

# ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПСИХОЛОГИЯ

Ю.А. Майорова, А.Г. Гузий

## УТОМЛЯЕМОСТЬ ПИЛОТОВ КАК ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР РИСКА БЕЗОПАСНОСТИ АВИАЦИОННЫХ ПОЛЁТОВ

**Аннотация.** Утомление как наиболее неблагоприятное функциональное (психофизиологическое) состояние пилота гражданской авиации рассматривается с позиции рекомендуемого международными стандартами управления риском безопасности полётов. Описаны основные виды утомления, их характерные признаки применительно к лётному труду. Дана характеристика современного состояния контроля утомляемости пилотов гражданской авиации в аспекте обеспечения безопасности полётов. Изложен и охарактеризован методический подход к системному управлению риском безопасности полётов, обусловленным утомлением, рекомендованным к практической реализации Международной ассоциации гражданской авиации. Методы исследования: психология труда, инженерная психология, эргономика, психофизиология труда, рискометрия здоровья, безопасность жизнедеятельности, управление рисками. Основным вкладом авторов в развитие темы исследования является обоснование насущной необходимости реализации механизмов управления риском безопасности полётов, обусловленным утомлением, рекомендованным Международной ассоциации гражданской авиации. Несомненным достоинством такого подхода является возможность реализации многоуровневой стратегии обеспечения безопасности полётов, позволяющей управлять рисками, связанными с утомлением, вне зависимости от психофизиологических причин их происхождения. Это обуславливает перспективность его реализации и для обеспечения психофизиологической надёжности представителей любых операторских профессий.

**Ключевые слова:** утомление, функциональное состояние, психофизиологическое состояние, авиационная психофизиология, психофизиология лётного труда, утомляемость пилотов, безопасность полётов, контроль утомляемости пилотов, психофизиологическая подготовка пилотов, авиационная эргономика.

**Review.** As the most unfavorable functional (psychophysiological) state of airline pilots, fatigue is being considered from the point of view of the recommended international standards of risk management safety. The authors of the article describe the basic types of fatigue and their typical features with respect to flying. The authors also give the description of the current state of pilot fatigue management for the purpose of ensuring flight safety in civil aviation. They define and describe the methodical approach to the flight safety management based on the guidelines of the International Association of Civil Aviation. The research methods included: industrial psychology, engineering psychology, ergonomics, industrial psychophysiology, health risk assessment, life safety and risk management. The main contribution made by the authors to the development of the topic under research is the justification of the urgent need for the implementation of the mechanisms of the pilot fatigue management recommended by the International Association of Civil Aviation. The apparent advantage of this approach is an opportunity to carry out a multi-level safety strategy allowing to manage the risks associated with fatigue regardless of their psychophysiological causes. This creates the prospects for implementing this strategy and providing psychophysiological safety in any sphere of navigation.

**Keywords:** psychophysiological training of pilots, fatigue, pilot fatigue management, functional state, psychophysiological state, aviation psychophysiology, flight psychophysiology, pilot fatigue, flight safety, aviation ergonomics.

**П**роблема безопасности полётов периодически напоминает о себе тяжёлыми авиационными происшествиями, основной причиной которых традиционно является

«человеческий фактор». Согласно концепции приемлемого риска, принятой международным авиационным сообществом [1], в полёте возможно развитие сложной, аварийной и даже катастрофи-

ческой ситуации в результате неблагоприятного воздействия отдельных или совокупных факторов типа «среда», «воздушное судно», «человек». Вне зависимости от первопричины или инициирующих факторов опасной ситуации в полёте, её исправление возлагается на экипаж. И если ошибку допускает член экипажа, исправить её может только сам экипаж. Очевидно, что безопасность полётов находится в прямой зависимости от текущего функционального состояния пилотирующего лётчика [2]. Установлено, что психофизиологически опасные функциональные состояния лётчика человека являются причинами до 30 % авиационных происшествий и инцидентов [3]. В гражданской авиации наиболее неблагоприятным функциональным состоянием является утомление [4].

Кризисные явления в государстве и в авиационной отрасли усугубляют проблему безопасности полётов, повышая риск авиационных событий по «человеческому фактору», особенно обусловленный утомлением экипажей. Трудное финансовое положение вынуждает авиакомпании экономить на всем, в том числе на безопасности. Увеличение функциональной нагрузки на персонал, особенно на лётный, возвращает гражданскую авиацию к проблеме утомления экипажей. Рекомендуемое внедрение ещё неразработанной «Системы управления риском, обусловленным утомлением» (Fatigue Risk Management Systems – FRMS) [5] усугубляет проблему, поскольку авиакомпании – не научные организации, и научно обоснованные инициативы им не свойственны.

### **Утомление и его психофизиологические проявления**

*Под утомлением* понимают совокупность изменений в физическом и психическом состоянии пилота, развивающихся в результате профессиональной деятельности и ведущих к временному снижению её эффективности и безопасности. Утомление – естественный физиологический процесс, носящий защитный характер. Субъективное ощущение возникающего утомления называется усталостью. Смысл утомления заключается в том, чтобы предотвратить полное истощение энергетических резервов в организме путём включения процесса торможения в центральной нервной системе (ЦНС) и «запуска» механизма восстановления энергетических ресурсов. Именно расход последних в клетках ЦНС в процессе их активной

деятельности выступает ведущим механизмом в развитии утомления [6].

Характерными признаками утомления лётчика, проявляющимися в двигательной сфере, являются: увеличение количества и амплитуды движений органов управления, появление резких, несоразмерных рабочих движений, нарушение двигательной координации и согласованности управляющих действий, замедление двигательных реакций, ухудшение точности воспроизведения необходимых мышечных усилий, возрастание усилия зажима ручки управления и т.д. При ведении радиообмена отмечаются дефекты в речевой связи в виде искажений, замедленной передачи докладов и команд; нарушается скорость и точность восприятия показаний приборов и неинструментальной информации, снижаются резервы внимания, искажается чувство времени. Во многих случаях у лётчиков появляется общая скованность и напряжённость; отмечается нарушение пространственной ориентации.

