

DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-6-356-364>

УДК 658.382:613.693

© Коллектив авторов, 2021

Зибарев Е.В.¹, Бухтияров И.В.¹, Вальцева Е.А.², Токарев А.В.²**Оценка показателей напряжённости труда и факторов, влияющих на утомление у пилотов гражданской авиации по результатам анкетирования**¹ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», пр-т Будённого, 31, Москва, Россия, 105275;²ООО «Медицина труда», 9-я ул. Соколиной Горы, 12/1, Москва, 105275**Введение.** Важной особенностью профессиональной деятельности пилотов воздушных судов гражданской авиации (ВС ГА) является высокая напряжённость труда, обусловленная выраженными эмоциональными, интеллектуальными и сенсорными нагрузками, особыми режимами труда.**Цель исследования** — провести оценку напряжённости труда и распространённости факторов, влияющих на утомление, среди пилотов гражданской авиации по данным анонимного онлайн анкетирования.**Материалы и методы.** Проведён анкетный опрос 667 членов лётных экипажей ВС ГА в режиме дистанционного анонимного онлайн анкетирования. Опросники разработаны в соответствии с критериями оценки напряжённости труда, оценки факторов риска развития утомления согласно рекомендациям Международной организации гражданской авиации (ИКАО) и на основе анализа алгоритма деятельности пилота. Для анализа данных опроса использованы методы дескриптивной статистики.**Результаты.** По результатам анкетирования установлено, что условия труда пилотов по 7 показателям напряжённости соответствуют классу 3.2: высокий уровень интеллектуальных нагрузок (72–100% пилотов), большое количество пересекаемых часовых поясов (18%), максимальная длительность сосредоточенного наблюдения (70,7%), высокая плотность сигналов и сообщений (29,9%), значительное число объектов одновременного наблюдения (18,9%), высокая степень риска для собственной жизни и ответственности за безопасность других лиц (98%), а также нерегулярный режим работы (79%). По совокупности показателей общий класс по напряжённости труда соответствует высокой степени (класс 3.3). К факторам, влияющим на утомление пилотов, относятся: редкий отдых между полётами (44,6% опрошенных); прерывистый характер сна (59,9%); не всегда полноценный сон перед ночной полётной сменой (85,9%). Доля пилотов, у которых возникает самопроизвольный сон во время полёта, по результатам анкетирования составляет 74,3%, а частая замедленная реакция на нормальные, нестандартные или чрезвычайные раздражители и сигналы, — 12,3%.**Заключение.** Полученные данные анкетного опроса подтверждают результаты психофизиологических исследований, показавших, что уровень напряжённости труда пилотов является «сверхинтенсивным или экстремальным». Учитывая распространённость среди членов экипажей факторов, влияющих на утомление, и основываясь на понимании реальных проблем, отмеченных пилотами, необходима разработка и внедрение более эффективных мероприятий в систему управления рисками, связанными с утомлением.**Этика.** Все исследования проведены в соответствии с принципами биомедицинской этики, сформулированными в Хельсинской декларации 1964 г. и её последующих обновлениях, и оформлены Локальным этическим комитетом ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова» (протокол № 9 от 16.10.2019 г.).**Ключевые слова:** гражданская авиация; пилот; напряжённость труда; утомление; анкетирование**Для цитирования:** Зибарев Е.В., Бухтияров И.В., Вальцева Е.А., Токарев А.В. Оценка показателей напряжённости труда и факторов, влияющих на утомление у пилотов гражданской авиации по результатам анкетирования. *Мед. труда и пром. экол.* 2021; 61(6): 356–364. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-6-356-364>**Для корреспонденции:** Зибарев Евгений Владимирович, заместитель директора по научной работе ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», руководитель лаборатории комплексных проблем оценки риска для здоровья населения и работающих ФГБНУ «НИИ МТ», канд. мед. наук. E-mail: zibarev@iriioh.ru**Участие авторов:**

Зибарев Е.В. — получение и интерпретация данных исследования, внесение корректив в статью и редактирование, написание резюме, полная ответственность за содержание;

Бухтияров И.В. — внесение корректив в статью и редактирование, утверждение окончательной версии для публикации;

Вальцева Е.А. — интерпретация данных исследования, написание статьи, внесение корректив;

Токарев А.В. — получение и интерпретация данных исследования, внесение правок, оформление рукописи для публикации.

