

ГРУППОВАЯ ЭРГАТИЧЕСКАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ АВИАЦИОННЫХ ОПЕРАТОРОВ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВИОНИКИ

Рассмотрены проблемы групповой эргатической совместимости авиационных операторов (пилотов, авиадиспетчеров, технического персонала) и использования технических средств для оценки групповой эргатической совместимости операторов как средства повышения авиационной безопасности за счет более тщательного отбора кандидатов для совместной работы в составе летных и космических экипажей.

Введение. По данным Международной организации гражданской авиации (ИКАО), 75–80 % авиационных происшествий происходят по вине человеческого фактора [1].

В процессе своей деятельности человек принимает участие в функционировании систем различного уровня сложности. Особенно заметна роль человека при создании и использовании больших систем, где принятие им решения и выполнение определенных операций может быть очень важным. Именно здесь, при взаимодействии человеческого потенциала и производственной инфраструктуры, проявляется влияние человека (коллектива людей) на производственный процесс [2].

Человеческий фактор определяется как воздействие человека (оператора) на процесс функционирования системы оператор — машина — среда (СОМС). Это влияние может быть как положительным, так и отрицательным. Поскольку любой процесс функционирования авиационных систем не может осуществляться без участия человека (при этом человек является центральным элементом этого процесса), то, естественно, положительные составляющие его работы значительно превышают отрицательные стороны. На практике же влияние оценивают по отрицательному воздействию человека на функционирование системы, хотя без участия человека функционирование системы вообще не могло бы состояться. И это понятно, поскольку при анализе человеческого фактора в стремлении улучшить систему анализируют имеющиеся недостатки и определяют пути их устранения. Это является более важным, чем определение положительных сторон воздействия человека [3, 4].

Человек является ключевым элементом при создании и использовании систем, процессов, технологий авиационного назначения. При этом неизменно стоит проблема обеспечения максимально возможной безопасности полетов. На каждом отрезке времени существуют разные объективные возможности решения этой проблемы. Поэтому новая концепция безопасности состоит в том, чтобы обеспечить сегодня и в определенной перспективе оптимальный риск авиационных происшествий. Реализация этой концепции предполагает проведение многогранной работы по уменьшению отрицательного влияния человеческого фактора и увеличению позитива в деятельности персонала [1, 5].

Операторская деятельность в гражданской авиации носит преимущественно коллективный характер. Так, летный экипаж современного воздушного судна (ВС) может состоять из разного количества специалистов: одного или двух пилотов, штурмана, бортинженера, бортмеханика, бортрадиста и т.д. За каждым членом экипажа закрепляют те или иные функции, или один член экипажа может совмещать несколько видов деятельности, но чем больше в экипаже людей, тем сложнее организация взаимодействия между ними [6].

Конечно, функциональная надежность полиэргатических систем (систем с двумя и более операторами) будет зависеть не только от надежности их составляющих, но и от того, как они взаимодействуют между собой не только в направлении оператор — машина, но и в направлении оператор — оператор — машина, т.е. от групповой эргатической совместимости операторов в СОМС.

Групповая эргатическая совместимость операторов. Групповой эргатической совместимостью операторов (ГЭСО) будем считать степень соответствия результирующей деятельности двух или более операторов характеристикам управляемого объекта [7].

По данным ИКАО, ошибки взаимодействия, когда совместные действия членов экипажа недостаточно согласованы, наблюдаются примерно в 30–40 % авиационных происшествий и инцидентов (АП и И).

Мировая статистика также свидетельствует о том, что к значительному количеству АП и И, которые вызываются недостатками летной деятельности (в пилотировании, навигации, эксплуатации устройств и систем), добавляются недостатки во взаимодействии между членами экипажа. Практически в каждой катастрофической ситуации в авиации сталкиваются с несогласованностью в действиях членов летных экипажей.