Утомление лётчика снижает возможности восприятия им информации, памяти, мышления, а также способствует чрезмерной самоуверенности и неправильной оценке опасных ситуаций, в результате чего недопустимо снижается критичность оценивания возникшей аварийной ситуации [7].

С точки зрения психофизиологии, утомление – состояние временного снижения функциональных возможностей организма, наступающее вследствие интенсивной или длительной деятельности, проявляющееся ухудшением качества и количества показателей этой деятельности (снижением работоспособности), дискоординации физиологических функций и обычно сопровождающееся чувством усталости [8].

В отечественной авиационной медицине утомление определялось как временное снижение работоспособности, вызванное интенсивной или длительной профессиональной деятельностью и выражающееся в снижении количественных и качественных показателей работы [9].

По этиологии и симптоматике утомление в деятельности лётчика может быть физическим, умственным и психологическим (патологическое утомление не рассматривается, поскольку является следствием заболеваний и относится к компетенции медицины).

Физическое утомление возникает в результате мышечного напряжения, часто наступает в кон-

це рабочего дня (смены), связано с интенсивной физической нагрузкой.

Умственное утомление связано с профессиональными особенностями деятельности человека как центрального звена эргатической системы с необходимостью переработки большого объема информации, самостоятельного принятия и реализации решений в условиях дефицита времени.

К психическим (или нервно-эмоциональным) причинам и факторам утомления относят психическое истощение, эмоциональное напряжение, связанное с психосоциальными проблемами. Психическое утомление может иметь место и при отсутствии физической нагрузки.

Можно утверждать о существовании целого множества состояний утомления, являющихся конкретными формами воплощения определённого типа адаптивной реакции. Общим для них является падение эффективности деятельности лётчика вследствие истощения психофизиологических ресурсов под влиянием интенсивной и (или) продолжительной работы [10].

Общая усталость лётчика, включающая в себя физический, умственный и психофизиологический компоненты, является следствием таких факторов, как повторяемость действий, длительные и не всегда производительные усилия, умственное и эмоциональное напряжение, высокая ответственность, смена временных поясов и др. Способствуют развитию утомления: условия профессиональной деятельности, время выполнения операций, нарушение оптимальности циклов «работа-отдых», суточные изменения, длительные и повторные полёты, нерегулярная профессиональная деятельность (перерывы в лётной работе), несоответствие здоровья (физическая форма), возраст, знание результата выполнения задания, степень свободы движений тела.

Важными факторами, повышающими утомляемость лётчиков, являются: шумы, вибрации, высокая температура в помещении (кабине), кислородная недостаточность и др. [11].

В отличие от монотонии, утомление имеет следующие характерные особенности:

- утомление характеризуется более высоким расходом энергии, нарастанием напряжения и энергетических затрат, чем монотония;
- при утомлении изменение характера профессиональной деятельности не приводит к восстановлению работоспособности, а при монотонии – приводит;

- утомлению в одних и тех же условиях в той или иной степени подвержен любой лётчик, а состояние монотонии в одной и той же ситуации испытывают не все;
- на восстановление работоспособности при утомлении, как правило, требуется определённый период времени, а состояние монотонии достаточно быстро проходит с устранением вызвавших его причин [12].

Развитие утомления сопровождается нарастанием специфических ошибок «невнимательности», снижением точности и скорости действий, появлением симптомов, свидетельствующих об истощении организма.

При выраженных степенях утомления ухудшается память, концентрация, распределение и переключение внимания, оперативная оценка ситуаций, точность и координация движений, вероятность ошибок при решении простых, хорошо известных задач, изменяются поведенческие реакции, выражающиеся в раздражительности или апатии [13]. Опасность утомления усугубляется тем фактором, что субъективные оценки могут не подтверждать друг друга [14].

ИКАО определяет утомление (утомляемость) членов экипажа как: физиологическое состояние пониженной умственной или физической работоспособности в результате бессонницы или длительного бодрствования, фазы суточного ритма или рабочей нагрузки (умственной и/или физической деятельности), которое может ухудшить активность и способность члена экипажа безопасно управлять воздушным судном или исполнять служебные обязанности (в некоторых русскоязычных версиях документов ИКАО и ИАТА «fatigue» переведен как «утомляемость») [15].

### Виды утомления

Выделяют несколько видов утомления [16].

**Острое утомление** развивается при непродолжительной, но интенсивной работе или в результате штатной продолжительной деятельности умеренной интенсивности. Данный вид утомления характеризуется появлением чувства усталости, вялости, разбитости, снижением чувствительности, нарушением вегетативных функций, некоторым снижением поведенческой активности. По мере нарастания утомления снижаются функциональные возможности, повышается «физиологическая стоимость» работы. Эффективность и качество

лётной деятельности не ухудшаются или незначительно снижаются в конце длительного или усложненного полёта. Отличительная особенность острого утомления заключается в том, что оно проходит, как правило, к началу следующего рабочего дня после полноценного ночного отдыха.

