к налаживанию постоянных международных потоков грузоперевозок. Недавние экономические санкции, введенные против Российской Федерации, нарушили налаженные логистические цепочки снабжения и товарооборота. Контейнерные перевозки не способны удовлетворить текущий спрос на грузоперевозки ввиду необходимости возврата пустых контейнеров. Авиаперевозки лишены данного недостатка, однако имеют весогабаритные ограничения.

В 1960-х годах было выполнено гораздо меньше рейсов, но наблюдается пик аварийности из-за меньшего количества рейсов и большего числа несчастных случаев, зарегистрированных в этот период (низкая надежность авиационной техники, становление реактивной авиации, отсутствие наработок в управлении безопасностью полетов, «сырая» система подготовки и контроля выполняемых работ на авиационной технике). Однако объем полетов за последние десятилетия достаточен для того, чтобы показать, что уровень аварийности постоянно снижается (рис. 2) [4].

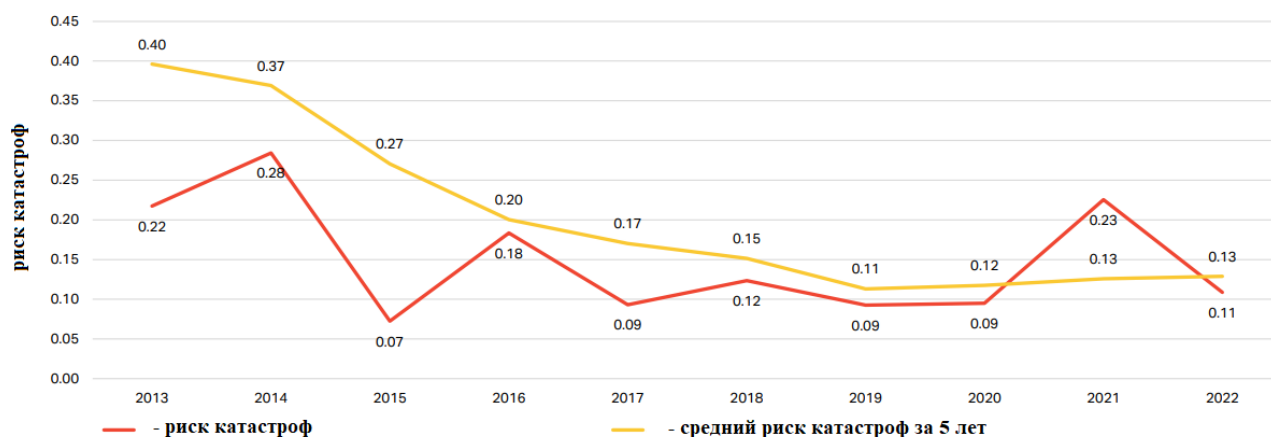


Рисунок 2. Риск авиационных катастроф за 10 лет

Существует множество различных параметров, оказывающих непосредственное влияние на уровень безопасности полетов и частоту появления авиационных инцидентов и происшествий. Например, уровень профессионализма и подготовленности летного персонала, состояние авиационного парка, применение современных технологий обеспечения безопасности полетов, новых методов контроля, менеджмента и организации авиационных процессов, и многие другие. Однако ни один из этих параметров не подлежит четкому и объективному измерению для его оценки, ввиду их сложности, субъективности, недостаточной надежности доступных средств измерения и их абстрактности. Степень влияния указанных параметров можно оценить лишь опосредованно, с помощью инструментов учета и статистики.

Благодаря математическому анализу статистических данных авиационных инцидентов и происшествий мы можем проследить явную корреляционную зависимость между применяемым авиационным оборудованием (системами и комплексами контроля движения, системами автоматизации полета, надежными воздушными судами) и количеством авиационных инцидентов и происшествий.

Данная тенденция достаточно легко прослеживается в разрезе анализа состояния безопасности полетов с учетом эволюции систем индикации, контроля и управления воздушными судами в частности и авиационной техники в целом.