Финансирование. Исследование проведено в рамках государственного задания.**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 19.07.2021 / Дата принятия к печати: 21.07.2021 / Дата публикации: 07.08.2021

Evgeny V. Zibarev¹, Igor V. Bukhtiyarov¹, Elena A. Valtseva², Andrej V. Tokarev²**Assessment of labor intensity indicators and factors affecting fatigue in civil aviation pilots based on the results of a questionnaire**¹Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budyonnogo Ave., Moscow, Russia, 105275;²Occupational Medicine LLC, 12/1, 9-ya Sokolinoy Gory Str., Moscow, Russia, 105275

Introduction. An essential feature of the professional activity of pilots of civil aviation aircraft is the high intensity of work due to pronounced emotional, intellectual, and sensory loads, unique work modes.

The study aims to assess the intensity of work and the prevalence of factors affecting fatigue among civil aviation pilots according to an anonymous online questionnaire.

Materials and methods. Experts surveyed 667 members of the flight crews in remote anonymous online questioning. We developed the questionnaires under the criteria for assessing the intensity of work, assessing the risk factors for fatigue development according to the ICAO recommendations, and analyzing the pilot's activity algorithm. The researchers used descriptive statistical methods to analyze the survey data.

Results. The working conditions of pilots according to 7 indicators of tension correspond to class 3.2: a high level of intellectual loads (72–100% of pilots), a large number of overlapping time zones (18%), the maximum duration of concentrated observation (70.7%), a high density of signals and messages (29.9%), a significant number of objects of simultaneous observation (18.9%), a high degree of risk to one's own life and responsibility for the safety of others (98%), as well as a rough working day (79%). According to the totality of indicators, the general class of labor intensity corresponds to the highest degree (class 3.3).

The factors affecting the fatigue of pilots include rare rest between flights (44.6% of respondents), intermittent sleep (59.9%), not always a full sleep before the night flight shift (85.9%). According to the survey results, the share of pilots who have spontaneous sleep during the flight is 74.3%, and frequently delayed reaction to usual, non – standard, or extreme stimuli and signals is 12.3%.

Conclusions. The obtained data of the questionnaire survey confirm the results of psychophysiological studies that have shown that the level of the labor intensity of pilots is "super-intense or extreme." Therefore, considering the prevalence of factors affecting fatigue among the crew members, and based on the understanding of the fundamental problems noted by the pilots, it is necessary to develop measures and management solutions to minimize the risk factors for fatigue development.

Ethics. All studies were carried out in accordance with the principles of biomedical ethics formulated in the Declaration of Helsinki 1964 and its subsequent updates and formalized by the Local Ethics Committee of the Izmerov Research Institute of Occupational Health (Minutes No. 9 dated 16.10.2019).

Keywords: civil aviation; pilot; labor intensity; fatigue; questionnaire

For citation: Zibarev E.V., Bukhtiyarov I.V., Valtseva E.A., Tokarev A.V. Assessment of indicators of labor intensity and factors affecting fatigue in civil aviation pilots based on the results of the questionnaire. *Med. truda i prom. ekol.* 2021; 61(6): 356–364. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-6-356-364>

For correspondence: Evgeny V. Zibarev, Deputy director for scientific work of the Izmerov Research Institute of Occupational Health, Head of the Laboratory of Complex Problems of Risk Assessment for Public and Workers Health of the Izmerov Research Institute of Occupational Health, MD, PhD. E-mail: zibarev@iriioh.ru

Contribution:

Zibarev E.V. — receipt and interpretation of research data, making adjustments to the manuscript and its redaction, writing a summary, full responsibility for the content.

Bukhtiyarov I.V. — making adjustments to the manuscript and its redaction, approving the final version for publication.

Valtseva E.A. — interpretation of research data, writing the manuscript, making adjustments to the manuscript.

Tokarev A.V. — receipt and interpretation of research data, making adjustments to the manuscript, preparation of the manuscript for publication.

Information about the author: Bukhtiyarov I.V. <https://orcid.org/0000-0002-8317-2718>

Funding. The study was conducted within the framework of the State task.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Received: 19.07.2021 / Accepted: 21.07.2021 / Published: 07.08.2021

Введение. Анализ условий труда пилотов ВС ГА показал, что в процессе трудовой деятельности на них воздействует комплекс вредных производственных факторов. При рассмотрении вопросов безопасности полётов особое внимание уделяется факторам трудового процесса, в частности характеру работы пилотов — она всегда осуществляется в режиме гибкого графика, имеет сменный характер, а общее рабочее время «вырабатывается» за счёт суммирования отдельных периодов на протяжении недели/месяца/года.