**Хроническое утомление** возникает вследствие многократной интенсивной нагрузки и наличия ряда неблагоприятных сопутствующих факторов: отсутствие возможностей и условий для полноценного отдыха после профессиональной деятельности, несоответствие сложности полётов уровню профессиональной подготовки пилота, ухудшение ФС в результате ранее перенесенного заболевания, недостаточной тренированности систем организма и др. При хроническом утомлении происходит кумуляция (накопление) острого утомления. Чувство усталости преследует пилота не только на протяжении всего полёта, но и до полёта. В полёте резко снижается чувствительность анализаторов, падает скорость реакций, нарушаются вегетативные функции, ухудшаются психологические процессы (снижается устойчивость и скорость переключения внимания, нарушается его концентрация и сужается объем, ухудшается оперативная память, замедляются мыслительные процессы, страдает функция прогнозирования). Поведенческая активность нарушается, особенно к концу профессиональной деятельности. Эффективность и качество пилотирования отличаются неустойчивостью на протяжении полёта и существенно нарушаются в конце полёта. Нарушается сон, являющийся основным видом отдыха при восстановлении работоспособности после напряжённой профессиональной деятельности. Восстановление работоспособности при данном виде утомления требует продолжительного отдыха (несколько дней). Если обычный отдых не снимает утомление после работы, то это расценивается как признак начинающегося переутомления [17].

**Переутомление** у лётного персонала развивается в результате сочетания ряда обстоятельств:

- многократно повторяющаяся напряжённая лётная работа;
- постоянное отсутствие условий для полноценного отдыха;
- нарушение режимов труда, отдыха и питания;
- недостатки в организации и условиях лётной деятельности.

Переутомление – патологическое ФС, которое сопровождается рядом выраженных нарушений:

не проходящее чувство усталости, развивающаяся апатия, раздражительность, неудовлетворенность от выполняемой деятельности, потеря аппетита, головные и сердечные боли и т.д. Изменения со стороны анализаторов, вегетативных функций и психических процессов, которые наблюдаются при хроническом утомлении, при переутомлении более выражены и имеют место не только в конце полёта, но и в повседневной жизни. Эффективность и качество лётной деятельности значительно снижаются вплоть до появления грубых ошибок. Отмечается потеря бдительности и осмотрительности. Пилот становится профессионально ненадёжным. Восстановление нормального функционального состояния пилота не возможно без лечения и средств медицинской реабилитации. Если не принять мер, то прогрессирующее переутомление может перейти в различные формы расстройства ЦНС [18].

Оценкой текущего функционального состояния пилота в процессе его деятельности выявлено, что какой-то стимул, бывший некоторое время назад оптимальным, перестает быть таковым при утомлении, о чем свидетельствует уменьшение помехоустойчивости и другие изменения работоспособности по критериям оптимального состояния [19].

### **Ошибочные действия, обусловленные утомлением**

Факторы, повышающие утомление: интенсивная лётная работа, длительные перелеты, усложненные условия полётов, эмоциональные стрессы, ночные рейсы, многократное пересечение нескольких часовых поясов. Усугубляют утомление: нарушение 24-часового биологического ритма, работа вне базовых аэродромов, употребление алкоголя [20].

Зачастую утомлением объясняют возникновение конфликтных ситуаций и потерю внимательности, трудности в сосредоточении на решении проблем, в восприятии мнения коллег. В состоянии утомления пилоты менее активны и менее точны в реакции на изменение обстановки. В результате принимаемые ими решения не всегда адекватны ситуации.

Ошибочные действия, совершенные экипажем в состоянии утомления, приводят к авиационным происшествиям. Очевидно, что частота ошибочных действий экипажа находится в прямой зависимости от степени утомления его членов.

## Утомление и авиационная авиариалогия

В соответствии с данными NASA фактор утомления присутствовал в 77 из 2006 авиационных событий. При более подробном анализе эта цифра возросла до 426.

Для компенсации утомления необходим сон, при этом основное значение имеют две его характеристики: длительность и качество [21].

### **Длительность сна:**

- Негативное воздействие дефицита сна накапливается (накопленное утомление), при этом:
  - темпы накопления утомления пропорциональны темпам накопления дефицита сна (чем меньше сна в сутки, тем быстрее накопление утомления);
  - желание заснуть со временем становится неконтролируемым, что приводит к непроизвольному засыпанию.
- Для компенсации дефицита сна, накопленного в течение нескольких ночей, требуется не менее двух ночей неограниченного сна подряд.
- Контролируемый короткий сон может временно ослабить симптомы дефицита сна – эффективная персональная компенсационная методика уменьшения риска утомления.

### **Качество сна:**

- Хорошее качество сна подразумевает регулярные циклы сна, включающие две различные его фазы – фазу сна с быстрым движением глаз (быстрый сон) и фазу сна с медленным движением глаз (медленный сон). Полный цикл «медленный сон – быстрый сон» занимает около 90 минут.
- Сон фрагментированный, с частыми пробуждениями или переходами к менее глубоким стадиям сна, нарушает нормальный цикл «медленный сон – быстрый сон», поэтому имеет меньшую восстановительную ценность.
- Сон в зоне отдыха на борту воздушного судна менее глубок и более фрагментирован, чем в отеле или дома.
- Как короткий сон в кабине экипажа, так и сон в зоне отдыха на борту ВС, содержат незначительную составляющую глубокого медленного сна (медленноволнового сна), поэтому после сна в полёте проявление эффекта сонной инерции гораздо менее вероятно.

Одним из основных мероприятий, направленных на поддержание оптимального ФС членов эки-

пажа, является разработка рационального, научно обоснованного режима труда и отдыха и строгое его выполнение [22].

Регулирование утомления членов экипажа традиционно осуществляется путём введения ограничений на количество лётных часов и рабочего времени на основе исторически сложившегося понимания утомления как простого соотношения периодов работы и отдыха [23]. Однако установление норм полётного и служебного времени – упрощённый подход, без учёта специфики эксплуатации или индивидуальных особенностей членов экипажей.

В СССР специальным соглашением между руководством гражданской авиации и профсоюзом авиаработников месячный налёт часов лётного состава устанавливался дифференцированно — в зависимости от сложности трассы и времени суток: от 35 до 55 часов [24]. В 1937 г. была создана медицинская комиссия по наблюдению за состоянием здоровья пилотов путём планомерного медицинского изучения влияния лётной нагрузки на здоровье членов экипажей; организована сеть профилакториев, домов отдыха, разработан ряд мероприятий по медицинскому обеспечению полётов.