Рассмотрим условное разделение коммерческих самолетов по поколениям систем индикации, сигнализации и автоматизации управления.

Самолеты первого поколения применяются с 1952 года. Основными признаками данного поколения являются: циферблаты и датчики расположены в кабине пилота, примитивные системы автоматического управления полетом, аналоговая индикация, четкая фиксация расположения индикаторов, большая площадь индикаторов при ограниченных доступных площадях приборных панелей, невозможность комбинировать индикаторы.

Самолеты первого поколения: Comet, Caravelle, BAC-111, Trident, VC-10, B707, B720, DC-8, Convair 880/990 (рис. 3).



Рисунок 3. Ранние коммерческие реактивные самолеты первого поколения

Воздушные судна второго поколения находились в эксплуатации с 1964 года. Характерными признаками являются: более интегрированный автопилот с расширенным функционалом по сравнению с предыдущим поколением, более сложные системы автоматического управления и контроля, комбинированные указатели (много стрелочные), оптимизация систем отображения информации.

Воздушные суда второго поколения: Конкорд, А 300, Меркурий, F28, BAe 146, VFW614, B727, B737-100/-200, B747-100/-200/-300/ SP, L-1011, DC-9, DC-10 (рис. 4).



Рисунок 4. Ранние коммерческие реактивные самолеты второго поколения

Самолеты третьего поколения применяются с 1980 года. Характерные признаки: «glass cockpit» - комплекс нескольких жидкокристаллических индикаторов, FMS (Flight management system) – комплексная система управления системами самолета, улучшенные навигационные характеристики и системы

предупреждения столкновения с земной (подстилающей) поверхностью для снижения аварийности и повышения безопасности полетов.

Примеры воздушных судов третьего поколения: A300-600, A310, Avro RJ, F70, F100, B717, B737 Classic & NG/MAX, B757, B767, B747-400/-8, Bombardier CRJ, Embraer ERJ, MD-11, MD-80, MD-90 (рис. 4).



Рисунок 5. Ранние коммерческие реактивные самолеты третьего поколения

Самолеты четвертого поколения находятся в эксплуатации с 1988 года. Характерными признаками являются: передача информации «по проводам», размещение датчиков непосредственно в местах измерений и работы, широкие возможности по настройке индикации под потребности и требования пилотов, целей и задач осуществляемой деятельности.

Воздушные суда четвертого поколения: A220, A318/A319/A320/A321, A330, A340, A350, A380, B777, B787, C919, Embraer E-Jets, Sukhoi Superjet.



Рисунок 6. Ранние коммерческие реактивные самолеты четвертого поколения

Проведем анализ на базе авиационного парка компании Airbus Defense and Space. В 2023 году было совершено более 32 миллионов вылетов.

Около 19 миллионов рейсов было совершено реактивными самолетами четвертого поколения, почти 15 миллионов из которых были самолетами компании Airbus Defense and Space.

Наибольший процент рейсов за последние годы был совершен на коммерческих самолетах последнего четвертого поколения, которые имеют самый низкий уровень аварийности. Поскольку процент самолетов, оборудованных четвертым поколением систем индикации увеличивается, что должно способствовать дальнейшему снижению общего уровня аварийности на коммерческом воздушном транспорте.

