

УДК 629.735.33

ОЦЕНКА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ПИЛОТА ВОЗДУШНОГО СУДНА В ОСОБЫХ СИТУАЦИЯХ

П.М. ПОЛЯКОВ, М.В. КАРМЫЗОВ, С.В. МОНАХОВА

В статье предлагается использование различных медицинских методов для оценки психофизиологического состояния человека при возникновении особых ситуаций в полете. Подобный подход позволит установить более четкие границы психофизиологической нагрузки на летный персонал в полете, тем самым обеспечив безопасность полетов.

Ключевые слова: безопасность полетов, психофизиологическая нагрузка, подготовка пилотов.

Общеизвестно, что большинство авиационных происшествий и инцидентов являются результатом менее чем оптимальных действий человека, а это означает, что любые улучшения в этой области могут в значительной мере способствовать повышению уровня безопасности полетов.

Учитывая разнообразие факторов, потенциально влияющих на характеристики работоспособности человека, неудивительно, что ошибки человека признавались главным причинным фактором практически во всех авиакатастрофах и авиационных происшествиях с момента возникновения авиации. При этом ошибки в особых ситуациях и недостатки взаимодействия в экипаже составляют по статистике около 35% всего спектра причин авиационных происшествий. Особые ситуации могут возникать в полете с определенной степенью вероятности под воздействием неблагоприятных факторов или их сочетаний [5]. Особые ситуации различаются, как известно, по степени ухудшения характеристик устойчивости и управляемости ВС (выходом параметров его движения за эксплуатационный диапазон) и уровню психофизиологической (рабочей) нагрузки на экипаж [3].

Для определения изменения психофизиологического состояния пилота в особых ситуациях, моделируемых на тренажерном комплексе, предлагается использовать предварительно смонтированные на нем датчики измерителей частоты пульса и дыхания. Это позволит, в том числе, совершенствовать организацию летной работы в части формирования экипажей и корректировки программ тренажерной подготовки пилотов.

Оценку измерения психофизиологического состояния пилота в особых ситуациях, предлагается производить с помощью моделирования на тренажерном комплексе возникновения различных авиационных событий, используя при этом предварительно установленные на нем датчики измерителей частоты пульса и дыхания.

1. Измеритель частоты пульса – устройство, автоматически измеряющие частоту пульса человека.

2. В данной случае предлагается использование пульсометра применительно к оценке изменения психофизиологического состояния пилота при пилотировании. Изменение частоты пульса пилота в процессе управления ВС, особенно на ответственных этапах полета, таких как заход на посадку, является весьма информативным показателем. Для измерения пульса используется датчик, который состоит из инфракрасного светодиода, который передает инфракрасный сигнал на руку человека, и фотодиода, который принимает отраженный от клеток крови сигнал. Светодиод и фотодиод должны быть расположены близко друг к другу, как показано на рис. 1.

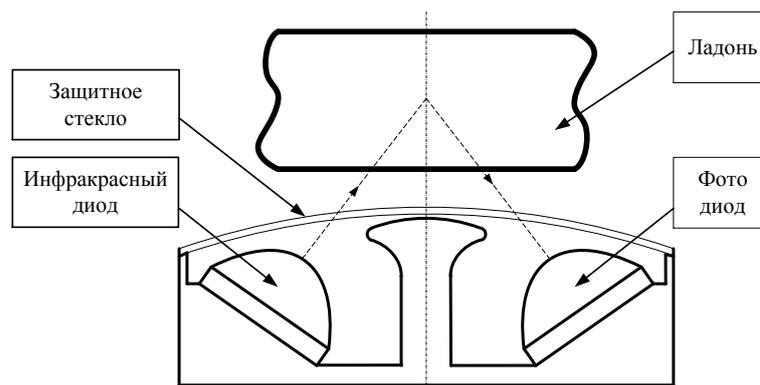


Рис. 1. Датчик измерителя пульса

Интенсивность отраженного сигнала зависит от объема крови в сосудах ладони. Следовательно, с каждым ударом сердца немного изменяется интенсивность отраженного инфракрасного сигнала, которая фиксируется фотодиодом.

Изменяющийся с биением сердца человека объем крови вызывает появление импульсов на выходе фотодиода, однако величина их слишком мала для непосредственной подачи на микроконтроллер с целью обработки. Для решения этой задачи применена схема усиления и фильтрации сигнала.

К одному из медицинских параметров, влияющих на психофизиологическое состояние пилота, следует отнести изменение содержания углекислоты в крови в растворенном виде, которая в процессе дыхания выделяется через легкие. Измеряя парциальное давление углекислоты в выдыхаемом воздухе, можно оценить её количество в крови.

