

Научная статья
Статья в открытом доступе
УДК 331.101.1: 001.891
doi: 10.30987/2658-4026-2023-4-384-392

Непрерывный контроль психофизиологического состояния пилотов гражданской авиации в системе «экипаж–воздушное судно»

Ксения Аркадьевна Иванова¹, Дмитрий Николаевич Левин²✉

^{1,2} Кафедра 101 «Проектирование и сертификация авиационной техники», Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Москва, Россия

¹ ksavlad@gmail.com

² d.n.levin@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4222-9439>

Аннотация.

Исследуются методы оценки психофизиологического состояния пилотов гражданской авиации (ГА) в качестве части непрерывного контроля параметров системы «человек-машина» при прогнозировании нерегламентированных действий летного экипажа, выявлении резервных психофизиологических возможностей пилотов в известных или особых ситуациях, возникающих во время выполнения полетных заданий.

Методики оценки психофизиологического состояния включают комплекс программ психофизиологического тестирования, совмещенных с прогнозной базой для обеспечения безопасности полетов. Эти методики основаны на анализе данных психофизиологических показателей, собранных от исследуемых летных экипажей, с учетом профессиональной пригодности и временных интервалов готовности экипажа к выполнению полетных заданий. Целью диагностических процедур является оптимизация и автоматизация комплекса мер по обучению летного состава для обеспечения безопасности полетов.

В статье представлены зависимости между психофизиологическими признаками профессиональной пригодности и непригодности, а также связь между специальной подготовкой и психофизиологическими показателями. Дано описание основных методик оценки психофизиологических состояний.

Показана необходимость совершенствования существующих методик оценки состояния пилотов, поскольку они не всегда отражают истинные показатели. Требуется разработка новых методик и усовершенствование существующих для достижения более точных и надежных результатов и повышения безопасности полетов. Дальнейшие исследования и разработки должны учитывать технический прогресс и изменения в авиационной отрасли, включая эргономические аспекты рабочих мест экипажей современных воздушных судов.

В заключение, подчеркивается важность развития и совершенствования методов оценки психофизиологического состояния пилотов гражданской авиации. Непрерывный контроль и прогнозирование психофизиологического состояния пилотов имеют решающее значение для обеспечения безопасности полетов, будут способствовать более точной оценке и управлению рисками, связанными с человеческим фактором в авиации, и содействовать дальнейшему развитию гражданской авиации.

Ключевые слова: психофизиологическое состояние, профессиональная пригодность, психодиагностика, психофизиологические показатели, летный экипаж, полетное задание, эффективность

Для цитирования: Иванова К.А., Левин Д.Н. Непрерывный контроль психофизиологического состояния пилотов гражданской авиации в системе «экипаж–воздушное судно» // Эргодизайн. №4 (22). С. 384-392. <http://dx.doi.org/10.30987/2658-4026-2023-4-384-392>.

Original article
Open access article

Continuous Monitoring of Civil Aviation Pilots' Psychophysiological State in the Crew-Aircraft System

Ksenia A. Ivanova¹, Dmitry N. Levin²✉

^{1,2} Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia

¹ ksavlad@gmail.com

² d.n.levin@mail.ru; ORCID 0000-0003-4222-9439

Abstract.

The paper investigates the methods of assessing civil aviation (CA) pilots' psychophysiological state as part of the continuous monitoring of the "man-machine" system parameters when predicting the flight crew's unregulated actions, identifying pilots' reserve psychophysiological capabilities in known or special situations that arise during flight missions.

Methods for assessing the psychophysiological state include a set of psychophysiological testing programmes combined with a predictive base to ensure the flight safety. These methods are based on analysing psychophysiological indicators collected from the flight crews under study, taking into account the professional suitability and time intervals of the crew's readiness to perform flight tasks. The purpose of diagnostic procedures is to optimise and automate a set of measures for training flight personnel to ensure the flight safety.

The article presents the relationship between psychophysiological signs of professional suitability and unsuitability, as well as the relationship between special training and psychophysiological indicators. Describing the main methods of psychophysiological state assessment is given.

The necessity of improving the existing methods of assessing pilots' condition is shown, since they do not always reflect the true indicators. Developing new techniques and improvement of existing ones are required to achieve more accurate and reliable results and to enhance the flight safety. Further research and development should take into account technological progress and changes in the aviation industry, including the ergonomic aspects of the crews' workplaces of modern aircraft.