Во второй половине XX в. начали накапливаться научные доказательства других причин утомления, помимо рабочего времени (особенности нагрузок персонала в организациях, работающих круглосуточно и ежедневно). Наиболее значительным в новом понимании утомления стало:

- чрезвычайная важность достаточного времени сна (а не просто отдыха) для восстановления и поддержания всех функций состояния бодрствования;
- суточные ритмы, управляемые суточным циклом механизма околосуточных биологических часов головного мозга, в части их влияния на умственную и физическую работоспособность, а также на предрасположенность ко сну (способность засыпать и оставаться в состоянии сна).

В 2012 г. Профсоюз лётного состава подготовил проект «О внесении изменений в Положение об особенностях режима рабочего времени и времени отдыха членов экипажей воздушных судов гражданской авиации Российской Федерации», утвержденное приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 21 ноября 2005 г. № 139. Проект направлен на повышение уровня БП увеличением времени отдыха.

Однако, нормирование представляют единообразную для всех стратегию обеспечения БП. Отвечая требованиям определённых видов полётов, оно формирует подход, не учитывающий специфики эксплуатации или индивидуальных особенностей членов экипажей.

Поэтому в 2003 г. Группа экспертов по производству полётов ИКАО сформировала новую Подгруппу по ограничению полётного времени для изучения факторов, относящихся к ограничениям полётного и служебного времени в целях более эффективного контроля утомления экипажа. Деятельность ИКАО в этом направлении фокусировалась на двух наиболее важных аспектах [25]:

1. Обновление требований по ограничению полётного времени, полётного служебного времени и времени отдыха членов экипажа с учётом современных государственных и отраслевых нормативов;
2. Установление более эффективных подходов к контролю рисков, связанных с утомлением.

Результат этой работы: Руководство «Система управления риском, обусловленным утомлением» [26] и вступившая в силу 15.12.2011 Поправка 35 к Приложению 6 Конвенции ИКАО с требованиями разработки и внедрения Системы управления риском, обусловленным утомлением (FRMS) [27]. Согласно Поправке 35, имеющей статус стандарта, государство эксплуатанта устанавливает правила в целях контроля утомляемости [28]. Эти правила основываются на научных принципах и знаниях для гарантии того, чтобы члены лётного и кабинного экипажей выполняли свои функции в состоянии надлежащего уровня активности. Соответственно, государство эксплуатанта устанавливает:

- a) правила в отношении норм полётного времени, служебного полётного времени, служебного времени и времени отдыха;
- b) правила, касающиеся системы FRMS, если в целях контроля утомляемости эксплуатанту разрешается использовать систему FRMS.

Государство эксплуатанта требует, чтобы эксплуатант в целях управления связанными с утомляемостью рисками для безопасности полётов, разрабатывал:

- a) нормы полётного времени, служебного полётного времени, служебного времени и времени отдыха, соответствующие нормативным правилам контроля утомляемости, установленным государством эксплуатанта; или

- b) систему FRMS, отвечающую требованиям в отношении всех видов полётов.

Новые стандарты позволяют государствам решать, будут ли они вводить FRMS-регулирование. Там где оно вводится, эксплуатант может использовать предписанные и/или непредписанные методы контроля рисков для безопасности полётов, связанных с утомлением. FRMS по-прежнему вводит ограничение полётного и служебного времени, но из-за специфики данных, зависящих от контекста, эти ограничения теперь идентифицируются эксплуатантом, подгоняются под его потребности и становятся гораздо более гибкими в том смысле, что их можно быстро адаптировать к ситуации, если меняется характер выполнения полётов.

FRMS является следующим шагом на пути от предписаний и директив к эффективно работающим регулирующим механизмам. Как и система управления безопасностью полётов, FRMS направлена на достижение практического соотношения между безопасностью полётов, производительностью и затратами в организации путём сбора данных и официальной оценки рисков. Она направлена на проактивный поиск возможностей совершенствования эксплуатационных процедур и снижения уровня риска, а также на поиск возможных недостатков по результатам расследования нестандартных ситуаций.

В отличие от традиционного подхода, в FRMS применяется многоуровневая стратегия обеспечения безопасности полётов, позволяющая управлять рисками, связанными с утомлением вне зависимости от их происхождения. Её компонентом является непрерывный адаптивный процесс, основанный на анализе фактических данных, позволяющий выявить риски, связанные с утомлением, а затем – разработать и внедрить рычаги управления и стратегии снижения данных рисков, а также произвести оценку их эффективности. Такой подход включает как организационные, так и индивидуальные стратегии снижения рисков.

В целях недопущения возможных злоупотреблений ИКАО выдвигает требование, чтобы регулирующий орган и эксплуатант устанавливали верхние пределы полётного и служебного времени для каждого вида полётов. Гибкость заключается в том, что эти ограничения могут сдвигаться вверх или вниз в зависимости от продемонстрированных возможностей эксплуатанта. Концепция FRMS направлена на обеспечение уровня безопасности полётов, эквивалентного существующему или бо-

лее высокого, предоставляя при этом возможность проявления большей эксплуатационной гибкости.

Структура FRMS разрабатывается на базе системы управления безопасностью полётов. Ключевыми видами процессов являются: управление рисками, связанными с безопасностью полётов, и обеспечение безопасности полётов (гарантии выполнения нормативных требований по безопасности полётов) [29].

