

АПРИОРНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ ЛЕТЧИКА НА ЭТАПЕ ПОДГОТОВКИ К ПОЛЕТАМ

д. м. н. С. К. Солдатов (ГосНИИИ военной медицины Минобороны России),
д. т. н. А. Г. Гузий (ВВИА им. Н.Е. Жуковского), д. т. н. А. В. Богомолов,
д. м. н. А. А. Шишов, д. т. н. Ю. А. Кукушкин, С. А. Щербаков (ГЛИЦ им. В.П.
Чкалова), к. т. н. С. В. Кирий (УКВР В и АТ ВВС)

Предложен подход к априорному оцениванию профессиональной надежности летного состава с помощью синтезируемых показателей психофизиологического напряжения (ПНФ) и совокупности определяющих его психофизиологических параметров в процессе тренажной подготовки и на этапе контроля готовности к самостоятельным полетам. Приведен вариант формализованной оценки уровня ПНФ летчика при выполнении упражнений на комплексном авиационном тренажере.

Проблема обеспечения безопасности полетов была и остается актуальной на всех этапах развития авиации, о чем свидетельствует высокий и относительно стабильный уровень аварийности в мире за последние годы. Досадным исключением для гражданской авиации СНГ является 2006 год, когда произошло резкое увеличение количества авиационных происшествий (АП) - 33, причем более 50% из них – КАТАСТРОФЫ – 17! [1].

Установлено, что доля происшествий, имеющих одним из факторов ошибку экипажа, составляет 60 - 80% [2 - 4]. Поэтому очевидно, что количество ошибочных действий экипажа является одним из наиболее значимых показателей при оценке безопасности и эффективности функционирования авиационно-транспортной системы (АТС), поскольку именно летчик остается наиболее уязвимым звеном, на характере действий которого отражаются любые отклонения и несовершенства в функционировании всех компонентов АТС [4, 5, 6]. Именно на летчика возлагаются действия по компенсации (устранению) этих отклонений, по нейтрализации (уклонению) влияния всех неблагоприятных факторов полета.

Факты свидетельствуют, что наивысший уровень безопасности полетов (БП) в отечественной авиации приходится на период с середины 70-х до середины 80-х годов прошлого века [4, 5]. Это было обусловлено, очевидно, тем, что проблема БП находилась в центре внимания руководства страны, признавалась проблемой государственного масштаба, поэтому имела серьезную материальную поддержку.

За последние 15 - 20 лет имевшие место реорганизация и сокращения в авиации, особенно в военной, привели не только к снижению общего налета у летчиков, но и к существенному уменьшению среднестатистического налета на одно АП [4, 8].

Произошедшее снижение среднего налета до критических величин (30 - 35% минимально необходимого [8]) привело к потере летных навыков и умений, нивелированию тренирующего эффекта реальных полетов и, как следствие, к снижению профессиональной надежности членов летных экипажей. Этот вывод подтверждают результаты анализа авиационных инцидентов в 2001 - 2003 гг. (табл. 1).

Таблица 1

Динамика авиационных инцидентов

Показатели	2001	2002	2003	Среднее значение (за 3 года)	Относительное значение, %
Проанализировано авиационных инцидентов	92	162	173	142,3	100,0
В том числе, «по человеческому фактору»	61	123	115	99,6	69,9
Из них летным составом	49	101	100	83,3	58,5

Как видно из таблицы, 69,9% авиационных инцидентов обусловлены человеческим фактором, из них 58,5% приходится непосредственно на летный состав.

Результаты исследования факторов риска, негативно влияющих на профессиональную надежность, представлены в табл. 2 [5].