In conclusion, the importance of developing and improving methods for assessing civil aviation pilots' psychophysiological state is emphasized. Continuous monitoring and forecasting of pilots' psychophysiological state are crucial for ensuring the flight safety, it will contribute to a more accurate assessment and management of risks associated with the human factor in aviation, and provide for the further development of civil aviation.

Keywords: psychophysiological condition, professional suitability, psychodiagnostics, psychophysiological indicators, flight crew, flight task, efficiency

For citation: Ivanova K.A., Levin D.N. Continuous Monitoring of Civil Aviation Pilots' Psychophysiological State in the Crew-Aircraft System // Ergodizayn [Ergodesign], 2023, No. 4 (22). Pp. 384-392. Doi: 10.30987/2658-4026-2023-4-384-392.

Введение

Психофизиологическая подготовка пилотов ГА является одним из ключевых элементов обеспечения безопасности при управлении воздушным судном (ВС). Данный элемент подготовки имеет собственную структуру, определение (степень применения), основные составляющие и их взаимосвязь, способы формирования (задачи).

Адекватное психофизиологическое состояние является неотъемлемой частью готовности пилота к особой ситуации и выражается в его профессиональном мышлении и физической подготовке [15-17].

Под особой ситуацией понимается ситуация, возникающая при выполнении полета в результате воздействия на самолет явлений или факторов, приводящих к отклонениям от нормативных, эксплуатационных или предельных значений в процессе эксплуатации воздушного судна.

Профессиональное мышление – формирование психологической готовности через обучение приемам использования мыслительных операций в критических ситуациях. Физическая подготовка – формирование готовности к выполнению функциональных обязанностей через выявленные закономерности изменений функционального состояния и показатели организма пилота в различных условиях и режимах профессиональной деятельности. К летчику гражданской авиации предъявляются требования абсолютной профессиональной

пригодности. Психофизиологическая подготовка пилота относится к категории формирования личности профессионала. Современные тренажеры являются одним из основных средств по формированию психофизиологической составляющей профессиональной деятельности.

Результаты теоретических и практических исследований, включающих в себя такие методы исследования как теория принятия решений в условиях неопределенности, метод экспертных оценок, наблюдение, эксперимент, психофизиологические методы и методы математической статистики [1-4, 11, 14], показывают, что в настоящее время еще недостаточно уделяется внимания формированию всего комплекса качеств, необходимых летчику для пилотирования определенного типа самолета с учетом различных условий и режимов работы [8, 12].

Основная цель настоящего исследования – моделирование и отслеживание психофизиологического состояния экипажа в условиях, отличных от стандартного полета. Разработана комплексная методика специальной психологической и физической подготовки, направленной на формирование адекватного психофизиологического состояния в аномальных ситуациях, становится актуальной и практически значимой в настоящее время. Разработка критериев данной методики проводится на основании специального

психофизиологического обследования членов экипажей.

1. Постановка задачи

Систематизация результатов научных исследований [10, 11, 14, 15] позволяет обосновать возможность внедрения методики оценки существующих методов направленного формирования профессионального мышления и физической подготовки в особых ситуациях. Формирование требуемых навыков с учетом эргономического пространства кабины экипажа способствует повышению эффективности выполнения профессиональной деятельности и уменьшению отрицательного влияния человеческого фактора в сложных и, тем более, аварийных ситуациях.

С целью разработки комплексной методики оценки психофизиологического состояния летного экипажа необходимо определить с учетом типа ВС, условий и режима работы для каждого пилота:

- 1) основные психофизиологические показатели;
- 2) особенности развития психологических состояний и физиологических показателей;
- 3) эффективность известных методик физической и психологической подготовки;
- 4) алгоритм развития психологических состояний и физиологических показателей пилотов.

Определение эффективности применения разработанной методики позволит совершенствовать эргономическое рабочее пространство [9, 13] при осуществлении непрерывного контроля оцениваемых параметров.

В настоящее время исследования проводятся посредством:

- проведения профессиографического анкетирования пилотов;
- создания единой системы показателей психофизиологических состояний (ПСФС) пилотов на базе авиакомпании;
- формирования комплекса методик для оценки профессиональных качеств пилотов с учетом системы показателей ПСФС;
- разработки прогностической модели оценки ПСФС пилота на основе данной методики.

Повышение эффективности системы управления безопасностью полетов непосредственно связано с разработкой методических материалов для оценки ПСФС летного состава компании как составной части

системы непрерывного контроля психофизиологических показателей.