Это свидетельствует о том, что при создании оптимальной эргатической системы надо всегда помнить и о необходимости обеспечения надлежащего уровня ГЭСО.

В связи с вышеизложенным данная научная работа — разработка практического решения для оценки групповой эргатической совместимости операторов (конкретно — командира ВС и второго пилота) — является актуальной и важной для гражданской авиации, поскольку направлена на обеспечение рационального формирования летных экипажей и в конечном счете — на обеспечение более высокого уровня эффективности использования авиационной техники и безопасности полетов воздушных судов.

Анализ взаимодействия пилотов самолета Boeing-737-500 и Ан-24 при заходе на посадку и посадке. Анализ авиационных происшествий и инцидентов показывает, что к числу факторов, их вызывающих, относится низкий уровень взаимодействия между операторами в составе малых групп, к которым относятся, в первую очередь, летные экипажи. Каждое четвертое авиационное происшествие и инцидент, которые происходят в гражданской авиации по вине человеческого фактора, приходится на фактор отсутствия должного взаимодействия в составе летных экипажей. Как отмечалось выше, каждое авиационное происшествие сопровождается резким снижением

совместимости между членами экипажа. Для подтверждения приведенных данных проведем анализ совместной деятельности пилотов (командира воздушного судна — КВС и второго пилота — 2П) самолета Boeing-737-500 при заходе на посадку и посадке с использованием системы ILS. Определим количество рабочих операций, выполняемых отдельно КВС (PF — Pilot Flying) и 2П (PNF — Pilot Non Flying), а также совместно (CB). Указанные данные на этапе захода на посадку и посадки приведены в табл. 1 [8].

Таблица 1

КВС (PF)	2П (PNF)	CB
94	108	32

Аналогичные количественные данные операционной загрузки членов экипажа (командира и второго пилота) нами определены и для отечественного самолета Ан-24 (табл. 2) для случая, когда заход на посадку и посадку осуществляет командир воздушного судна [9]. Здесь к числу операций совместного выполнения относятся и те, которые являются логическим продолжением операций, выполняемых другим членом экипажа.

Таблица 2

КВС	2П	CB
62	74	28

Анализ приведенных данных показывает, что количество совместно выполняемых операций при заходе на посадку и посадке самолета Boeing-737-500 с использованием системы ILS составляет 14 %. Для самолета Ан-24 этот показатель составляет 17 %, в случае когда заход на посадку и посадку выполняет командир воздушного судна.

Для наглядности представим эти данные на рис. 1 и 2.

Полученные результаты показывают, что для выполнения полетного задания и особенно на таком ответственном этапе, как заход на посадку и посадка, от членов экипажей, а именно: от командира воздушного судна и второго пилота, то есть тех, кто выполняет схожие функции и часто — совместно, нужны слаженность в работе и высокая совместимость в экипаже. Данная проблема решается в рамках авиационной эргономики и является одной из наиболее важных проблем практически на всех этапах жизненного цикла авиационной техники — распределение функций в человеко-машинных системах в гражданской авиации. Решение этой проблемы во многом поможет решить две задачи: повысить эффективность использования авиатехники и обеспечить высокий уровень безопасности полетов в гражданской авиации.

Методы исследования групповой деятельности. Одним из методов исследования структуры группы является социометрический метод. Он позволяет получить структуру взаимоотношений в группе на момент исследования: раскрыть имеющиеся группировки, определить степень авторитетности всех членов группы, выявить лиц, которые вносят в сферу общения элементы раздора, вражды, неприязни и др.

Полученные этим методом сведения дополняются, как правило, данными других методов.