Таблица 2

Распределение факторов, снижающих БП

Факторы, снижающие уровень БП	Значимость, баллы
Выполнение полетных заданий экипажами с недостаточной профессиональной подготовкой	7,1
Выполнение мероприятий, не связанных непосредственно с летным трудом	6,1
Низкое качество тренажной подготовки	6,0
Соккрытие от официального учета недостатков в выполнении полетных заданий	5,8
Социально-экономические проблемы	5,5
Низкое качественное состояние авиационной техники	5,4
Увеличение перерывов между летными сменами	5,2
Сознательное нарушение летной инструкции	5,0
Переоценка своего профессионального уровня	4,9
Снижение мотивации на летную работу	4,5
Пренебрежение установленными нормами подготовки к полетам	4,2
Снижение работоспособности в полете	3,5

Методологической основой профилактики ошибочных действий летчиков служит концепция человеческого фактора, разработанная в трудах отечественных и зарубежных ученых. С позиций указанной концепции ошибка летчика есть результат нарушения функционирования АТС, а профессиональная надежность летчика определяется: потребностно-мотивационной сферой, работоспособностью, профессиональной готовностью и развитием профессионально важных качеств [5, 7].

С развитием авиации сохраняется потребность в совершенствовании существующих и разработке новых средств и методов профилактической деятельности, направленной на снижение авиационной аварийности по человеческому фактору. Кроме того, дальнейшая разработка концепции человеческого фактора нацеливает на более глубокое изучение взаимосвязей между различными компонентами системы «экипаж - самолет - среда» и их характеристиками, обуславливающими профессиональную надежность летного состава, особенно в условиях нерегулярного выполнения полетов и сокращенного общего налета. В этой связи одним из приоритетных направлений деятельности в области авиационной авариологии становится психофизиологическая оценка подготовленности летчика на авиационном тренажере и прогнозирование его работоспособности и профессиональной надежности в реальном полете. Решение указанных вопросов обуславливает необходимость проведения исследований по разработке информативных количественных и качественных показателей изменения функционального состояния как меры работоспособности (а также методик расчета оценки функционального состояния), которые могли бы иметь дифференциальное значение при определении причин ошибочных действий летного состава. Наиболее важной и сложной задачей является установление закономерности во взаимосвязях между изменениями в функциональном состоянии летчика и его профессиональной надежностью в реальном полете и при тренировках на тренажере.

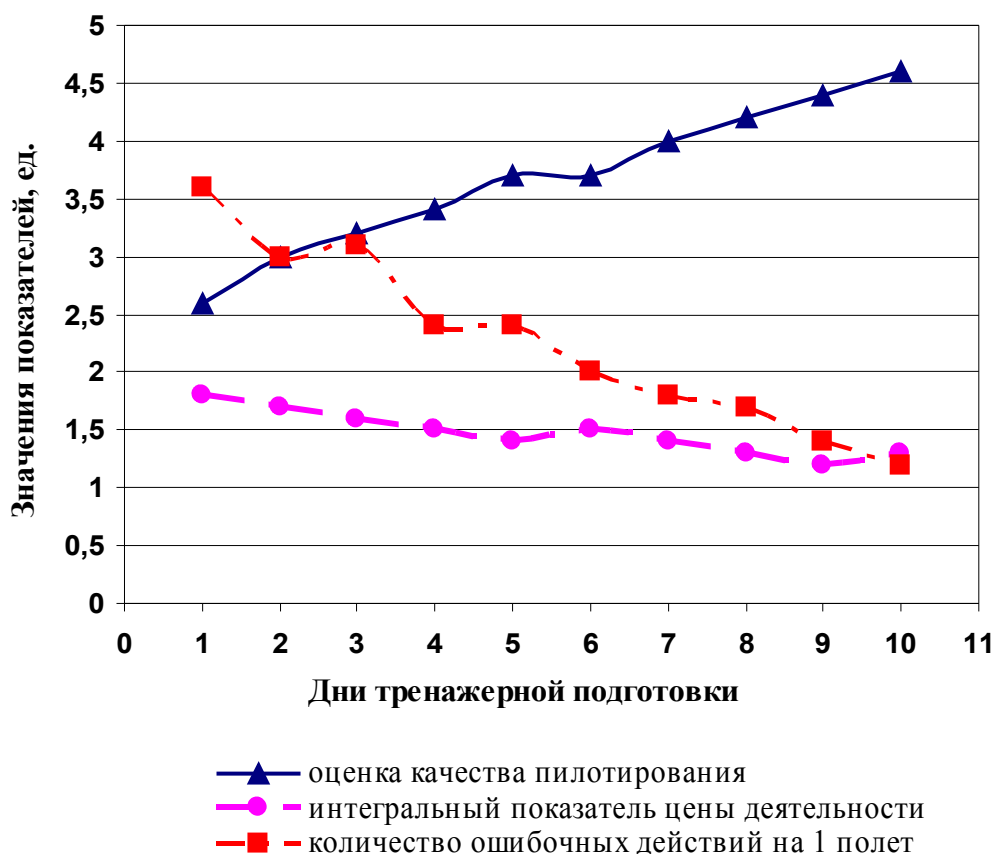


Рис. 1. Динамика показателей деятельности и интегрального показателя цены деятельности в процессе тренажерной подготовки