FRMS включает часть элементов системы управления безопасностью полётов, в основе её лежат:

- эффективная отчётность по вопросам безопасности полётов;
- обязательства высшего руководства;
- процесс непрерывного мониторинга;
- процесс расследования (исследования) событий в сфере безопасности полётов, направленный на выявление недостатков, а не на поиск виновных;
- обмен информацией и наиболее эффективными методиками;
- комплексное обучение персонала;
- эффективное применение стандартных эксплуатационных процедур;
- обязательство по непрерывному совершенствованию системы.

Таким образом, сочетание основных принципов нормирования полётного и служебного времени с основами управления безопасностью полётов формирует ключевые компоненты FRMS.

### **Методы и средства повышения функциональной надёжности пилотов при утомлении**

В силу индивидуальных особенностей организма практически невозможно определить однозначные пути устранения утомления даже после установления причины [30].

С целью минимизации неизбежного развития утомления у лётчиков в первую очередь необходимо выбрать оптимальный режим деятельности с учётом объективных закономерностей развития утомления как функции от времени, интенсивности и сложности выполняемых действий. Важен учёт колебаний функционального состояния лётчика, обусловленных прогрессирующим утомлением ночью в результате плохой приспособляемости человека к изменению суточных ритмов «сон-бодрствование» и циркадными биоритмами,

имеющими околосуточный период 20-28 часов, со снижением резервных возможностей организма к двенадцатому часу профессиональной деятельности [31].

Известен положительный эффект использования эфирных масел в природных дозах в ионизированном состоянии. Экспериментально подтверждено повышение выносливости к высоким физическим нагрузкам, снижение утомляемости, ускорение процессов восстановления работоспособности при использовании в отсеках концентрации 0,1-0,01 мг/м<sup>3</sup> полынь лимонная, мята перечная, шалфей, в том числе в виде фитоионов. Каждое биологически активное вещество используется с генератором запаха [32].

Известно, что при физическом напряжении наряду с недостатком кислорода нарастает дефицит углекислого газа. Поэтому для повышения физической работоспособности лётчика физиологически обосновано применение газовых смесей с повышенным содержанием кислорода (34 %) и углекислого газа (1 %). В таких условиях потребление кислорода возрастает на 16,4 %, а общий объем выполненной работы – на 11,7 % [33].

Экспериментально доказано, что гиперкапния, вызванная дыханием газовыми смесями с повышенной (до 3 %, но не более!) концентрацией углекислого газа, не сопровождается изменением качества профессиональной деятельности в течение длительного периода [34]. Более того, на этапе обучения лётчиков при использовании газовых смесей, содержащих 2-3 % углекислого газа, эффективность тренировок по выработке профессиональных навыков даже повышалась. Если через 10-12 часов непрерывной профессиональной деятельности качество работы лётчиков существенно снижается (возрастает время сенсомоторной реакции выбора), то после стимуляции газовой смесью с 2-3%-й концентрацией углекислого газа (равно как фармакологической стимуляцией центральной нервной системы), работоспособность восстанавливается до уровня, близкого к исходному [35].

При утомлении, выразившемся в динамике изменений функциональных сдвигов высшей нервной деятельности, положительные результаты по нормализации функционального состояния дает электростимуляция пяти биологически активных точек акупунктуры «общего действия» [36]. Эффективность деятельности лётчика после электростимуляции биологически активных точек акупунктуры повышается на 20-40 % [37], а сохраняется

эффект в течение 3-4 часов последующей профессиональной деятельности [38]. При 29%-м увеличении количества ошибок лётчиков в состоянии утомления после воздействия на пять БАТ «общего действия» (ток 20 м А, время воздействия на каждую точку – 1 мин.) количество ошибок снижается на 24 %, а время реакции – на 18,7 % [39].

\* \* \*

Проблема утомления, как неблагоприятного функционального состояния членов экипажа, отечественными учеными в области авиационной психологии и медицины изучена достаточно глубоко, тем не менее, идея FRMS импортирована в гражданскую авиацию России. Более того, ни одна отечественная авиакомпания пока не согла-

совывала с регулирующим органом свою FRMS по причине отсутствия таковой. В период, когда на финансовое состояние эксплуатантов воздушных судов существенное влияние оказывают кризисные явления, существует реальная угроза безопасности полётов, обусловленная директивным изменением лётных норм в сторону увеличения, без каких-либо научных обоснований, а исходя только из «экономической целесообразности и заключения экспертов». Авиакомпания, даже международного значения, – не научно-исследовательский институт, чтобы осилить научную разработку FRMS для дальнейшего её внедрения и совершенствования. Даже самая первая FRMS должна иметь научную основу, чтобы не быть «блином», который комом.