Для измерения процентного содержания двуокиси углерода в воздухе, выдыхаемом пилотом, контроля резких изменений дыхательной системы и его графического отображения (рис. 2) возможно применение инфракрасного спектрометра – капнографа (др. - греч. Καπνός – дым; γραφω – пишу).

Следует отметить, что в организме человека содержится физиологически обусловленное количество углекислоты (нормой считается парциальное давление 38 мм рт.ст.).

В основе работы данного устройства (рис. 3) положен принцип измерения концентрации CO_2 с помощью инфракрасной спектроскопии. Известно, что все газы имеют свойственный им спектр поглощения. Измеряя поглощение излучения определенной длины волны можно определить концентрацию газа.

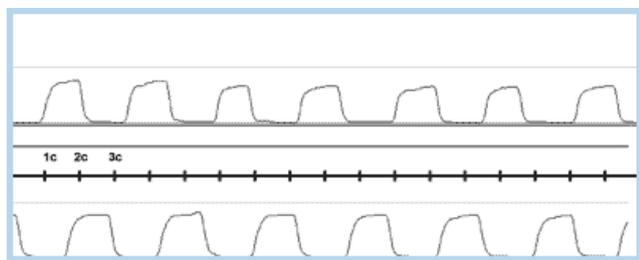


Рис. 2. Графическое отображение измерения выделения углекислоты (капнограмма)

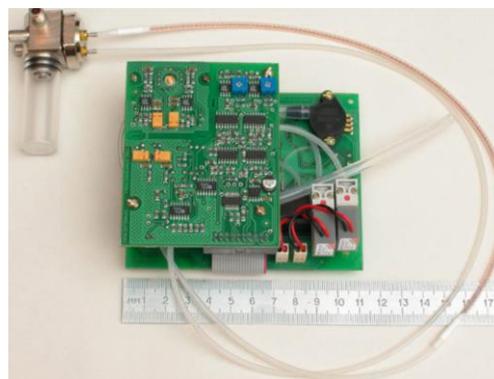


Рис. 3. Внешний вид капнографа типа "Тритон-Электроник С"

Датчик прибора измеряет поглощение инфракрасного излучения с длиной волны, характерной углекислому газу, в образце газа, находящегося в измерительной камере. По этому погло-

цению вычисляется количество молекул поглощающего газа, находящихся на пути излучения (парциальное давление CO_2).

В рассматриваемом устройстве используется лазерный датчик. Он имеет ряд преимуществ перед традиционными системами капнографов. Использование лазера позволяет исключить движущиеся механические элементы в конструкции датчика, что положительно сказывается на точности и надежности измерений. Каждый экземпляр датчика калибруется эталонными смесями газов. За счет использования оригинальной схемы измерения концентрации прибор не нуждается в периодических калибровках. Калибровка прибора не нарушается со временем и от различных воздействий на датчик (температура, загрязнение измерительной кюветы и оптических элементов). Малый объем измерительной кюветы позволил уменьшить поток пробы до 50-100 мл/мин.

Расходные материалы для прибора - недорогие одноразовые линии отбора пробы. Датчик прибора имеет коррекцию влияния закиси азота. Присутствие закиси азота не приводит к искажению показаний прибора.

Капнограф непрерывно измеряет и отображает:

- содержание двуокиси углерода во время всего дыхательного цикла;
- содержание двуокиси углерода в конце выдоха (EtCO_2);
- содержание двуокиси углерода на вдохе (FiCO_2);
- частоту дыхания.

Для контроля за измеряемыми параметрами прибор имеет тревоги: высокий EtCO_2 , низкий EtCO_2 и высокий FiCO_2 .

Режим отображения результатов измерения может быть в виде парциального давления CO_2 в мм рт.ст. или в виде концентрации CO_2 в процентах.

Модуль капнографа полностью автономен. Для работы требуется только источник питания. Модуль обменивается данными через интерфейс RS-232, что позволяет использовать его в составе различных приборов или автономно с передачей данных в персональный компьютер. Помимо этого, данный прибор возможно использовать как в качестве индивидуального измерителя, так и для оценки изменения уровня выделения углекислоты в закрытом пространстве, которым вполне может являться кабина ВС или тренажера.

Помимо предложенных выше методов, одним из способов повышения объективности контроля летного состава в процессе его подготовки и оценки его профессионально важных качеств является применение системы видеонаблюдения.

Видеонаблюдение (система телевидения замкнутого контура) - процесс, осуществляемый с применением оптико-электронных устройств, предназначенных для визуального контроля или автоматического анализа изображений.

На данный момент наибольшее применение в видеонаблюдении получили видеокамеры на основе приборов с зарядовой связью (ПЗС-матриц). Основные производители матриц Sony, Panasonic, Samsung, LG, Hynix. Их использование позволило создать доступные по цене и достаточно высококачественные изделия широкого применения.