Как видно из рис. 1, в процессе тренировок на авиационном тренажере в течение 10 дней (в среднем по 30 - 40 мин.) у летчиков по мере становления навыков пилотирования уменьшается среднее количество ошибочных действий (с 3,5 до 1,6) и закономерно улучшаются итоговые оценки за полет (на 56,0%). Установлено также, что значения психофизиологических показателей, характеризующих функциональное состояние летчика, по мере увеличения тренировок изменяются и приближаются к фоновым значениям, что сопровождается снижением интегрального показателя цены деятельности (на 41,4%).

Результаты анализа динамики психофизиологических показателей, а также количества, характера и повторяемости ошибочных действий в опытной (после перерывов в летной работе) и контрольной группах летчиков в процессе тренажерной подготовки, дают возможность использовать вышеперечисленные показатели при изучении и оценке профессиональной надежности летчиков в период подготовки и проведения полетов.

Для анализа динамики функционального состояния летного состава с целью косвенной оценки его профессиональной надежности представляется целесообразным использование аппаратных и методических средств [3, 7, 9]:

- для оценивания работоспособности: оценка критической частоты слияния мельканий (показатель утомляемости), проба Штанге, Генча (показатели состояния кардиореспираторной системы), тест «САН» (оценки самочувствия,

активности, настроения), методика «Резервы внимания» (показатели психофизиологических резервов), тест Спилбергера–Ханина (показатель уровня тревожности) и др;

- для оценивания профессионально важных качеств: тест «Реакция на движущийся объект» (сенсомоторный компонент), прогрессивные матрицы Равенна (внимание, интеллект), тест «Адаптивность» (личностный адаптационный потенциал);

- для оценивания профессиональной готовности: материалы разбора полетов, средства объективного контроля полетов, летная документация (общее количество ошибочных действий, количество ошибочных действий по этапам полета), материалы объективного контроля качества выполняемых на тренажере упражнений и параметров функционального состояния летчиков.

Очевидна необходимость использовать при определении функциональной надежности деятельности летчика не только результирующие показатели его работы, но также показатели его психологических и физиологических характеристик как субъекта деятельности. Проведенными исследованиями не удалось найти единый универсальный психофизиологический параметр для оценки функционального состояния летного состава. Более того, разнонаправленность возможных изменений в функциональном состоянии летчика в полете, существование целого ряда неблагоприятных функциональных состояний, привели к выводу о целесообразности разработки и использования интегральных показателей, синтезируемых по совокупности психофизиологических параметров с учетом их информативности и значимости [10, 11, 12]. Одним из таких показателей, отражающих психофизиологическую реакцию летчика на условия, характер и результат деятельности, является психофизиологическое напряжение (ПФН) [13].

ПФН – это специфическая характеристика функционального состояния человека, выражающая его реакцию на условия, характер и результат деятельности. Количественным показателем является уровень ПФН - условная величина, отражающая результат преобразования прямых совместных измерений предварительно идентифицируемых и количественно оцениваемых психофизиологических параметров (показателей). Функциональную связь между уровнем ПФН и совокупностью определяющих его величин можно записать в виде [14]:

$$U = F (\xi_1, \dots, \xi_i, \dots, \xi_n) ,$$

где U – уровень ПФН;

ξ_i – оценка i -го психофизиологического показателя или индекса;

F – оператор преобразования;

n – число учитываемых психофизиологических показателей.

Следовательно, для построения шкалы уровней ПФН необходимо решить две задачи:

- выделение из множества психофизиологических показателей тех, которые непосредственно связаны с ПФН;

- синтез функции преобразования F .