### Список литературы:

1. Авиационная медицина: руководство / Под ред. Н.М. Рудного, П.В. Васильева, С.А. Гозулова. М.: Медицина, 1986. 580 с.
2. Алёхин М.Д. Технология бесконтактного мониторинга состояния операторов эргатических систем // Оборонный комплекс-научно-техническому прогрессу России. 2014. № 1(121). С. 3-7.
3. Богомолов А.В., Гридин Л.А., Кукушкин Ю.А., Ушаков И.Б. Диагностика состояния человека: математические подходы. М.: Медицина, 2003. 320 с.
4. Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А. Автоматизация персонализированного мониторинга условий труда // Автоматизация. Современные технологии. 2015. № 3. С. 6-8.
5. Горячкина Т.Г., Ушаков И.Б., Евдокимов В.И., Богомолов А.В. Методико-методологические рекомендации авторам инноваций по диагностике функционального состояния человека-оператора // Технологии живых систем. 2006. Т. 3. № 3. С. 33-38.
6. Гридин Л.А., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А. Методологические основы исследования физической работоспособности человека // Актуальные проблемы физической и специальной подготовки силовых структур. 2011. № 1. С. 5-10.
7. Гузий А.Г., Лушкин А.М. Теория и практика управления риском для безопасности полётов // Труды общества независимых расследователей. Выпуск 26. М., 2014. С. 139-143.
8. Кукушкин Ю.А., Богомолов А.В., Гузий А.Г. Принципы построения системы обеспечения жизнедеятельности операторов систем «человек-машина», адаптивных к их функциональному состоянию // Мехатроника, автоматизация, управление. 2005. № 3. С. 50.
9. Кукушкин Ю.А., Гузий А.Г., Богомолов А.В. Методология стабилизации функционального состояния оператора системы «человек-машина» // Мехатроника, автоматизация, управление. 2002. № 5. С. 17.
10. Лушкин А.М. Математическое обеспечение автоматизированного прогностического контроля безопасности полётов // Программные системы и вычислительные методы. 2015. № 1. С. 108-117. (DOI: 10.7256/2305-6061.2015.1.14116).
11. Лушкин А.М. Технология автоматизированной рискометрии функциональной надёжности оператора эргатической системы // Тренды и управление. 2015. № 1. С. 78-86. (DOI: 10.7256/2307-9118.2015.1.14117).
12. Медицинские аспекты обеспечения безопасности полётов в гражданской авиации / Под общ. ред. А.Н. Бабийчука. М.: Воздушный транспорт, 1988. 360 с.
13. Панкова В.Б., Родионов О.Н. Месячная рабочая нагрузка и утомляемость пилотов гражданской авиации // Актуальные проблемы транспортной медицины. 2008. № 2(12). С. 31-34.
14. Плотников Н.И. Исследование предмета утомления в операционной надёжности пилота // Проблемы безопасности полётов. 2012. № 6. С. 4-8.
15. Родионов О.Н. Взаимосвязь утомления и особенностей полётной смены лётных экипажей гражданской авиации // Гигиена и санитария. 2010. № 1. С. 59-62.
16. Руководство по управлению безопасностью полётов (РУБП), Дос 9859 (AN/460). Издание 3. Монреаль: ИКАО, 2013. 300 с.
17. Солдатов С.К., Гузий А.Г., Богомолов А.В., Шишов А.А., Кукушкин Ю.А., Щербakov С.А., Кирий С.В. Априорное оценивание профессиональной надёжности лётчика на этапе подготовки к полётам // Проблемы безопасности полётов. 2007. № 8. С. 33.
18. Солдатов С.К., Кукушкин Ю.А., Зинкин В.Н., Богомолов А.В., Кирий С.В., Шешегов П.М., Шишкин О.Ю., Казачков В.В. Методическое обеспечение оценивания и прогнозирования работоспособности операторов, подвергающихся воздействию авиационного шума // Безопасность жизнедеятельности. 2006. № 4. С. 11-20.
19. Ушаков И.Б., Богомолов А.В. Информатизация программ персонализированной адаптационной медицины // Вестник Российской академии медицинских наук. 2014. № 5-6. С. 124-128.



20. Ушаков И.Б., Богомолов А.В., Гридин Л.А., Кукушкин Ю.А. Методологические подходы к диагностике и оптимизации функционального состояния специалистов операторского профиля. М.: Медицина, 2004. 144 с.
21. Ушаков И.Б., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А. Методологические аспекты динамического контроля функциональных состояний операторов опасных профессий // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2010. № 4-2. С. 6-12.
22. Ушаков И.Б., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А. Паттерны функциональных состояний оператора. М.: Наука, 2010. 390 с.
23. Ушаков И.Б., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А. Принципы организации контроля и оптимизации функционального состояния операторов // Безопасность жизнедеятельности. 2006. № 1. С. 4-10.
24. Ушаков И.Б., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А. Психофизиологические механизмы формирования и развития функциональных состояний // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2014. Т. 100. № 10. С. 1130-1137.
25. Ушаков И.Б., Кукушкин Ю.А., Богомолов А.В. Физиология труда и надёжность деятельности человека. М.: Наука, 2008. 318 с.
26. Хрестоматия человеческого фактора в авиации через призму безопасности полётов: в 2 т. / Под общ. ред. С.Д. Байнетова. М., 2010. 1102 с.
27. Чернобровова Е.М., Якимович Н.В., Сурина Э.И. Исследование возможности диагностировать утомление в полёте по характеристикам речи пилотов // Проблемы безопасности полётов. 2013. № 5. С. 13-25.
28. Щербаков С.А., Кукушкин Ю.А., Солдатов С.К., Зинкин В.Н., Богомолов А.В. Психофизиологические аспекты совершенствования методов изучения ошибочных действий лётного состава на основе концепции человеческого фактора // Проблемы безопасности полётов. 2007. № 8. С. 10.
29. Эксплуатация воздушных судов. Приложение к Конвенции о Международной гражданской авиации. Монреаль: ИКАО, 2010. 310 с.
30. Fatigue Risk Management Systems. Implementation Guide for Operators. 1-st Edition. ICAO-IATA-IFALPA, 2011. 130 p.
31. Kukushkin Yu.A., Bogomolov A.V. Procedure for synthesizing the index of an operator's psychophysiological stress // Медицинская техника. 2001. № 4. С. 29-33.
32. Гузий А.Г., Кукушкин Ю.А., Богомолов А.В., Пономаренко А.В., Федоров М.В., Щербаков С.А. Технология синтеза интегральных показателей функционального состояния членов лётного экипажа // Проблемы безопасности полётов. 2007. № 1. С. 17-25.
33. Дворников М.В., Кукушкин Ю.А., Богомолов А.В., Матюшев Т.В. Технология синтеза законов управления человеко-машинными системами, эксплуатируемыми в условиях высокого риска гипоксических состояний человека // Двойные технологии. 2014. № 1(66). С. 8-11.
34. Методы исследования и фармакологической коррекции физической работоспособности человека / Под ред. И.Б. Ушакова. М.: Медицина, 2007. 108 с.
35. Alekhin M., Anishchenko L., Tataraidze A., Ivashov S., Parashin V., Korostovtseva L., Sviryaev Y., Bogomolov A.A. Novel method for recognition of bioradiolocation signal breathing patterns for noncontact screening of sleep apnea syndrome // International Journal of Antennas and Propagation. 2013. Т. 2013. P. 969603.
36. Пономаренко В.А. Теоретические предпосылки развития профилактической военной авиационной медицины // Военно-медицинский журнал. 2005. Т. 326. № 4. С. 40-44.
37. Пономаренко В.А. Медико-психологические проблемы деятельности лётчика в высокоманевренном полёте // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2001. Т. 35. № 2. С. 22-26.
38. Филатов В.Н., Шишов А.А., Оленев Н.И. Приоритетные направления совершенствования системы психофизиологической подготовки лётного состава маневренной авиации // Полёт. Общероссийский научно-технический журнал. 2013. № 9. С. 45-50.
39. Фадеев А.В., Радченко С.Н., Шишов А.А., Филатов В.Н. Медико-социальная характеристика военных лётчиков с заболеваниями органов пищеварения // Здоровье населения и среда обитания. 2014. № 10(259). С. 25-27.