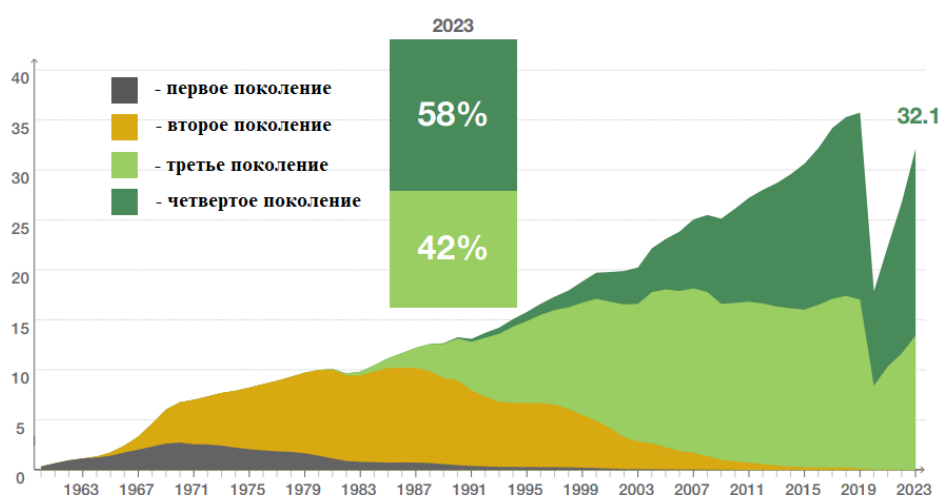


Рисунок 7. Количество миллионов полетов по поколениям воздушных судов

Постоянное снижение уровня аварийности, достигнуто благодаря постоянному стремлению отрасли коммерческой авиации обеспечить безопасную эксплуатацию воздушных судов в безопасной системе воздушного транспорта (рис. 8).



Рисунок 8. Количество катастроф на миллион полетов по поколениям воздушных судов

Заметная часть этого успеха обусловлена эффективным управлением воздушным и наземным движением воздушных судов и наземной техники, становлением надежной культуры безопасности полетов, системы взаимоконтроля и добровольных сообщений, прогрессом в обучении с применением современных технологий визуализации и симуляции, повышению доступности авиационных тренажеров.

Технический прогресс также является решающим фактором повышения уровня безопасности полетов. В частности, технологии, внедряемые в авиационные системы, постоянно эволюционировали с целью повышения безопасности полетов. Концепция конструирования и построения воздушных судов, благодаря технологическим достижениям, претерпела изменения от самолетов, построенных по пределу их конструктивной надежности, до воздушных судов «оберегающих» пилотов и обслуживающий персонал от ошибок благодаря заложенному запасу прочности. Например, на самолет Ан-26 скорость выпуска шасси по руководству составляет 310 км/ч, при скорости полета по кругу 330-50 км/ч, что влечет большую вероятность превышения ограничения по скорости. На самолете С-295 скорость выпуска шасси согласно QRH (англ. Quickly reference handbook - технический документ из раздела документации по летной эксплуатации воздушного судна, выпускаемый в формате контрольных карт, удобном для использования в кабине экипажа и содержащий в краткой и наглядной форме правила действий членов экипажа в полёте, в том числе в особых ситуациях, а также наиболее важную информацию о лётно-технических характеристиках и эксплуатационных ограничениях воздушного судна) составляет 180 узлов, при скорости полета по кругу 135-150 узлов, что полностью исключает возможность превышения ограничения. Четкое разделение отказов систем и оборудования самолета по степени опасности и влияния на безопасность полета (незначительные, значительные, опасные), с введением действий по памяти «memory items» (те действия которые пилоты обязаны выполнить немедленно, после обнаружения соответствующих признаков, руководствуясь исключительно своей памятью, основным критерием в таких ситуациях является время). Во всех остальных случаях пилотам рекомендуется руководствоваться принципом «read – and - do» (один из пилотов выполняет пилотирующие функции, другой используя руководящую бортовую документацию, читает и выполняет необходимые действия).

Данная «философия» конструирования и построения воздушных судов значительно повышает уровень безопасности полетов. Воздушные суда первого и второго поколения преимущественно имели прямую систему управления, при которой все усилия передаются посредством туг, тросов и качалок, что вызывало необходимость обоим пилотам совместно выполнять управляющие действия. На самолетах третьего и четвертого поколений преобладают «бустерные» системы управления, значительно снижающие физические нагрузки на экипаж и как

следствие произвести разделение функций между пилотами на «pilot flying» и «pilot monitoring», с четким разделением функций на «эксплуатационные» и «контролирующие» [4,5].