Аналізу подлежат психофізіологічні реакції людини в ході професійної діяльності, т.е. змінення (кількісні і/або якісні) значень психофізіологічних параметрів в практичних умовах відносно їх вихідних (фонових) значень з урахуванням індивідуальних особливостей пілота. По динаміці психофізіологічних параметрів оцінюється ступінь впливу умов діяльності і, як було вже відзначено, рівня тренуваності пілота. Особливості відповідних реакцій можуть бути оцінені по двохбальної системі (нормальна або підвищена реактивність), або через вибрану багаторівневу систему оцінок. Результати і умови діяльності реєструються засобами об'єктивного контролю синхронно з оцінюваними психофізіологічними параметрами в реальному масштабі часу.

Програмне забезпечення автоматизованої біотехнічної системи контролю рівня ПФН пілота в процесі тренажерної підготовки ґрунтується на використанні в якості показників для оцінки ПФН поточних значень частоти серцевих скорочень (ЧСС), частоти дихання (ЧД), мінутного об'єму дихання (МОД) і їх фонових значень.

Остаточне вираження для оцінки рівня ПФН пілота при виконанні вправ на авіаційному тренажері має вигляд:

$$U = 0,13|ЧСС - 0,9ЧСС_{исх}| + 0,24|ЧД - 0,5ЧД_{исх}| + 0,07|МОД - 0,049МОД_{исх}| - 2,828.$$

На рис. 2 представлено графік, що відображає динаміку змінення середніх значень рівня ПФН і інтегральної помилки слідування в процесі тренувань пілотів на тренажері. Слід відзначити, що при виконанні вправи чітко прослідковуються загальні закономірності становлення навички управління об'єктом слідування - рівень ПФН зменшується по мірі формування навички. Інтегральна помилка слідування стабілізується після 17 тренувань, стабілізація рівня ПФН відбувається після 26 тренувань, що адекватно відображає реакцію операторів на результат діяльності і дозволяє встановити реальну картину формування навички управління з урахуванням вегетативного компонента.

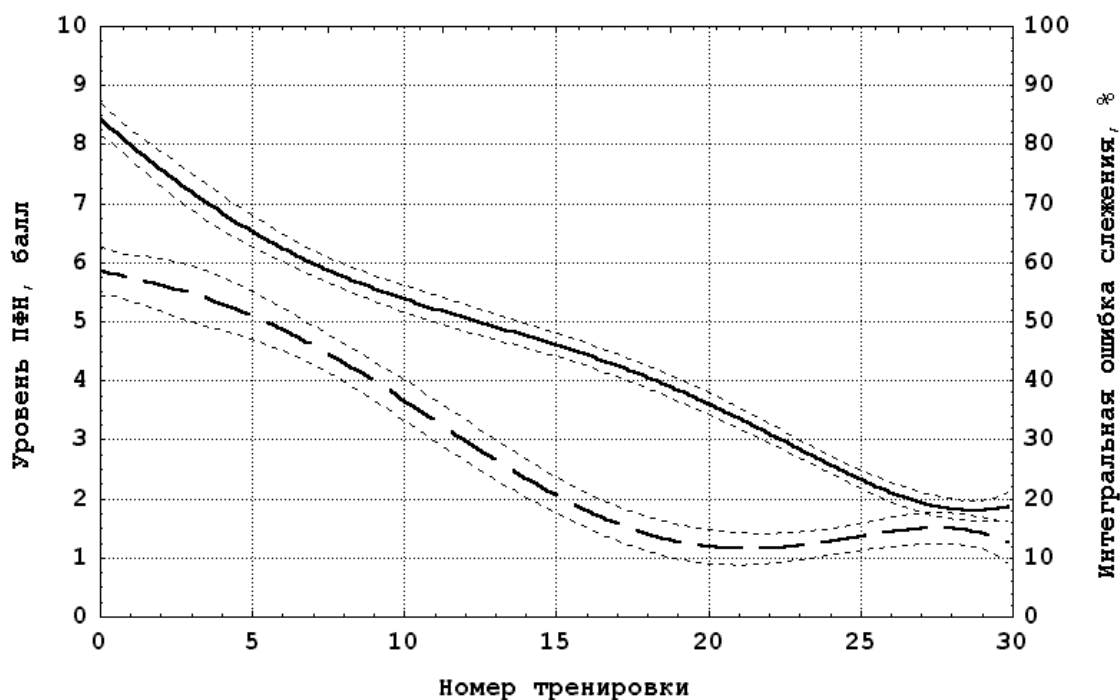


Рис. 2. Динамика средних значений уровня ПФН (сплошная линия) и интегральной ошибки слежения (прерывистая линия) летчика в процессе тренировок на тренажере (пунктиром показаны границы 95% доверительного интервала средних значений)