При длительной нервно-эмоциональной работе у пилотов может отмечаться временное ухудшение функционального состояния организма, выражающееся в снижении работоспособности, в неспецифических изменениях физиологических функций и особых ощущений, объединённых чувством усталости, — проявления признаков утомления [1]. Причиной этому могут быть высокие эмоциональные и сенсорные нагрузки на этапах взлёта, набора высоты, снижения, посадки и на этапах горизонтального полёта. Деятельность пилотов осуществляется в строгом соответствии с алгоритмом, определённым Руководством по лётной эксплуатации (РАЭ), включающего большое количество операций на каждом этапе полёта и высоким темпом восприятия и переработки информации.

Труду пилота присущи свои особенности: высокое нервно-эмоциональное напряжение, необычная пространственная ориентировка, вынужденный интенсивный темп работы, гиподинамия, периоды монотонии, нарушения циркадианных ритмов при смене временных поясов и др. Помимо этого, пилоты подвергаются также воздействию неблагоприятных факторов производственной среды (шума, вибрации, нагревающего или охлаждающего микроклимата, загрязнения воздушной среды и др.). По своему характеру лётный труд является умственно, физически, эмоционально насыщенным и напряженным [2]. При отсутствии соответствующего отдыха и профилактических мер продолжающиеся интенсивные нервно-эмоциональные нагрузки могут привести к развитию состояния перенапряжения и в дальнейшем способствовать увеличению частоты хронических заболеваний [3].

Ранее специалистами НИИ МТ для профессий нервно-эмоционального труда была предложена интегральная оценка напряжённости труда, полученная на основе результатов комплексных гигиенических и физиолого-клинических исследований. Учёными был предложен способ расчёта интегрального показателя напряжённости труда — Лнт [4], с помощью которого была определена напряжённость труда в различных профессиональных группах.

Было установлено, что с увеличением интегрального показателя или категории напряжённости труда во всех группах возрастает нервно-психическое напряжение и существенно возрастает общее рабочее напряжение организма. В соответствии с рассчитанным значением интегрального показателя L_{nt} по уровню напряжённости труд пилотов был отнесён к VI категории из выделенных шести и обозначен как «сверхинтенсивный или экстремальный» [5], что может значительно повышать вероятность развития утомления, и как следствие, возникновения аварийных ситуаций [2].

В настоящее время утомление пилотов остаётся серьёзной проблемой, поэтому в руководящих документах ИКАО ей уделяется большое внимание. ИКАО даёт следующее определение утомлению — это физиологическое состояние пониженной умственной или физической работоспособности в результате бессонницы или длительного бодрствования, фазы суточного ритма или рабочей нагрузки (умственной и/или физической деятельности), которая может ухудшить активность и способность члена экипажа безопасно управлять воздушным судном или исполнять служебные обязанности» [6, 7].

К факторам, способным ускорить развитие утомления у пилотов, можно отнести необходимость нахождения в состоянии длительного сосредоточенного внимания, эмоциональные стрессы, многократные смены часовых поясов и нарушение циркадного биологического ритма, нерегулярность лётной работы, длительные перелёты, неблагоприятные метеорологические условия полётов и наличие хронических заболеваний [8–10].

Таким образом, проблема оценки напряжённости труда и факторов, влияющих на утомление у пилотов ВС ГА, остаётся актуальной. Требуется проведение дополнительных исследований и обсуждений, поскольку тема касается как безопасности полётов, так и здоровья большой профессиональной группы работников — членов лётных экипажей ВС ГА, насчитывающей в РФ более 17 500 человек.

В последние годы в научном сообществе активно ведутся дискуссии по вопросам необходимости проведения реальной оценки условий труда у членов лётных экипажей гражданской авиации, и при этом в фокусе внимания находится оценка уровней шума и напряжённости трудового процесса лётного состава [11].

Однако до сих пор для пилотов в РФ не выполняются обязательные мероприятия по обеспечению безопасных для работника условий труда — производственного контроля (ПК) и специальной оценки условий труда (СОУТ). Вместе с тем уже давно утверждены документы, содержащие: гигиенические критерии для оценки условий труда — Руководство Р 2.2.20006-05 [12]; обязательные требования к проведению СОУТ — Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 января 2014 г. № 33н [13] и Постановление Правительства РФ от 14 апреля 2014 г. № 290.