2. Методы решения

Разрабатываемые методики оценки ПСФС пилота позволяют осуществлять прогнозирование действий пилотов гражданской авиации.

Использованы актуальные процедуры кадрового отбора членов летных экипажей:

– метод экспертных оценок – комплексная оценка психологической и психической готовности летного экипажа по результатам оценочных мероприятий (анкетирование, собеседование) позволяет провести распределение кандидатов по трем группам – рекомендованные, допустимые, не рекомендованные;

– методы контроля психофизиологического состояния пилотов – анкетирование, планирование и сравнительный анализ [6, 7].

Методы системного анализа, парных сравнений, теория вероятностей и математической статистики [5] позволяют выявить взаимосвязь показателей, влияющих на эффективность существующей системы комплексной оценки психофизиологического состояния пилотов.

Современные программные и математические модели используются для прогнозирования определенных навыков и умений для каждого пилота с учетом его психофизиологических особенностей на основе применения современных технических средств обучения и подготовки.

Разработка и создание методики оценки психофизиологического состояния летного экипажа с учетом применения вышеуказанных методов дает возможность решить одну из задач эксплуатационного направления инженерной психологии – совершенствование способов развития психофизиологических качеств пилотов, необходимых для выполнения полетных задач.

2. Результаты

Для успешного выполнения полетного задания эффективность работы пилотов во многом определяется наличием у них профессионально важных психофизиологических качеств. Анализ деятельности летных экипажей показывает, что успешному выполнению поставленных задач способствует наличие таких качеств, как работоспособность, устойчивая концентрация и распределение внимания, нормальное состояние двигательного аппарата и т.д.

Признаками профессиональной непригодности летчика являются период неустойчивой компенсации (период нарастания утомления) и период прогрессивного снижения продуктивности, расстройство внимания и симптомы хронического переутомления, и т.д.

Исходя из этого, наилучшее выполнение полетного задания ожидается у пилотов, психофизиологическое состояние которых будет более высоким (рис. 1).

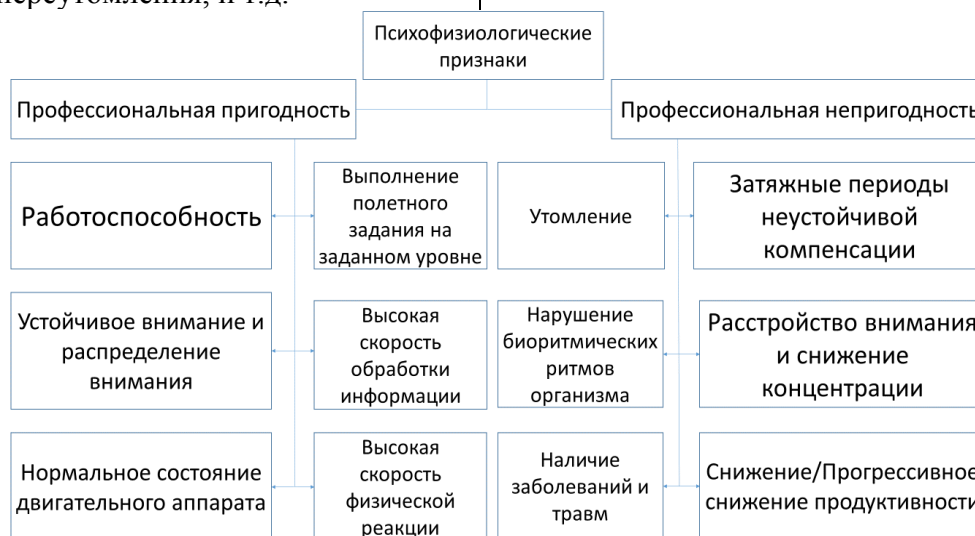


Рис. 1. Психофизиологические признаки профессиональной пригодности пилотов

Fig. 1. Psychophysiological signs of professional fitness of pilots

Одним из способов развития и совершенствования необходимых психофизиологических качеств летных экипажей является их постоянная тренировка. Метод оценки психофизиологического состояния является одним из элементов создаваемого комплекса мероприятий по непрерывному контролю ПСФС в рамках введения компаниями в эксплуатацию новых типов самолетов. Под реализацией методики понимается внедрение психофизиологического тестирования в работу авиакомпаний и создание матрицы базы данных по обеспечению безопасности полетов. В основе методики лежит совокупность данных психофизиологических показателей и параметров исследуемых летных экипажей, основными элементами которых являются работоспособность и производительность труда. Цель внедрения методики – оптимизация существующего комплекса мероприятий по подготовке и обучению способам саморегуляции, активизации внимания и выработки состояния психологической готовности к выполнению действий в особых ситуациях на основе своевременной оценки психофизиологического состояния пилота.