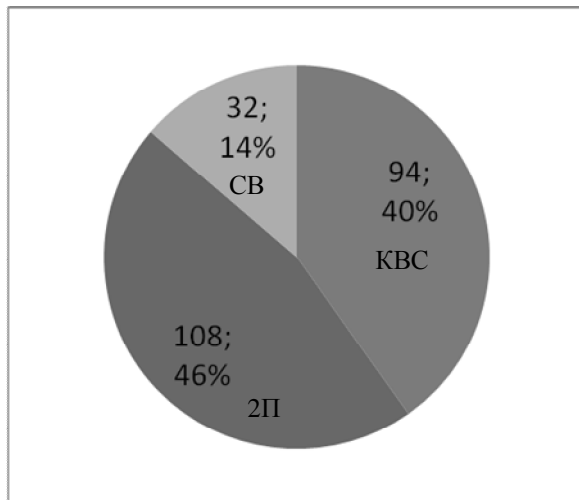


Рис. 1. Количество выполняемых операций членами экипажа самолета Boeing-737

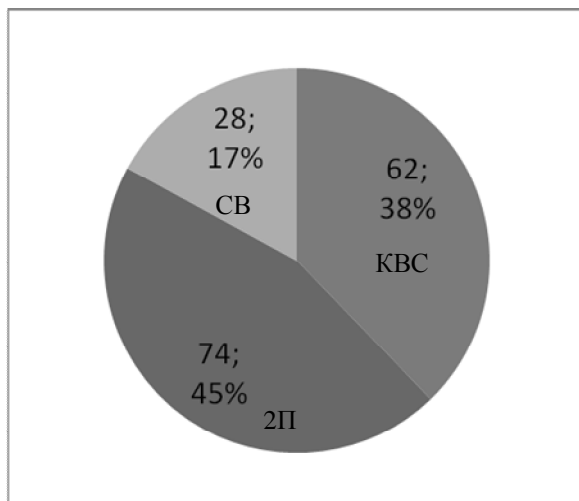


Рис. 2. Количество выполняемых операций членами экипажа самолета Ан-24

Применение только социометрического метода не дает полной картины взаимоотношений в группе операторов, поскольку этот метод не оценивает степень психофизиологической совместимости членов группы. С этой целью была разработана специальная методика исследования групповой деятельности, получившая название гомеостатической. При этом были учтены основные особенности групповой операторской деятельности: непрерывность деятельности для всех членов группы, жесткий лимит времени на выполнение группового задания, опосредованная (по приборам) оценка оператором результатов своей деятельности. Этим условиям удовлетворяет специально сконструированное устройство «Гомеостат» [10], функциональная схема которого приведена на рис. 3.

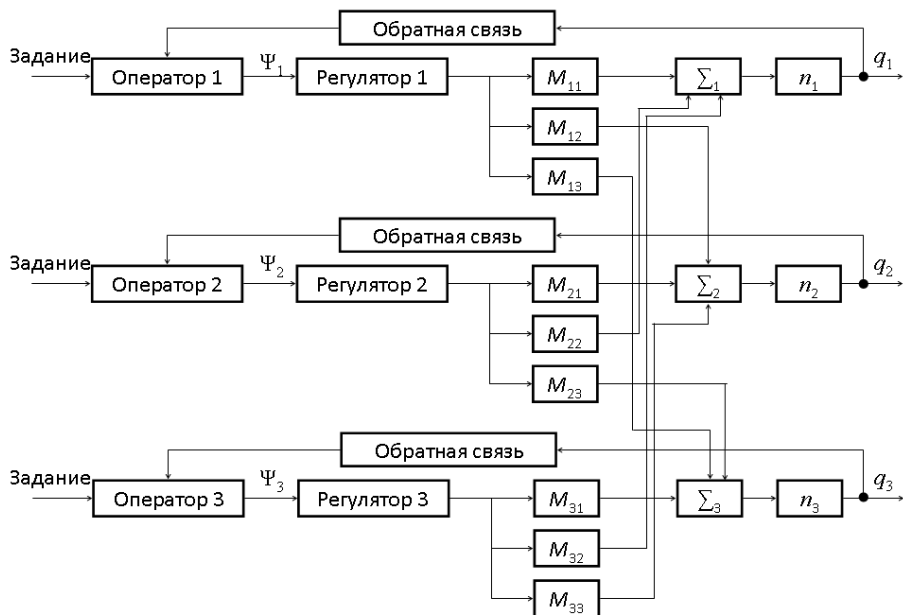


Рис. 3. Функциональная схема устройства «Гомеостат»