Следует отметить, что критерии и значения показателей сенсорных нагрузок для оценки напряжённости трудового процесса, изложенные в нормативных документах, требуют корректировки, исходя из специфики лётных специальностей и базы знаний особенностей профессиональной деятельности лётчиков. Так, для достижения объективности СОУТ на рабочих местах членов лётных и кабинных экипажей авторами [11] предлагается использовать научные достижения авиакосмической медицины, медицины труда и промышленной экологии в части выяв-

ленных связей между классом вредности по показателям напряжённости трудового процесса с объективными изменениями со стороны физиологических систем организма и отдалёнными последствиями снижения уровня профессионального здоровья и профессионального долголетия. Вместе с тем при изучении критериев необходимо учитывать экспертное мнение специалистов по гигиене, авиационной медицине и представителей лётных профессий в отношении управления рисками, связанными с утомлением в течение полётов, чему, к сожалению, в исследованиях уделяется мало внимания [14].

Учитывая особенности работы пилотов, рабочие места которых находятся на борту воздушного судна, проведение объективной оценки напряжённости их труда довольно сложно. Поэтому определенное значение может иметь получение данных о субъективно оцениваемом уровне интеллектуальных, сенсорных, эмоциональных нагрузок, а также режиме работы от самих пилотов на основании результатов анкетирования.

Анкетирование (от франц. *enquete*, буквально — исследование) — является одним из наиболее распространённых методов исследований широко применяемых в медицинских, социологических, психологических, демографических сферах получения новых данных. Анкетирование, или анкетный опрос, позволяет строго следовать намеченному плану исследования, так как процедура «вопрос – ответ» регламентирована и конкретна. При помощи метода анкетирования можно с наименьшими затратами получить высокий уровень массовости исследования. Высокая достоверность анкетирования достигается за счёт соблюдения анонимности, при этом личность респондента не регистрируется, а анонимно фиксируются лишь его ответы.

Опросы членов экипажей ВС, касающиеся контроля утомления, широко используются в практике Международной организации гражданской авиации (ИКАО), в частности, в системе управления рисками, связанными с утомлением (*Fatigue Risk Management System — FRMS*). В документах [6, 7] указано, что «по сравнению с другими видами мониторинга утомления, опросы членов экипажей представляют собой быстрый и экономичный способ получить данные о субъективно оцениваемом уровне утомления и его причинах». При этом характер информации, полученной в ходе опросов, может стать важной составляющей «в принятии решений и планировании мероприятий для контроля утомления в целях обеспечения безопасности полётов» [6].

Цель исследования — провести оценку напряжённости труда и распространённости факторов, влияющих на утомление, среди пилотов гражданской авиации по данным анонимного онлайн анкетирования.

Материалы и методы. Анонимное онлайн анкетирование является частью комплексного исследования, направленного на выявление профессиональных особенностей трудового процесса у пилотов ВС ГА для последующего учёта их при разработке критериев установления классов условий труда в рамках проведения СОУТ.

В целях данного исследования специалистами по авиационной медицине, гигиене труда и физиологии труда была разработана специальная анкета, содержащая два основных блока вопросов: общие — 11 вопросов; специальные — 59 вопросов. В блок общих вопросов были включены данные о профессии, возрасте, стаже лётной де-

тельности, типе ВС, полётном и общем рабочем времени в неделю/месяц/год, виде совершаемых полётов для каждого, участвующего в анкетировании пилота. Особенностью анкетирования в нашем исследовании была анонимность (личность пилота не регистрировалась, фиксировались лишь его ответы), что позволяло получить более точную информацию.

Специальные вопросы были составлены таким образом, чтобы на основании ответов пилотов можно было оценить: значения показателей напряжённости труда (интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, степень монотонности труда, режим работы) — 14 вопросов; перечень и уровни факторов, влияющих на развитие утомления (количество взлётов/посадок и пересекаемых часовых поясов за полётную смену/неделю/месяц, качество сна, количество ночных смен, показатели работоспособности) — 24 вопроса; ошибки деятельности — 21 вопрос.