Систему применения методик можно разделить на два этапа: самооценка своего

состояния пилотом в обычных и особых условиях.

Первый этап – мышечная релаксация, уверенность, выработка чувства спокойствия. Цель – оценка существующих упражнений на создание внутреннего состояния, которое позволит пилоту адекватно оценивать своё состояние, и формирование списка дополнительных или необходимых упражнений по каждому пилоту.

Второй этап – способность произвольно управлять своим состоянием. Требуется научиться вызывать необходимые изменения для формирования своего адекватного психофизиологического состояния в особых условиях.

Анализ ПСФС пилотов ГА показывает положительное влияние эмоционально-волевых тренировок на их психологические качества. Современная авиационная техника является сложным объектом управления, объем информации о состоянии ее систем постоянно увеличивается, при этом время на переработку информации уменьшается. Также следует учитывать, что всегда имеется вероятность внезапного ухудшения ситуации и скорости ее развития до особой. Оптимизация индивидуальных психофизиологических характеристик пилотов позволяет достигать высокого процента предотвращения летных

происшествий (прогнозирования особых ситуаций и адекватного реагирования на их появление) в условиях совершенствования авиационной техники и повышения ее надежности. Характеристики переключения и распределения внимания заметно улучшаются после проведения соответствующих мероприятий. Субъективные данные пилотов также совпадают с полученными в ходе исследований данными. Оценка работоспособности производилась по следующим критериям: уровень сложности выполнения работы, психологическое и эмоциональное напряжение, пространственное ориентирование на рабочем месте, выполнение психологических тестов на внимание и проверку кратковременной памяти.

При этом готовность пилотов к особым ситуациям и выполнению действий при их наступлении определялась и оценивалась исходя из видов готовности:

- длительный (отношение к профессии, необходимые знания, устойчивые профессиональные особенности восприятия, внимания, мышления, эмоционально-волевые процессы) [10];

- временный – ситуационный характер (относительная устойчивость, эффективность влияния на процесс, расхождение в структуре готовности и условиях достижения целей).

Специальная физическая подготовка летного экипажа позволяет повысить

психологические качества пилотов за счет явления переноса тренированности. Занятия определенными видами спорта, такими как теннис, бег по пересеченной местности, бег на лыжах и др., увеличивают скорость переработки информации в условиях выбора.

Быстродействие пилота определяется по формуле:

$$t_{оп} = t_{ож} + \frac{I}{V_{оп}},$$

где $t_{оп}$ – время быстродействия, $t_{ож}$ – время ожидания, I – количество информации в пределах одного цикла действия, $V_{оп}$ – скорость обработки информации пилотом.

Определение требуемого быстродействия по формуле:

$$t_{оп} \leq T_{ц} - \sum_{i=1}^n t_i$$

где $t_{оп}$ – время быстродействия, $T_{ц}$ – время цикла действия, t_i – время действия технического устройства.

Непродолжительные занятия (5-10 минут) с включениями по общеразвивающим физическим упражнениям, проведенные за 30-40 минут до начала смены, сокращают период вработываемости. Наибольшая значение для экипажей имеет специально направленная физическая подготовка для улучшения работоспособности: специально подобранные физические упражнения воздействуют на определённые психофизиологические качества (рис. 2).