Из приведенного анализа следует, что метод с применением устройства «Гомеостат» является наиболее оптимальным и точным. Однако для использования этого метода необходимо разработать устройство для непосредственного исследования групповой эргатической совместимости авиационных операторов в процессе эксплуатации авионики.

Кроме названных методов, были предложены и другие: психологический, психофизиологический, математический, метод теории графов и т.п. Однако, к сожалению, почти ни один из этих методов не был полностью реализован на практике, что в некоторой степени и подтверждается печальными данными статистики.

Структурная схема компьютерного стенда оценки ГЭСО. На основе проведенных исследований был разработан новый, современный, унифицированный и практически действующий стенд (комплекс), принцип работы которого основан на использовании современного компьютерного оборудования, которое за полторы-две минуты может выдать приблизительный результат о совместимости двух операторов-пилотов.

Техническим заданием стенда является обеспечение высокого уровня безопасности полетов в авиации и эффективности использования авиационной техники за счет более качественного отбора операторов для совместной работы в составе летных и космических экипажей с помощью обычного компьютерного обеспечения.

С помощью программного интегрированного компьютерного комплекса появляется возможность количественно определять уровень совместимости операторов при формировании малых групп путем имитации реальной совместной деятельности, например процесса пилотирования.

Рассмотрим структурную схему стенда (рис. 4). В состав стенда входит один компьютер, к которому подключены два монитора, и два устройства управления — джойстики.

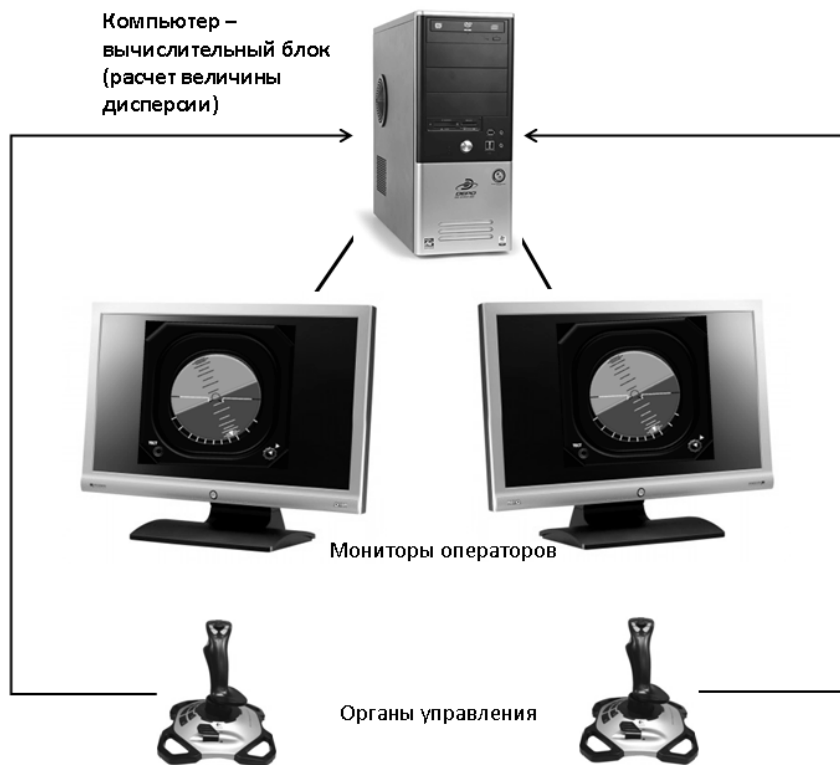


Рис. 4. Структурная схема стенда с компьютерной реализацией задачи

Стенд и программа, которая реализует его работу, работают следующим образом.