С целью получения высокой надёжности и валидности результатов исследования в анкету были включены вопросы, написанные по-разному, но имеющие один и тот же смысл, позволяющие оценить правдивость заполнения анкеты респондентами. Из 59 вопросов анкеты 50 были нацелены на субъективную оценку уровней воздействия факторов трудового процесса и самооценку физиологического состояния анкетированного пилота, а 9 включали оценку деятельности коллеги. Для оценки напряжённости труда пилотам предлагалось выбрать один из нескольких вариантов ответов, соответствующий уровню интеллектуальных, сенсорных, эмоциональных нагрузок, степени монотонности труда, режима работы в соответствии с Р 2.2.2006-05 [12]. Для оценки факторов, влияющих на развитие утомления, были предложены вопросы, рекомендованные Международной организацией гражданской авиации (ИКАО) в рамках внедрения в авиакомпании системы управления рисками, связанными с утомляемостью пилотов (FRMS) [6, 7]. Вопросы для оценки ошибок деятельности включали информацию о правильности и последовательности выполнения основных стандартных процедур на различных этапах полёта в соответствии с РАЭ [15].

До начала проведения исследования анкета была направлена в ПАО «Аэрофлот», ФГУП ГосНИИ ГА, профсоюз лётного состава России. После получения замечаний и предложений в анкету были внесены корректировки, и анкета была размещена на сайте ФГБНУ «НИИ МТ» для

начала проведения анонимного онлайн анкетирования.

Результаты анкетирования включали установление классов условий труда по напряжённости, которое проводилось методом экспертных оценок специалистами по гигиене труда. Некорректно заполненные анкеты в анализ включены не были, в том числе анкеты: с разными ответами на дублирующие вопросы, не полностью заполненные, содержащие информацию о крайне высоких уровнях воздействия факторов трудового процесса (превышения в 10 раз и более установленных нормативных значений) или крайне низких (в 10 раз и ниже минимально установленных значений).

В статистическую обработку были включены данные из анкет 667 членов лётных экипажей ВС ГА. Информированное согласие не требовалось, так как между участниками и исследователями не было взаимодействия, анкета была полностью анонимной. Средний возраст респондентов составил $40,3 \pm 11,0$, средний стаж работы — $16,8 \pm 11,9$ года. В **таблице 1** представлено распределение опрошенных членов экипажей в зависимости от занимаемой должности.

Среди всех опрашиваемых членов экипажей ВС ГА в анкетировании приняли участие 320 командиров воздушного судна (КВС) и 325 вторых пилотов ВС, что составило 96,7%. Один участвовавший в опросе бортпроводник при анализе результатов исследования из списка исключен.

Накопление, корректировка, систематизация исходной информации и визуализация полученных результатов осуществлялись в электронных таблицах *Microsoft Office Excel*. Анализ результатов опроса проводился с помощью методов дескриптивной статистики. Номинальные (качественные) данные описывались с указанием абсолютных значений (сколько раз тот или иной ответ повторялся в выборке) и относительных частот или процентных долей (доля данного значения от всего объёма выборки) [16]. Количественные показатели общего времени налета за год у членов экипажей объединялись в ряды распределения по группам должностей членов экипажей ВС. Проверка гипотезы нормальности распределения значений этого признака проводилась с помощью критериев Колмогорова–Смирнова и Шапиро–Уилка. Поскольку распределение во всех группах отличалось от нормального, описание их проводили при помощи значений медианы (*Me*) и нижнего и верхнего квартилей (*Q1*; *Q3*). Статистический анализ проводился с использованием программы *STATISTICA 10.0* (разработчик — *StatSoft.Inc*).

Таблица 1 / Table 1

Количество, средний возраст и стаж работы членов экипажей ВС ГА, принимавших участие в анкетировании
The number, average age, and work experience of the crew members of the Armed Forces of the civil aviation (CA) who took part in the survey

Должность	Количество респондентов, человек / %	Средний возраст, лет	Средний стаж работы, лет
Командир воздушного судна	320 / 48,0	$43,0 \pm 10,0$	$19,9 \pm 11,2$
Второй пилот воздушного судна	325 / 48,7	$37,2 \pm 11,0$	$13,3 \pm 11,6$
Пилот-инструктор	4 / 0,6	$53,0 \pm 10,3$	$29,3 \pm 12,4$
Пилот вертолёта	5 / 0,8	$44,6 \pm 10,6$	$20,0 \pm 10,4$
Бортмеханик	12 / 1,8	$46,8 \pm 10,9$	$22,8 \pm 11,3$
Бортпроводник	1 / 0,1	32,0	10,0
Всего	667 / 100	$40,3 \pm 11,0$	$16,8 \pm 11,9$

Результаты и обсуждение. Изучение результатов анкетирования проводилось как среди всей совокупности членов экипажей ВС ГА, принимавших участие в опросе (667 человек), так и отдельно среди пилотов, распределённых по группам должностей.