## References (transliteration):

1. Aviatzionnaya meditsina: rukovodstvo / Pod red. N.M. Rudnogo, P.V. Vasil'eva, S.A. Gozulova. M.: Meditsina, 1986. 580 s.
2. Alekhin M.D. Tekhnologiya beskontaktnogo monitoringa sostoyaniya operatorov ergaticheskikh sistem // Oboronnyi kompleks-nauchno-tekhnicheskomu progressu Rossii. 2014. № 1(121). S. 3-7.
3. Bogomolov A.V., Gridin L.A., Kukushkin Yu.A., Ushakov I.B. Diagnostika sostoyaniya cheloveka: matematicheskie podkhody. M.: Meditsina, 2003. 320 s.
4. Bogomolov A.V., Kukushkin Yu.A. Avtomatizatsiya personifitsirovannogo monitoringa uslovii truda // Avtomatizatsiya. Sovremennye tekhnologii. 2015. № 3. S. 6-8.
5. Goryachkina T.G., Ushakov I.B., Evdokimov V.I., Bogomolov A.V. Metodiko-metodologicheskie rekomendatsii avtoram innovatsii po diagnostike funktsional'nogo sostoyaniya cheloveka-operatora // Tekhnologii zhivyykh sistem. 2006. Т. 3. № 3. S. 33-38.
6. Gridin L.A., Bogomolov A.V., Kukushkin Yu.A. Metodologicheskie osnovy issledovaniya fizicheskoi rabotosposobnosti cheloveka // Aktual'nye problemy fizicheskoi i spetsial'noi podgotovki silovyykh struktur. 2011. № 1. S. 5-10.
7. Guzii A.G., Lushkin A.M. Teoriya i praktika upravleniya riskom dlya bezopasnosti poletov // Trudy obshchestva nezavisimyykh rassledovatelei. Vypusk 26. M., 2014. S. 139-143.
8. Kukushkin Yu.A., Bogomolov A.V., Guzii A.G. Printsipy postroeniya sistemy obespecheniya zhiznedeyatel'nosti operatorov sistem «chelovek-mashina», adaptivnykh k ikh funktsional'nomu sostoyaniyu // Mekhatronika, avtomatizatsiya, upravlenie. 2005. № 3. S. 50.