Первое поколение коммерческих реактивных самолетов было спроектировано в 1950-х и 60-х годах с использованием технологий, возможности которых были ограничены аналоговой электроникой той эпохи.

Появление систем автоматического управления воздушным судном и его системами способствовало быстрому появлению второго поколения самолетов.

Третье поколение самолетов было представлено в начале 1980-х годов. Это поколение использовало преимущества цифровых технологий для внедрения «glass cockpit» с системами управления полетом и навигационными дисплеями, что значительно улучшило навигационные возможности. В сочетании с системами предупреждения и предотвращения столкновений с землей (англ. Terrain Awareness and Warning System - TAWS), эти усовершенствования сыграли ключевую роль в снижении числа несчастных случаев столкновения с землей в контролируемом полете (англ. Controlled Flight Into Terrain - CFIT).

Четвертое и последнее поколение коммерческих реактивных самолетов впервые поступило на вооружение в 1988 году с Airbus A320.

Самолеты четвертого поколения используют технологию «fly-by-wire» (электронная система контроля полёта) с функциями защиты от столкновения. Эти функции защищают от потери управления в полете (англ. Loss Of Control In-flight - LOC-I). Технология «fly-by-wire» в настоящее время является отраслевым стандартом и используется на каждой выпускаемой в настоящее время модели Airbus, Boeing B777 и B787, Comac C919, Embraer E-Jets и Sukhoi Superjet.

Достижения в области технологий помогли снизить уровень аварийности для каждого поколения. Расчет среднего показателя аварийности за 10 лет дает более четкое представление об общей тенденции. Средние показатели аварийности за 10 лет для коммерческих самолетов четвертого поколения приведены с 1997 года, который был десятым годом эксплуатации самолета A320.

Средние показатели аварийности за 10 лет у самолетов четвертого поколения примерно в три раза ниже, чем у самолетов третьего поколения (рис. 8).

Уровень аварийности еще больше снизился благодаря внедрению новых технологий на самолетах каждого поколения. Внедрение системы управления полетом (англ. FMS - Flight management system - фундаментальная часть современного авиационного оборудования. Система FMS автоматизирует широкий круг полетных задач, уменьшает нагрузку на экипаж, что в конечном итоге позволяет в современных гражданских самолетах отказаться от штурманов и бортинженеров. Основной функцией FMS является управление самолетом согласно внесенного плана полета), улучшенных навигационных дисплеев и системы информирования о рельефе местности (GPWS - система

предупреждения о близости земли (англ. Ground Proximity Warning System) — система воздушного судна, предназначенная для предупреждения пилотов об угрозе столкновения с землёй или с иным препятствием. С 1996 года на воздушные суда устанавливается усовершенствованная (расширенная) система предупреждения о близости земли (англ. Enhanced Ground Proximity Warning System) на самолетах третьего поколения значительно сократило количество несчастных случаев со смертельным исходом (CFIT) по сравнению с самолетами предыдущих поколений (рис. 9).