Полученные результаты убедительно доказывают необходимость дальнейшего совершенствования методики обучения летчиков технике пилотирования, отработке стандартных полетных заданий (включая зачетные) и действиям в особых случаях полета с анализом информации о текущем функциональном состоянии летчиков. Основными принципами своевременной (заблаговременной) диагностики (оценки степени) снижения профессиональной надежности летчиков (а, следовательно, и выявления психофизиологических предпосылок к ошибочным действиям) в процессе динамического наблюдения являются комплексность применяемых методов, наличие фоновых данных на каждого летчика, преэминентность результатов наблюдения, оценка функционального состояния с учетом индивидуальной нормы реакций и динамики психофизиологических показателей в процессе профессиональной подготовки.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ,
грант № 06-08-01518.

Литература

1. Состояние безопасности полетов в гражданской авиации государственных участников «Соглашения о гражданской авиации и об использовании воздушного пространства» в 2006 г. (Доклад Межгосударственного авиационного комитета).// Проблемы безопасности полетов. Вып. 5, 2007. – М.: ВИНТИ, 2007. С. 3 - 28.

2. *Овчаров В. Е.* «Человеческий фактор» в авиационных происшествиях (методические материалы). – М.: МАК, МАПЧАК, 2005. – 79 с.
3. *Пономаренко В. А., Лапа В. В., Лемещенко Н. А.* Человеческий фактор и безопасность посадки. – М.: Воениздат, 1993. – 112 с.
4. *Пономаренко В. А., Лапа В. В., Чунтул А. В.* Деятельность летных экипажей и безопасность полетов. – М.: Полиграф, 2003. – 190 с.
5. *Козлов В. В.* Системный анализ причин ошибочного действия пилота при расследовании авиационного события (методическое пособие). – М., 2007. – 66 с.
6. *Гузий А. Г.* Системный анализ факторов риска катастрофы Boeing 747-200F: оценка вероятности катастрофы по априорным данным // Проблемы безопасности полетов. – Вып. 5, 2006. – М.: ВИНТИ, 2006. С. 42 - 59.
7. *Козлов В. В.* Человеческий фактор: история, теория и практика в авиации. – М.: Полиграф, 2002. – 280 с.
8. *Пономаренко В. А.* Авиация. Человек. Дух. – М., ИП РАН, «Универсум», 1998. – 320 с.
9. *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.
10. *Гузий А. Г., Лирицман Ю. А.* Оценка эмоционального напряжения летчика в полете./ Научно-методические материалы по обеспечению безопасности полетов. Межвуз. сб. Вып. II. – Харьков: ХВВАИУ, 1991.
11. *Богомолов А. В., Гузий А. Г., Гусев Д. В., Кукушкин Ю. А.* Принципы психофизиологического оценивания готовности оператора к выполнению профессиональной деятельности./ Материалы XXVII военно-научной. конф. – Тверь: 2ЦНИИ МО, 2001.
12. Алгоритмическое обеспечение оценки функционального состояния летчика в полете при воздействии неблагоприятных факторов. Отчет о НИР «Алгоритм – 1». – Ставрополь:СВАИУ ПВО, 1995.
13. *Бодров В. А., Орлов В. Я.* Психология надежности оператора: человек в системах управления техникой. – М.: ИП РАН, 1998. – 285 с.
14. *Кукушкин Ю. А., Богомолов А. В.* Методика синтеза показателя психофизиологического напряжения оператора // Медицинская техника, № 4, 2001. – С. 29 – 33.
15. *Ушаков И. Б., Богомолов А. В., Пономаренко В. А., Кукушкин Ю. А.* Автоматизированные системы для контроля состояния специалистов опасных профессий. – М.: Новые технологии, 2005.