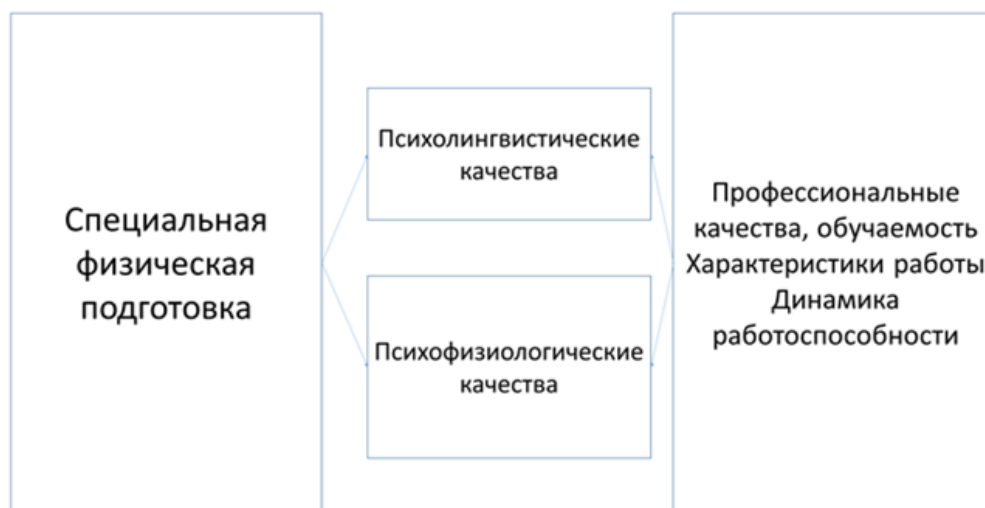


Рис. 2. Взаимосвязь между специальной физической подготовкой пилотов и их психофизиологическими показателями

Fig. 2. The relationship between the special physical training of pilots and their psychophysiological indicators

В работе пилотов ГА помимо непосредственно выполнения полетного задания, значительная часть времени проводится в режиме ожидания. Кроме этого,

само рабочее пространство кабины летного экипажа на современных ВС имеет высокую степень автоматизации. Это приводит к тому, что на некоторое время экипаж может «выпасть» из контура управления ВС и в

момент возникновения особой ситуации пилоты должны переключиться с режима ожидания на режим активных действий в течение ограниченного времени (нормы QRH, условия самой ситуации, нормы компаний-производителей и компаний-эксплуатантов, и т.д.). При этом летный экипаж должен принять адекватные решения по исправлению ситуации и произвести необходимые физические (работа с органами управления ВС и его бортовым оборудованием) и

психофизиологические (саморегуляция, своевременная адекватная реакция, преодоление языкового барьера) действия. В связи с этим необходимо учитывать коэффициенты корреляции между уровнем психофизиологических качеств пилота и эффективностью выполняемых им действий (Таблица 1).

Таблица 1.

Table 1.

Коэффициенты корреляции между уровнем

Correlation coefficients between the level

<i>Психофизиологические качества</i>	<i>Эффективность выполняемых действий (коэффициент корреляции)</i>
<i>Физические</i>	
Частота движений (теппинг-тест)	0,47
Выносливость (кросс 1000 м)	0,33
Сила (выход силой в упор на перекладине)	0,25
<i>Психологические</i>	
Устойчивость внимания	0,40
Кратковременная память на числа	0,35
Переключаемость внимания	0,30
Объем внимания	0,24
Репродуктивное мышление	0,20

Профессионально значимые для пилота психофизиологические характеристики должны быть выявлены и подвергаться постоянному отслеживанию и анализу не только на этапах обучения и переподготовки, но и на этапе выполнения профессиональных обязанностей. В условиях регулярной летной работы психофизиологические характеристики летного экипажа определяются надежностью деятельности в особых условиях, однако их влияние на общую успешность в выполнении профессиональной деятельности намного ниже. Закономерность между процессами саморегуляции деятельности и влияния психофизиологических характеристик на успешность и надежность выполнения полетного задания тренажерной и летной деятельности становится более значительной и существенной по мере усложнения профессиональных обязанностей и роста профессионализма.

Ряд психофизиологических и физических качеств пилота должен быть на очень высоком уровне. Бланковые и аппаратные методики

[18] оценки психофизиологического состояния пилотов позволяют установить прямо пропорциональную зависимость между успешным выполнением действий, предписанных правилами и нормами, и уровнем качества выполнения этих действий. Коэффициент выявленной пропорциональной зависимости может указать и спрогнозировать как развитие негативного сценария, так и сценария с положительным результатом.

Комплексное формирование профессиональных качеств пилотов современных воздушных судов является наиболее важным в период обучения и переобучения. Основными качествами являются: статическая выносливость, летная мотивация, нервно-эмоциональная устойчивость, репродуктивное и пространственное мышление, координация движения, оперативная память, внимание, личностная адаптивность в условиях эмоционального напряжения. Выявленное соотношение психических и психофизиологических характеристик может быть применено в качестве эффективного подхода по формированию

психофизиологических характеристик, необходимых для пилотов гражданской авиации. Применение основных методик оценки психофизиологических состояний позволяет своевременно скорректировать индивидуальные тренировки на тренажерах, а также внести целенаправленное формирование необходимых недостающих или мало развитых психофизиологических и психологических характеристик каждого пилота.