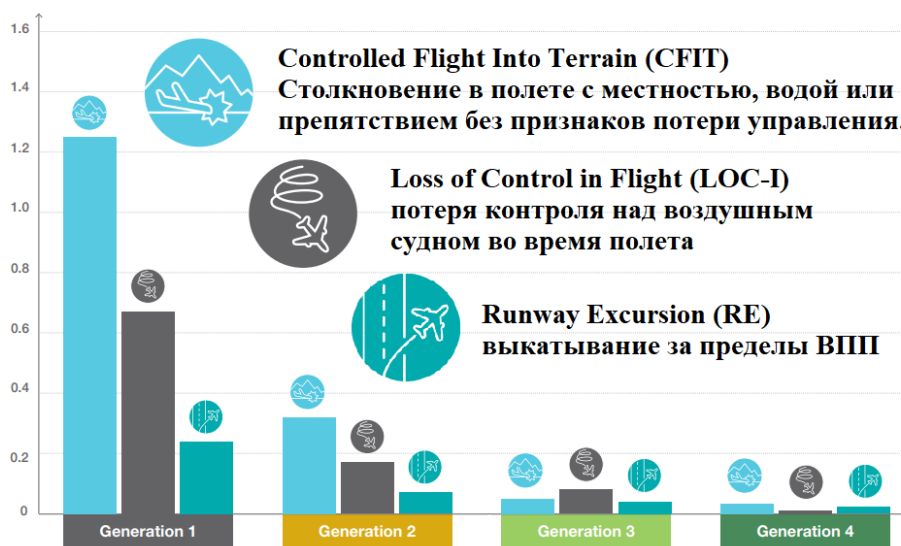


Рисунок 9. Средняя частота катастроф на миллион полетов по поколениям воздушных судов 1958-2023 по категориям причин

Преимущества современных технологий передачи информации и системы управления летательным аппаратом, которые впервые были внедрены на самолетах четвертого поколения, свидетельствуют о снижении вероятностей повторения авиационных происшествий по сравнению с самолетами предыдущего третьего поколения.

Количество случаев выкатывания за пределы взлетно-посадочной полосы (RE) за исследуемый период имело наименьшее значение, ввиду ограниченности движения воздушного судна по летному полю, наличию постоянного контроля со стороны наземных служб и диспетчеров руления, ограниченность движения только в двух плоскостях, ограниченность скоростей, наличия четко различимой разметки и допустимых маршрутов движения. Данная тенденция сохраняется вплоть до начала применения самолетов четвертого поколения. В последнее время произошло изменение, в худшую сторону, ввиду большого влияния человеческого фактора персонала, задействованного в организации работы на земле.

Количество случаев столкновения с препятствиями и подстилающей поверхностью (CFIT) за весь анализируемый период имело наибольшее

значение. Тенденция нарушается только при эксплуатации самолетов третьего поколения, но восстанавливается при эксплуатации четвертого. Данному факту способствовало: слабый контроль со стороны диспетчерских служб по техническим причинам («мертвые зоны» связи, влияние сложного рельефа), несовершенство или отсутствие систем предупреждения столкновения с препятствиями, высокий процент недоверия приборам со стороны экипажа, несовершенство систем навигации и посадки.

Случаи потери контроля управления над воздушным судном (LOS-I) за исследуемый период имеют среднюю частоту проявления по сравнению со случаями RE и CFIT. Тенденция нарушается при эксплуатации воздушных судов третьего и четвертого поколения. Это вызвано вводом в эксплуатацию на самолетах третьего поколения систем раннего предупреждения о приближении препятствий, но без должного совершенствования систем автоматического управления. На поколениях четвертого поколения введены современные системы автоматического управления, которые позволили значительно снизить частоту проявлений LOS-I.

За последний год в отрасли коммерческой авиации было достигнуто значительное сокращение числа авиационных происшествий со смертельным исходом и случаев разрушения конструкции летательных аппаратов.

Выводы. Несмотря на снижение ежегодного числа авиационных происшествий за последние 20 лет, показатели, зарегистрированные за годы, затронутые пандемией, варьируются в широких пределах. Частично это может быть связано с резким изменением количества рейсов, регистрируемых в течение каждого года, частично со сложностями получения разрешений для организации перевозок как со стороны эксплуатанта воздушных судов, так и для пассажиров. Это также показывает, что уровень аварийности за один год не является показателем общей тенденции в области безопасности полетов, так как не отражает реальную картину, на которую оказывают влияние не только трудовая и эксплуатационная нагрузка, но и человеческий, экономические и процедурные факторы.

Уровень аварийности самолетов четвертого поколения в три раза ниже, чем уровень аварийности самолетов третьего поколения.