Анализ показал, что медиана общего времени налёта у всех членов экипажей ВС ГА составила 800,0 (500; 900) часа в год. В **таблице 2** представлены медианы общего

Таблица 2 / Table 2

Медианы общего времени налёта за год у членов экипажей, распределённых по группам должностей, ч/год
Medians of the total flight time for the year for crew members distributed by groups of positions, h/year

Должность	Количество респондентов, человек	Общее время налёта за 1 год, ч/год
	<i>n</i>	<i>Me (Q1; Q3)</i>
КВС	320	800 (500; 900)
Второй пилот ВС	325	800 (264; 894)
Пилот-инструктор	4	518 (257; 620)
Пилот вертолёта	5	455 (430; 480)
Бортмеханик	12	490 (312; 550)

времени налёта в год у членов экипажей, распределённых по группам должностей, а на **рисунке** — диаграмма размаха этих показателей.

При сравнительном анализе выявлено, что общее время налёта за год в группах КВС и вторых пилотов больше, чем в группе пилотов-инструкторов в 1,5 раза, в группе пилотов вертолёта в 1,8 раза, а в группе бортмехаников в 1,6 раза. Статистически значимые различия по общему времени налёта определились между группой КВС и группой пилотов вертолёта ($p=0,04$), между группой КВС и группой бортмехаников ($p=0,01$), а также между группой вторых пилотов ВС и группой бортмехаников ($p=0,04$).

Выявленные различия могут быть обусловлены малым количеством принимавших участие в опросе представителей пилотов-инструкторов, пилотов вертолёта и бортмехаников по сравнению с репрезентативными выборками представителей КВС и вторых пилотов ВС.

Кроме этих различий, как показал анализ диаграммы размаха (**рисунк**), у 20,4% КВС и 13,6% вторых пилотов ВС наблюдается превышение установленной нормы продолжительности полётного времени за год (900 ч/год). Максимальные значения общего времени налёта за год у КВС и вторых пилотов ВС достигают 1450 и 1689 ч/год соответственно. Указывая такие значения, пилоты ссылаются на п. 34 «Положения об особенностях режима рабочего времени и времени отдыха членов экипажей воздушных судов гражданской авиации Российской Федерации» (с изменениями на 17 сентября 2010 г.), утверждённого приказом Минтранса России от 21.11.2005 г. № 139. Согласно п. 34 Положения «Время перемещения (перелёта или переезда) члена экипажа в качестве пассажира по заданию (распоряжению) работодателя включается в рабочее время с момента явки к месту убытия, но не менее чем за 40 минут до убытия и до момента прибытия к месту назначения (размещения на отдых)». Таким образом, в общее время налёта входит не только время, которое пилоты тратят непосредственно на полёт и подготовку к нему, но и время перемещения к месту назначения (размещения на отдых). В связи с этим можно предположить, что у пилотов, имеющих превышение установленных нормативов по общему времени налёта за год, сокращается время полноценного отдыха между полётами, что усугубляет напряжённость труда вследствие «недостаточной продолжительности или отсутствия регламентированных перерывов» [2].

Учитывая существенную разницу в количестве респондентов, распределённых по группам должностей членов экипажей ВС, и показатели общего времени налёта за год в этих группах, основное внимание, в данном исследовании было уделено обсуждению результатов опроса среди всей совокупности членов экипажей ВС, принимавших участие в анкетировании (667 человек), а также среди групп КВС и вторых пилотов ВС.

По данным анкетного опроса оценка напряжённости труда пилотов показала, что 90,1% респондентов в полёте сосредоточенно следят за приборами более 50% времени, в том числе 70,7% — более 75% времени. Доля респондентов с длительностью наблюдения за приборами более 75% времени среди КВС составляет 72,5%, вторых пилотов ВС — 69,5%, бортмехаников — 83,3%, пилотов-инструкторов — 50% и пилотов вертолёта 20%. Таким образом, для подавляющего большинства пилотов (70,7%) сенсорные нагрузки по показателю «длительность сосредоточенного наблюдения (% времени)» соответствуют 3.2 классу напряжённости труда.