В настоящее время неотъемлемой частью подготовки и переподготовки пилота является необходимость учета, корректировки и целенаправленного формирования психофизиологических характеристик отдельно взятого пилота в летной подготовке и в процессе выполнения занятий на тренажере. Целесообразность применения методик оценки психофизиологического состояния пилота показана для индивидуализации тренажерной подготовки. Методики учета психофизиологических характеристик, их анализ и применение, важны на всех этапах подготовки и переподготовки летного экипажа. Данные, выявленные в ходе реализации методик, предназначены в первую очередь для инструкторов и преподавателей летных училищ. Полученные результаты имеют непосредственное отношение к повышению эффективности тренажерной подготовки и оптимизации всего процесса выполнения профессиональных обязанностей, а также в специальном комплексе мер по формированию личности пилота гражданской авиации.

Выводы

Авторы рассмотрели и предложили методы оценки психофизиологического состояния пилота гражданской авиации, которые предназначены для своевременного выявления возможных нерегламентированных действий летного

экипажа в известной или прогнозируемой ситуации. Данные методы являются эффективным инструментом в рамках программ по совершенствованию структуры кадрового обеспечения авиационного предприятия и прогнозной базы в области управления безопасностью полетов.

Специальные психофизиологические упражнения, включенные в программу тестирования и подготовки, являются одним из способов эффективного поддержания стабильных психофизиологических показателей летных экипажей, их уровня работоспособности, скорости реакции и принятия решений в особых ситуациях.

Предложено рассмотреть дальнейшее применение методов оценки психофизиологических состояний пилотов гражданской авиации как части технологии непрерывного контроля в структуре кадрового обеспечения авиационных компаний. Использование существующих методов и их совершенствование можно рассматривать как перспективное направление для создания комплексной прогнозной базы государственных органов управления, направленной на обеспечение безопасности полетов в рамках прогностического подхода к деятельности летного экипажа в известной или прогнозируемой ситуации.

Можно прийти к выводу, что рассмотренные методы являются ключевым компонентом для последующего использования прогнозной базы эргономических характеристик. Дальнейшие исследования, проводимые авторами, направлены на использование результатов применения предложенных методик с целью автоматизации и оптимизации процессов подготовки пилотов на этапах обучения, а также расчета оптимальных действий для конкретного экипажа или пилота в полете или на тренажере.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Bor R., Eriksen C., Oakes, M. & Scragg, P (Eds.) Pilots' mental health assessment and support: A practitioner's guide. Oxon: Routledge. 2017. 434 p. ISBN 9781138222038.
2. Колетвинов Д.С., Мельникова А.А., Борзилов К.В. Обзор научных методов сбора и обработки информации // Молодой ученый. 2020. № 3 (293). С. 157-159. EDN PYGJZN.
3. Chernorizov A.M., Isaychev S.A., Zinchenko Yu.P. [et al.] Psychophysiological methods for the diagnostics of human functional states: new approaches and perspectives // Psychology in Russia: State of the Art. 2016;9(4):23-36. DOI 10.11621/pir.2016.0403.
4. Лебедева Н.Н., Каримова Е.Д. Акустические характеристики речевого сигнала как показатель

REFERENCES

1. Bor R., Eriksen C., Oakes M., Scragg P. Pilots' Mental Health Assessment and Support: A Practitioner's Guide. Oxon: Routledge; 2017. 434 p.
2. Koletvinov D.S., Melnikova A.A., Borzilov K.V. Review of Scientific Methods of Collecting and Processing Information. Young Scientist. 2020;3(293):157-159.
3. Chernorizov AM, Isaychev SA, Zinchenko YuP, et al. Psychophysiological Methods for the Diagnostics of Human Functional States: New Approaches and Perspectives. Psychology in Russia: State of the Art. 2016;9(4):23-36. DOI 10.11621/pir.2016.0403.
4. Lebedeva N.N. Karimova E.D. The Acoustic Characteristics of the Speech Signal as an Indicator of the