В качестве дополнительных возможностей системы предлагается использование следующих вспомогательных устройств:

- тепловизоры – устройство для наблюдения за распределением температуры исследуемой поверхности, например, для обнаружения человека в темное время суток по его тепловому излучению;
- автоматические фотокамеры – используются для расширения возможностей систем видеонаблюдения;
- микрофоны – используются для синхронного получения видеоизображения и звука.

Расследования авиационных происшествий [1] раз за разом свидетельствуют о том, что сбои в деятельности человека часто являются главными причинами или причинными фактора-

ми этих происшествий. И действительно, ошибки человека во многих случаях являются знаковыми причинами сбоев в системе обеспечения безопасности полетов [2].

Предлагаемые методы оценки психофизиологического состояния летного персонала позволят снизить долю авиационных событий, обусловленных проявлением человеческого фактора, а также скорректировать индивидуальные программы летной подготовки, повысить качество организации летной работы, особенно в части формирования экипажей ВС, и в конечном итоге повысить безопасность полетов в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Анализ состояния безопасности полетов в гражданской авиации Российской Федерации в 2013 году*. М.: Управление государственного надзора за безопасностью полетов. Ространснадзор, 2014.
2. **DOC 9806**. *Основные принципы учета человеческого фактора в руководстве по проведению проверок безопасности полетов*. 1-е изд., 2002.
3. *Нормы летной годности*. 3-е изд. М.: ЦАГИ, 1985.
4. *Нормы летной годности самолетов транспортной категории. Авиационные правила*. Ч. 25.
5. **Сакач Р.В., Зубков Б.В., Давиденко М.Ф. [и др.]**. *Безопасность полетов*. М.: Транспорт, 1989. 239 с.
6. **Семаков С.Л.** *Выбросы случайных процессов. Приложения в авиации*. М.: Наука, 2005. 199 с.
7. **Doc 9858AN/474**. *Руководство по управлению безопасностью полетов*. Монреаль: ИКАО, 2013.

THE ESTIMATION OF A PSYCHOPHYSIOLOGICAL AIRCRAFT PILOT WORKLOAD IN SITUATIONS AFFECTING THE FLIGHT SAFETY

Polyakov P.M., Karmyzov M.V., Monakhova S.V.

The article proposes the use of various medical methods to assess human psychophysiological state in the event of special situations in flight. Such an approach would set clearer boundaries of psycho-physiological stress on night personnel in flight for flight safety providing.

Keywords: flight safety, psycho-physiological load, pilot training.

REFERENCES

1. *Анализ состояния безопасности полетов в гражданской авиации Российской Федерации в 2013 году*. М.: Управление государственного надзора за безопасностью полетов. Ространснадзор. 2014. (In Russian).
2. **Doc 9806**. *Osnovnye principy ucheta chelovecheskogo faktora v rukovodstve po provedeniju proverok bezopasnosti poletov*. 1-e izd. 2002. (In Russian).
3. *Normy letnoj godnosti*. 3-e izd. М.: CAGI. 1985. (In Russian).
4. *Normy letnoj godnosti samoletov transportnoj kategorii. Aviacionnye pravila*. Ch. 25. (In Russian).
5. **Sakach R.V., Zubkov B.V., Davidenko M.F. i dr.** *Bezopasnost' poletov*. М.: Transport. 1989. 239 p. (In Russian).
6. **Semakov S.L.** *Vybrosy sluchajnyh processov. Prilozhenija v aviacii*. М.: Nauka. 2005. 199 p. (In Russian).
7. **Doc 9858AN/474**. *Rukovodstvo po upravleniju bezopasnost'ju poletov*. Monreal': ICAO. 2013. (In Russian).

Сведения об авторах

Поляков Павел Михайлович, 1956 г.р., окончил МИИГА (1979), доцент кафедры безопасности полетов и жизнедеятельности МГТУ ГА, автор 15 научных работ, область научных интересов – безопасность полетов, оценка опасных факторов, связанных с обеспечением безопасности полетов.

Кармызов Максим Валерьевич, 1984 г.р., окончил МГТУ ГА (2007), кандидат технических наук, ведущий инженер департамента управления безопасностью полетов ОАО «Аэрофлот», автор 13 научных работ, область научных интересов – обеспечение безопасности полетов, внедрение системы управления безопасностью полетов.

Монахова Светлана Валерьевна, окончила МГТУ ГА (2000), кандидат технических наук, заведующая заочным отделением ЕАТК ГА им. В.П. Чкалова (филиал МГТУ ГА), автор 9 научных работ, область научных интересов – подготовка специалистов в области гражданской авиации, производственная безопасность.