Авиационные технологии третьего поколения помогли снизить уровень аварийности за счет внедрения «glass cockpit» («Стеклянная кабина» — система приборных панелей кабины пилотов самолёта, состоящая из комплекта электронных дисплеев. В традиционной кабине устанавливается множество механических аналоговых указателей для отображения информации. В «стеклянной» кабине установлено несколько дисплеев системы управления полётом, которые могут быть настроены для отображения необходимой информации, что упрощает управление самолётом, навигацию и позволяет пилотам сконцентрироваться на наиболее важной информации. Такая конфигурация востребована авиакомпаниями, поскольку позволяет отказаться

от бортинженера. В последние годы данная технология получила распространение даже на небольших самолётах) с навигационными дисплеями и системами управления полетом. Технология самолетов четвертого поколения помогла еще больше снизить уровень аварийности за счет внедрения технологии «fly-by-wire» (электродистанционная система управления — система управления воздушным судном, обеспечивающая передачу управляющих сигналов от органов управления в кабине экипажа (например, от ручки управления самолётом, педалей) к исполнительным органам аэродинамических поверхностей (рулей и взлётно-посадочной механизации) в виде электрических сигналов), которая сделала более безопасной особо ответственные элементы полета.

Уровень аварийности как для самолетов третьего поколения, так и для самолетов четвертого поколения в 2023 году оставался исторически низким. Коммерческие реактивные самолеты четвертого поколения выполнили 58% рейсов в 2023 году от общего числа рейсов, и данный показатель продолжит увеличиваться в течение следующих десятилетий, за счет увеличения количества воздушных судов четвертого поколения и вывода из эксплуатации самолетов предыдущих поколений.

Воздушные суда предыдущих поколений неизбежно устаревают, дальнейшее поддержание их в необходимом для эксплуатации состоянии требует все больших материальных и трудовых затрат, ввиду прекращения производства определенных запасных частей, сложности в обслуживании, необходимости обучения и сертификации персонала, осуществляющего обслуживание и эксплуатацию данных воздушных судов, что неизбежно повышает финансовую стоимость их эксплуатации. Постоянное совершенствование систем производства и обслуживания, введение новых стандартов и требований, экономическая целесообразность неизбежно вытесняют воздушные суда предыдущих поколений из эксплуатации в угоду новым [6, 7].

А.Т. Аширов, Д.С.Ергалиев

ТАЛДАУ ИНДИКАЦИЯ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ҰШУ ҚАУІПСІЗДІГІНІҢ ЖАҒДАЙЫНА ӘСЕРІ

Аннотация. Бұл мақалада әуе кемесі жабдығының жұмыс параметрлерін және оның кеңістіктік координаттарын индикациялау және бақылау жүйелерінің эволюциясы мен өзгеруіне байланысты ұшу қауіпсіздігі деңгейінің жай-күйіне талдау жүргізілді. Индикацияның әртүрлі тәсілдерінің қабылдаудың "ыңғайлылық" дәрежесіне және соның салдарынан ұшу қауіпсіздігіне әсері зерттеледі.

Зерттеу аясында қолда бар әдебиеттер мен статистикалық мәліметтерге шолу жасалды, IATA ұшу қауіпсіздігінің жай-күйін талдау нәтижелері келтірілді.

Индикация және сигнал беру жүйелерінің қол жетімді буындарына талдау жасалды, ақпаратты ұсынудың ең оңтайлы нұсқалары мен жүйелері анықталды.

Мақалада оқыту мен дайындықтың әртүрлі кезеңдерінде салдар үшін ыңғайлы және оңай қабылданатын біртұтас және тиімді индикация жүйесін қалыптастыруға ұтымды көзқарастың маңыздылығы ашылады. Нақты статистикалық деректер және ұшу қауіпсіздігі деңгейінің қолданыстағы үрдістері негізінде болжамдар берілген.