- функционального состояния человека // Успехи физиологических наук. 2014. Том 45. № 1. 2014. С. 57-95. EDN SBDLHJ.
5. **Справочник по инженерной психологии** / Под ред. Б.Ф. Ломова. М.: Машиностроение, 1982. 368 с.
6. **Donald H.** Engineering Psychology and cognitive ergonomics. Coventry University. Publisher: Springer, July 2019. 440 p. ISBN 978-3-030-22506-3.
7. **Lee W. (Col) Gregg.** Engineering psychology. In: B. von Haller Gilmer, McGraw-Hill series in psychology. Industrial psychology, pp. 324-352.
8. **Пономаренко А.В., Кулабухов В.С., Халтобин В.М. и др.** Исследования и испытания автоматизированных систем обучения для подготовки инженерно-технического и летного состава самолетов и вертолетов // Мехатроника, автоматизация, управление. 2010. № 10 (115). С. 74-78. EDN MVNNFP.
9. **Левин Д.Н.** Методы оценки рабочего места экипажа в процессе проектирования кабины перспективного авиационного комплекса // Computational nanotechnology. 2019. Т. 6. №2. 2019. С. 95-100. DOI 10.33693/2313-223X-2019-6-2-95-1. EDN UJMGAA.
10. **Якимович Н.В., Городецкий И.Г.** Психологическое обоснование и разработка обучающих программ по формированию коммуникативных и когнитивных навыков у пилотов гражданской авиации. Актуальные проблемы психологии труда, инженерной психологии и эргономики. Вып. 5 / Под ред. А.А. Обознова, А.Л. Журавлева. М.: Институт Психологии РАН, 2013. С. 111-128. ISBN 978-5-9270-0273-3.
11. **Mumaw R. J.** Analysis of alerting system failures in commercial aviation accidents. Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting. 2017;61(1):110-114. DOI 10.1177/1541931213601493.
12. **Wang L., Wang Ya., Chen Yi, Pan X.** Methodology for assessing dependencies between factors influencing airline pilot performance reliability: A case of taxiing tasks. Journal of Air Transport Management. 2020;89:101877. DOI:10.1016/j.jairtraman.2020.101877.
13. **Айдаркин Д.В.** Разработка и применение автоматизированных систем для профессиональной подготовки летного состава гражданской авиации: монография. Ульяновск: УВАУ ГА (И), 2014. 111 с. ISBN 978-5-7514-0215-0.
14. **van der Vlugt M., Wieringa P.A.** Training aircrews to recover from human error: a proposal for a training outline. 2004 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (IEEE Cat. No.04CH37583), 10-13 Oct., 2004. The Hague, Netherlands. DOI:10.1109/ICSMC.2004.1398295.
15. **Кроль В.М., Ви́ха М.В.** Психофизиология. М.: КноРус, 2014. 512 с. ISBN 978-5-406-03282-4.
16. **Ильин Е.П.** Психофизиология состояния человека. М.: Питер, 2005. 412 с. ISBN 5-469-00446-5
17. **Николаева Е.И.** Психофизиология. Психологическая физиология с основами физиологической психологии. М.: ПЕР СЭ, 2008. 624 с. ISBN 978-5-9292-0179-0.
18. **Гуревич К.М.** Профессиональная пригодность и основные свойства нервной системы. М.: Наука, 1970. 271 с.
- Human Functional State. Progress in Physiological Science. 2014;45(1):57-95.
5. **Lomov B.F., editor.** Handbook of Engineering Psychology. Moscow: Mechanical Engineering; 1982. 368 P.
6. **Donald H.** Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics. Coventry University: Springer; 2019 Jul. 440 P.
7. **Lee W. (Col) Gregg.** Engineering Psychology. In: Gilmer B. von Haller. Industrial Psychology. Hill Series in Psychology. McGraw-Hill Book Company; 1961. p. 324-352.
8. **Ponomarenko A.V., Kulabukhov V.S., Khaltobin V.M., et al.** Educational Research and Statistical Criteria of Pedagogical Experiments in the Preparation of Aviation Personnel. Mechatronics, Automation, Management. 2010;10(115):74-78.
9. **Levin D.N.** Crew Workplace Evaluation Methods in the Cockpit Design Process of Perspective Aviation Complex. Computational Nanotechnology. 2019;6(2):95-100. DOI 10.33693/2313-223X-2019-6-2-95-1.
10. **Yakimovich N.V., Gorodetsky I.G.** Psychological Justification and Development of Training Programs for Forming Communicative and Cognitive Skills in Civil Aviation Pilots. In: Oboznov AA, Zhuravleva AL, editors. Actual Problems of Labour Psychology, Engineering Psychology and Ergonomics. Moscow: Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences. 2013;5:111-128.
11. **Mumaw R.J.** Analysis of Alerting System Failures in Commercial Aviation Accidents. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting. 2017;61(1):110-114. DOI 10.1177/1541931213601493.
12. **Wang L., Wang Ya., Chen Yi, Pan X.** Methodology for Assessing Dependencies Between Factors Influencing Airline Pilot Performance Reliability: A Case of Taxiing Tasks. Journal of Air Transport Management. 2020;89:101877. DOI 10.1016/j.jairtraman.2020.101877.
13. **Aidarkin D.V.** Development and Application of Automated Systems for Professional Training of Civil Aviation Flight Personnel. Ulyanovsk: UVAU GA; 2014. 111 p.
14. **Van der Vlugt M., Wieringa P.A.** Training Aircrews to Recover From Human Error: a Proposal for a Training Outline. In: Proceedings of IEEE 2004 International Conference on Systems, Man and Cybernetics; 2004 Oct 10-13; The Hague (Netherlands): IEEE. DOI 10.1109/ICSMC.2004.1398295.
15. **Krol V.M., Viha M.V.** Psychophysiology. Moscow: Knorus; 2014. 512 p.
16. **Iylin E.P.** Psychophysiology of Human States. Moscow: Peter; 2005. 412 p.
17. **Nikolaeva E.I.** Psychophysiology. Psychological Physiology with the Basics of Physiological Psychology. Moscow: PER SE; 2008. 624 p.
18. **Gurevich K.M.** Professional Suitability and Basic Properties of the Nervous System. Moscow: Nauka; 1970 271 p.