9. Kukushkin Yu.A., Guzii A.G., Bogomolov A.V. Metodologiya stabilizatsii funktsional'nogo sostoyaniya operatora sistemy «chelovek-mashina» // Mekhatronika, avtomatizatsiya, upravlenie. 2002. № 5. S. 17.
10. Lushkin A.M. Matematicheskoe obespechenie avtomatizirovannogo prognosticheskogo kontrolya bezopasnosti poletov // Programmnye sistemy i vychislitel'nye metody. 2015. № 1. S. 108-117. (DOI: 10.7256/2305-6061.2015.1.14116).
11. Lushkin A.M. Tekhnologiya avtomatizirovannoi riskometrii funktsional'noi nadezhnosti operatora ergaticheskoi sistemy // Trendy i upravlenie. 2015. № 1. S. 78-86. (DOI: 10.7256/2307-9118.2015.1.14117).
12. Meditsinskie aspekty obespecheniya bezopasnosti poletov v grazhdanskoj aviatsii / Pod obshch. red. A.N. Babiichuka. M.: Vozdushnyi transport, 1988. 360 s.
13. Pankova V.B., Rodionov O.N. Mesyachnaya rabochaya nagruzka i utomlyaemost' pilotov grazhdanskoj aviatsii // Aktual'nye problemy transportnoi meditsiny. 2008. № 2(12). S. 31-34.
14. Plotnikov N.I. Issledovanie predmeta utomleniya v operatsionnoi nadezhnosti pilota // Problemy bezopasnosti poletov. 2012. № 6. S. 4-8.
15. Rodionov O.N. Vzaimosvyaz' utomleniya i osobennosti poletnoi smeny letnykh ekipazhei grazhdanskoj aviatsii // Gigiena i sanitariya. 2010. № 1. S. 59-62.
16. Rukovodstvo po upravleniyu bezopasnost'yu poletov (RUBP), Doc 9859 (AN/460). Izdanie 3. Monreal': ICAO, 2013. 300 s.
17. Soldatov S.K., Guzii A.G., Bogomolov A.V., Shishov A.A., Kukushkin Yu.A., Shcherbakov S.A., Kirii S.V. Apriornoe otsenivanie professional'noi nadezhnosti letchika na etape podgotovki k poletam // Problemy bezopasnosti poletov. 2007. № 8. S. 33.
18. Soldatov S.K., Kukushkin Yu.A., Zinkin V.N., Bogomolov A.V., Kirii S.V., Sheshegov P.M., Shishkin O.Yu., Kazachkov V.V. Metodicheskoe obespechenie otsenivaniya i prognozirovaniya rabotosposobnosti operatorov, podvergayushchikhsya vozdeistviyu aviatsionnogo shuma // Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. 2006. № 4. S. 11-20.
19. Ushakov I.B., Bogomolov A.V. Informatizatsiya programm personifitsirovannoi adaptatsionnoi meditsiny // Vestnik Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk. 2014. № 5-6. S. 124-128.
20. Ushakov I.B., Bogomolov A.V., Gridin L.A., Kukushkin Yu.A. Metodologicheskie podkhody k diagnostike i optimizatsii funktsional'nogo sostoyaniya spetsialistov operatorskogo profilya. M.: Meditsina, 2004. 144 s.
21. Ushakov I.B., Bogomolov A.V., Kukushkin Yu.A. Metodologicheskie aspekty dinamicheskogo kontrolya funktsional'nykh sostoyanii operatorov opasnykh professii // Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychainykh situatsiyakh. 2010. № 4-2. S. 6-12.
22. Ushakov I.B., Bogomolov A.V., Kukushkin Yu.A. Patterny funktsional'nykh sostoyanii operatora. M.: Nauka, 2010. 390 s.
23. Ushakov I.B., Bogomolov A.V., Kukushkin Yu.A. Printsipy organizatsii kontrolya i optimizatsii funktsional'nogo sostoyaniya operatorov // Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. 2006. № 1. S. 4-10.
24. Ushakov I.B., Bogomolov A.V., Kukushkin Yu.A. Psikhofiziologicheskie mekhanizmy formirovaniya i razvitiya funktsional'nykh sostoyanii // Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal im. I.M. Sechenova. 2014. T. 100. № 10. S. 1130-1137.
25. Ushakov I.B., Kukushkin Yu.A., Bogomolov A.V. Fiziologiya truda i nadezhnost' deyatel'nosti cheloveka. M.: Nauka, 2008. 318 s.
26. Khrestomatiya chelovecheskogo faktora v aviatsii cherez prizmu bezopasnosti poletov: v 2 t. / Pod obshch. red. S.D. Bainetova. M., 2010. 1102 s.
27. Chernobrova E.M., Yakimovich N.V., Surina E.I. Issledovanie vozmozhnosti diagnostirovat' utomlenie v polete po kharakteristikam rechi pilotov // Problemy bezopasnosti poletov. 2013. № 5. S. 13-25.
28. Shcherbakov S.A., Kukushkin Yu.A., Soldatov S.K., Zinkin V.N., Bogomolov A.V. Psikhofiziologicheskie aspekty sovershenstvovaniya metodov izucheniya oshibochnykh deistvii letnogo sostava na osnove kontseptsii chelovecheskogo faktora // Problemy bezopasnosti poletov. 2007. № 8. S. 10.
29. Eksploatatsiya vozdushnykh sudov. Prilozhenie k Konventsii o Mezhdunarodnoi grazhdanskoj aviatsii. Monreal': ICAO, 2010. 310 s.
30. Fatigue Risk Management Systems. Implementation Guide for Operators. 1-st Edition. ICAO-IATA-IFALPA, 2011. 130 p.
31. Kukushkin Yu.A., Bogomolov A.V. Procedure for synthesizing the index of an operator's psychophysiological stress // Meditsinskaya tekhnika. 2001. № 4. S. 29-33.
32. Guzii A.G., Kukushkin Yu.A., Bogomolov A.V., Ponomarenko A.V., Fedorov M.V., Shcherbakov S.A. Tekhnologiya sinteza integral'nykh pokazatelei funktsional'nogo sostoyaniya chlenov letnogo ekipazha // Problemy bezopasnosti poletov. 2007. № 1. S. 17-25.
33. Dvornikov M.V., Kukushkin Yu.A., Bogomolov A.V., Matyushev T.V. Tekhnologiya sinteza zakonov upravleniya cheloveko-mashinnyimi sistemami, ekspluatiruemyimi v usloviyakh vysokogo riska gipoksicheskikh sostoyanii cheloveka // Dvoinye tekhnologii. 2014. № 1(66). S. 8-11.
34. Metody issledovaniya i farmakologicheskoi korrektsii fizicheskoi rabotosposobnosti cheloveka / Pod red. I.B. Ushakova. M.: Meditsina, 2007. 108 s.
35. Alekhin M., Anishchenko L., Tataraidze A., Ivashov S., Parashin V., Korostovtseva L., Sviryayev Y., Bogomolov A.A. Novel method for recognition of bioradiolocation signal breathing patterns for noncontact screening of sleep apnea syndrome // International Journal of Antennas and Propagation. 2013. T. 2013. S. 969603.
36. Ponomarenko B.A. Teoreticheskie predposylki razvitiya profilakticheskoi voennoi aviatsionnoi meditsiny // Voennomeditsinskii zhurnal. 2005. T. 326. № 4. S. 40-44.
37. Ponomarenko V.A. Mediko-psikhologicheskie problemy deyatel'nosti letchika v vysokomanevrennom polete // Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina. 2001. T. 35. № 2. S. 22-26.
38. Filatov V.N., Shishov A.A., Olenev N.I. Prioritetnye napravleniya sovershenstvovaniya sistemy psikhofiziologicheskoi podgotovki letnogo sostava manevrennoi aviatsii // Polet. Obshcherossiiskii nauchno-tekhnicheskii zhurnal. 2013. № 9. S. 45-50.
39. Fadeev A.V., Radchenko S.N., Shishov A.A., Filatov V.N. Mediko-sotsial'naya kharakteristika voennykh letchikov s zabolevaniyami organov pishchevareniya // Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya. 2014. № 10(259). S. 25-27.