Результаты анализа показали, что 29,9% участников анкетирования получают за 1 час полёта в среднем более 300 сигналов (световых, звуковых) и сообщений. Причём наибольшая доля таких ответов (34,7%) — в группе КВС, тогда как среди вторых пилотов ВС доля составила 26,2%, среди бортмехаников — 16,7%, пилотов-инструкторов — 25%, а пилотов вертолётётов — 0. Следовательно, по данному показателю сенсорных нагрузок у 1/3 пилотов класс условий труда соответствует 3.2 классу напряжённости труда.

Среди опрошиваемых 18,9% — пилоты, которые следят одновременно более, чем за 25 параметрами полёта. Наибольшая же доля среди всех участников опроса (39,6%) состоит из тех, кто наблюдает 6–10 параметрами

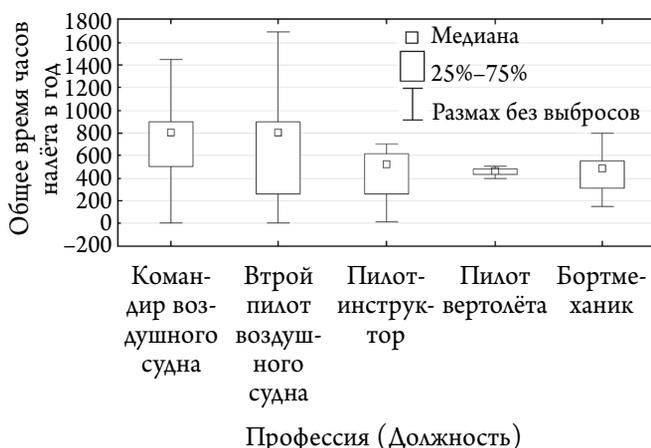


Рисунок. Диаграмма размаха показателя общего времени налёта за год у членов экипажей, распределённых по группам должностей, ч/год

Figure. Diagram of the range of the total flight time indicator for the year for crew members, distributed by job groups, h/year

тров, в том числе среди КВС — 40%, вторых пилотов ВС — 39,4%, пилотов-инструкторов — 100%, пилотов вертолётов — 60%, бортмехаников 8,3%. Доля респондентов, которые одновременно следят за 11–25 параметрами, составила 33,5%, в том числе среди КВС — 31,6%, вторых пилотов ВС — 36,0%, бортмехаников — 41,7%. Вместе с тем на вопрос о количестве объектов одновременного наблюдения при выполнении всего полётного задания (экраны систем пилотирования и навигации, датчики, переключатели, закабинное пространство) пилоты в подавляющем большинстве называли более 30 объектов. По данному показателю сенсорных нагрузок напряжённость труда соответствовала 3.2 классу.

В анкету были включены вопросы, отражающие уровень интеллектуальных нагрузок. Все без исключения КВС указали, что их деятельность требует решения сложных алгоритмов, единоличного руководства в сложных ситуациях, выполнение работы в условиях дефицита времени и информации с повышенной ответственностью за конечный результат. Из вторых пилотов 72% ответили таким же образом, за исключением вопроса о единоличном руководстве. Поэтому класс условий труда по выраженности интеллектуальных нагрузок, как минимум по двум показателям, отнесён к 3.2 классу.

На вопросы, отражающие уровень эмоциональных нагрузок, 98% опрошенных сообщили, что их профессия связана с рисками, которые могут нанести непоправимые последствия для здоровья самих пилотов. Также все сообщили, что ответственность за безопасность других лиц лежит именно на них. Все пилоты отнесли свою работу к высокому риску возможного наступления авиационного происшествия. Поэтому класс условий труда по выраженности эмоциональных нагрузок, как минимум по двум показателям, отнесён к 3.2 классу.

Анализ режима труда показал, что у 79% пилотов он имеет непостоянный характер — всегда осуществляется в режиме гибкого рабочего времени, имеет нерегулярный сменный характер с работой в ночное время, а общее рабочее время «вырабатывается» за счет суммирования разных периодов на протяжении недели/месяца/года. При этом длительность рабочей смены часто превышает 8 часов. По данному показателю напряжённость труда может быть оценена как 3.2 класс.