Информация об авторах:

Иванова Ксения Аркадьевна – ассистент кафедры «Проектирование и сертификация авиационной техники» МАИ тел. +79036619006, международные идентификационные номера автора: Author-ID-РИНЦ 4088-0159,

Левин Дмитрий Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Проектирование и сертификация авиационной техники» МАИ, международные идентификационные номера автора: Author-ID-РИНЦ 8924-0330, тел. 9166972115

Information about the authors:

Ivanova Ksenia Arkadyevna – Assistant of the Department “Design and Certification of Aviation Equipment” of Moscow Aviation Institute. ph. +79036619006, the author’s international identification numbers: Author-ID-RSCI: 4088-0159

Levin Dmitry Nikolaevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department “Design and Certification of Aviation Equipment” of Moscow Aviation Institute, the author’s international identification numbers: Author-ID-RSCI: 8924-0330, ph. 9166972115

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 12.10.2023; одобрена после рецензирования 22.11.2023; принята к публикации 23.11.2023. Рецензент – Сергеев С.Ф., доктор психологических наук, профессор профессор СПбГУ, зав. НИЛ "Эргономика сложных систем" СПбПУ Петра Великого, член редакционного совета журнала «Эргодизайн»

The paper was submitted for publication on the 12th of October, 2023; approved after the peer review on the 22nd of November, 2023; accepted for publication on the 23rd of November, 2023. Reviewer – Sergeev S.F., Doctor of Psychology, Professor of Saint Petersburg State University, Head of the Scientific Laboratory “Ergonomics of Complex Systems” of Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University, member of the editorial board of the journal “Ergodesign”.

Образцы ссылок для авторов статей журнала «Эргодизайн» на коллективные монографии

Поляков В.Н., Соловьёв В.Д. Компьютерные модели и методы в типологии и компаративистике. Казанский гос. ун-т, Ин-т языкознания РАН, Российский научно-образовательный центр по лингвистике им. И. А. Бодуэна де Куртене. Казань : Казанский гос. ун-т, 2006. 207 с. ISBN 5-98180-393-2. EDN QTGQPJ.

Атапкина Я.Э., Бондарко А.В., Воейкова М.Д. и др. Проблемы функциональной грамматики: Принцип естественной классификации. Институт лингвистических исследований РАН. Москва : Издательство "Языки славянских культур", 2013. 511 с. ISBN 978-5-9551-0663-2. EDN XGGOZP.

Березкин Б.С., Горячев И.А., Денисов В.А. и др. Методы и средства автоматизации психологических исследований. Москва : Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр Российской академии наук "Издательство "Наука", 1982. 175 с. EDN VQKPDJ.