На экранах мониторов каждого из операторов отображается авиагоризонт, который по своему интерфейсу полностью совпадает с авиагоризонтами многофункциональных индикаторов современных самолетов (рис. 5).

Происходит имитация горизонтального полета. Однако по определенным причинам самолет начинает отклоняться в горизонтальной плоскости по крену и тангажу. Задачей пилотов-операторов является совместная компенсация отклонения планки авиагоризонта от нулевого положения как по крену, так и по тангажу за максимально короткое время и удержание самолета в таком положении в дальнейшем. Каждый из операторов действует самостоятельно и независимо, между ними установлена только инструментальная связь с помощью показаний авиагоризонтов. Однако каждый из них может компенсировать отклонения планки авиагоризонта лишь на 50 %, т.е. удержать самолет в горизонтальном полете возможно только при идеальной совместной работе обоих операторов, при совместной компенсации 100 %.

Программу повторяют несколько раз для получения статистически достоверных данных. Уровень совместимости операторов определяется качеством стабилизации планки авиагоризонта в нулевом положении, причем учитываются действия каждого из операторов отдельно, их погрешности и использованное время.



Рис. 5. Отображение на экранах операторов

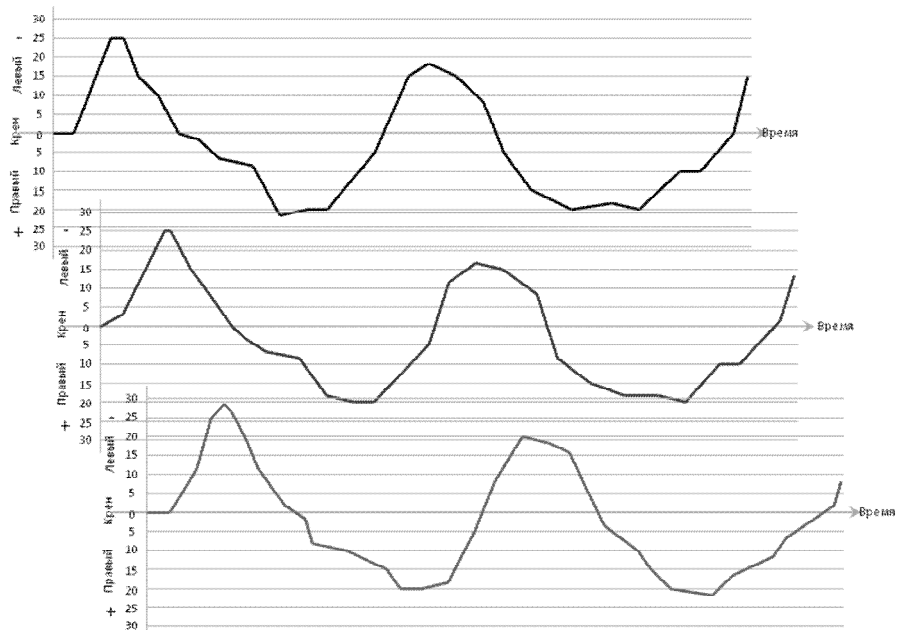


Рис. 6. Графики «почерков» операторов, полученные в результате выполнения программы работы стенда

Анализ собранных статистических данных по работе стенда. Программа выдает результат в виде графиков (при необходимости по тангажу и крену отдельно) для каждого из операторов. График представляет собой «почерк» оператора, полную характеристику его действий:

использованное время, погрешности при удержании планки авиагоризонта в нулевом положении и др.

На рис. 6 приведены полученные экспериментально графики для трех отдельных независимых пилотов-операторов. Объединив эти графики (рис. 7), можно сделать вывод об эргатической совместимости операторов. Чем более приближены друг к другу кривые, тем более высока совместимость операторов. В данном случае кривые 1 и 2 наиболее приближены друг к другу, а следовательно, и совместимость этих операторов высокая.