Түйін сөздер: *көру, көрнекі ақпарат, ұшу қауіпсіздігі, Статистика, авиациялық оқиғалар мен инциденттер, әуе кемелерінің жабдықтары мен индикациялық жүйелерінің буыны.*

A.T.Ashirov, D.S.Yergaliyev

ANALYSIS OF THE IMPACT OF DISPLAY SYSTEMS ON THE STATE OF FLIGHT SAFETY

Annotation. *This article analyzes the state of the flight safety level depending on the evolution and change of the systems of indication and control of the parameters of the aircraft equipment and its spatial coordinates. The influence of various display methods on the degree of "convenience" of perception and, as a result, on flight safety is investigated.*

As part of the study, an overview of the available literature and statistical data was made, and the results of an analysis of the IATA flight safety status were presented.

The analysis of the available generations of display and alarm systems has been carried out, the most optimal options and information presentation systems have been identified.

The article reveals the importance of a rational approach to the formation of an integrated and effective display system, convenient and easily receptive for crews at various stages of training and preparation. Forecasts are given based on actual statistical data and current trends in the level of flight safety.

Keywords: *vision, visual information, flight safety, statistical data, aviation accidents and incidents, generations of aircraft equipment and display systems.*

Список литературы

1. Офтальмология. Автор: Бойкова Н.Н. 2007.
2. Завалова Н.Д, Ломов Б.Ф, Пономаренко В.А. Образ в системе психологической регуляции деятельности. – М.: Наука, 1986.

3. Spady Jr., Harris St. Summary of NASA Langley`s Pilot Scan Behavior Research//SAE Paper 831424. Second Aerospace Behavioral Engineering Conference, Long Beach, CA, – Oct. 1983.

4. Руководство полетной эксплуатации самолета Ан-26.

5. Quickly reference handbook CASA C-265 Airbus Defense and Space.

6. IATA safety report 2000-2023.

7. Airbus safety report 1963-2023.

References

1. Ophthalmology. Author: Boykova N.N. 2007.

2. Zavalova N. D, Lomov B. F, Ponomarenko va Image dans le système de régulation psychologique de l'activité. - M.: Science, 1986.

3. Spady Jr., Harris St. Summary of NASA Langley`s Pilot Scan Behavior Research//SAE Paper 831424. Second Aerospace Behavioral Engineering Conference, Long Beach, CA, – Oct. 1983.

4. An-26 airplane flight operation manual.

5. Quickly reference handbook CASA C-265 Airbus Defense and Space.

6. IATA safety report 2000-2023.

7. Airbus safety report 1963-2023.

Аширов Артем Тимурович	магистрант кафедры «Летная эксплуатация» Академии гражданской авиации, г. Алматы, Казахстан, E-mail: a.artem@std.agakaz.kz
Аширов Артем Тимурович	Азаматтық Авиация Академиясының "Ұшуды Пайдалану" кафедрасының магистранты, Алматы қ., Қазақстан, E-mail: a.artem@std.agakaz.kz
Ashirov Artem Timurovich	master's student of «The Department of Flight Operation» of the Academy of Civil Aviation, Almaty, Kazakhstan, E-mail: a.artem@std.agakaz.kz

Ергалиев Дастан Сырымович	Кандидат технических наук, профессор кафедры «Авиационная техника и технологии» Академии гражданской авиации, г. Алматы, Казахстан, E-mail: d.yergaliyev@agakaz.kz
Ерғалиев Дастан Сырымұлы	Техника ғылымдарының кандидаты, Қазақстан Республикасы Азаматтық авиация академиясының «Авиациялық техника және технологиялар» кафедрасының профессоры, Алматы қ., Қазақстан, E-mail: d.yergaliyev@agakaz.kz
Yergaliyev Dastan Syrymovich	Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department "Aviation Technology and Technology" of the Academy of Civil Aviation, Kazakhstan, E-mail: d.yergaliyev@agakaz.kz