Перспективным способом получения достоверных результатов о групповой эргатической совместимости является определение значения дисперсии погрешности стабилизации соответствующих координат полета вследствие результирующей деятельности обоих операторов. Уровень ГЭСО будет выше при меньшей дисперсии погрешности стабилизации.

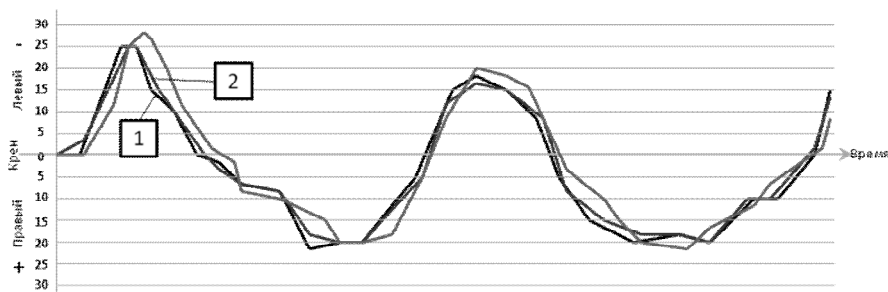


Рис. 7. Объединенный график операторов

Выводы. В условиях научно-технического прогресса наблюдается непрерывное изменение основных летно-технических характеристик воздушных судов: увеличение скорости, дальности и пассажировместимости. В настоящее время возможности бортовой авионики значительно расширились, что, в свою очередь, увеличивает сложность оборудования, установленного на ВС. При этом повышаются требования к тем, кто осуществляет управление, техническое обслуживание и ремонт этого оборудования.

В данной научной статье с целью более качественного отбора кандидатов для совместной работы в составе летных и космических экипажей авторы предлагают использовать современную компьютерную технику с соответствующим программным обеспечением. Такой компьютерный комплекс позволит дать ответ на ряд важных проблемных вопросов, связанных с обеспечением: совместимости СОМС, рационального распределения функций между составляющими эргатических систем, должного взаимодействия операторов как с машиной, так и между собой в нормальных и особых ситуациях, профессионального отбора, подготовки и тренировки авиационных операторов.

1. *Скрипеч А.В.* Основы эргономики. — К.: 2009. — 124 с.
2. *Денисов В.Г., Скрипеч А.В.* Человек в мире машин. — К.: Наукова думка, 1983. — 216 с.
3. *Павлов В.В., Скрипеч А.В.* Эргономические вопросы создания и эксплуатации авиационных электрифицированных и пилотажно-навигационных комплексов воздушных судов. — К.: КМУГА, 2000. — 460 с.

4. Циркуляри ІСАО з ергономіки та людського чинника. — ІСАО, 2000. — Вып. 1–12.
5. Людський фактор у системі організації повітряного руху / І.С. Биковцев, В.М. Гладков, В.С. Дем'янчук та ін. — К.: ДП ОПР, 2009. — 440 с.
6. *Платонов К.К., Гольдштейн Б.Т.* Основы авиационной психологии. — М.: Транспорт, 1987.
7. *Скрипечь А.В., Буров О.Ю., Павлов В.В.* Інженерна психологія, ергономіка та людський чинник в авіації. Підручник. — К.: НАУ-друк, 2010.
8. Инструкция по взаимодействию и технологии работы членов экипажа самолета Boeing-737-500. — К.: НАУ, 2009. — 81 с.
9. Инструкция по взаимодействию и технологии работы членов экипажа самолета Ан-24. — К.: МГА, 1986. — 36 с.
10. *Горбов Ф.Л.* Медико-биологические проблемы космических полётов // Космическая биология и медицина. — М.: Наука, 1966. — С. 398–399.

Институт аэронавигации НАУ, Киев

Получено 03.04.2012