У 60,5% анкетированных среднее количество пересекаемых часовых поясов за полётную смену (12 часов) составляет от 2 до 4, а у 18% — более 4. При распределении респондентов по группам должностных обязанностей выявлено, что среди КВС доля со средним количеством пересекаемых часовых поясов «более 4» составляет 16,6%, вторых пилотов ВС — 20,3%, пилотов-инструкторов — 25%. В группах пилотов вертолётов и бортмехаников у 100% анкетированных зарегистрировано не более 2 пересекаемых часовых поясов за полётную смену.

При оценке факторов, влияющих на утомление пилотов, на вопросы, касающиеся отдыха и сна, 1,7% респондентов ответили, что «никогда» не успевают отдохнуть между полётами (в их числе КВС и вторые пилоты ВС), 44,6% — «редко», а 48,5% — напротив, «часто», 5,3% — «всегда» успевают отдохнуть. Среди КВС 50,3% отметили, что «редко» успевают отдохнуть между полётами, среди вторых пилотов ВС — 40,3%, пилотов-инструкторов — 50%, пилотов вертолётов — 20%, бортмехаников — 16,7%.

У 59,9% членов экипажей ВС сон в дневное время между полётными сменами может носить прерывистый характер и отличается сложностью засыпания. Полноценно высыпаться в этот период всего лишь 6,6% участников анкетирования. Доля респондентов с нарушением сна (прерывистым характером сна и плохим засыпанием) составила среди КВС — 62,5%, среди вторых пилотов ВС — 58,2%, пилотов-инструкторов — 50%, пилотов вертолётов — 60%, бортмехаников — 41,7%.

Только 14,1% респондентов всегда идут на ночную полётную смену после полноценного дневного сна, в том числе 13,4% КВС, 13,5% вторых пилотов ВС, 60% пилотов вертолётов, 33,3% бортмехаников. Пилоты-инструкторы, принимавшие участие в опросе, не всегда полноценно высыпаются перед ночной полётной сменой.

Среди участников анкетирования выявлены лица, которые предъявляли жалобы на качество сна разной степени выраженности. Сон у таких лиц имел характер длительного засыпания с частыми пробуждениями в течение ночи, после которых пилотам трудно вновь уснуть, присутствовало ощущение поверхностного, не восстанавливающего сна — проявление признаков бессонницы. Среди анкетированных, потенциально могут страдать бессонницей: «всегда» — 2,1%, «часто» — 28,5%, «редко» — 53,3%, при этом 16,1% респондентов «никогда» не испытывают проблем с качеством сна. В общей сложности доли респондентов, которые в той или иной степени могут страдать бессонницей, составляет: среди КВС — 90,3%, среди вторых пилотов ВС — 78,5%, пилотов-инструкторов — 100%, среди пилотов вертолёта — 80%, бортмехаников — 58,3%. Причём доля с признаками бессонницы «всегда» в 2,5 раза выше в группе вторых пилотов ВС, чем среди КВС (3,1% против 1,3% соответственно). Среди пилотов-инструкторов, пилотов вертолёта и бортмехаников, участвовавших в опросе, лица, страдающие бессонницей «всегда», не определились.

Важно отметить, что по мере накопления усталости, вследствие ограничения сна возможно снижение работоспособности. В итоге потребность во сне становится непреодолимой, и люди начинают непроизвольно впадать в сон.

При оценке факторов, влияющих на утомление, результаты анкетирования показали, что доля пилотов, которые в полёте непроизвольно могут впадать в сон, составляет от 74,3% до 82,9% респондентов — при самооценке и оценке коллег соответственно. Также обнаружено, что «никогда» не замечали в полёте возникновение самопроизвольного сна за собой 25,7% пилотов, а за коллегами — в 1,5 раза меньше — 17,1%. Наоборот, замечали «часто» за собой 19,2% пилотов, а за коллегами — 22,1%.

Доля пилотов, у которых «часто» проявляется замедленная реакция на нормальные, нестандартные или чрезвычайные раздражители и сигналы, составляет от 12,3% до 15,8% — при самооценке и оценке коллег соответственно. Доли членов экипажей ВС с редким возникновением замедленной реакции на сигналы при различных вариантах вопросов сопоставимы и составляют 68,5% и 67,6%, как при собственной оценке, так и при наблюдении за коллегой.

Ограничение отдыха, появление чувства усталости, снижение работоспособности и нарастание признаков утомления могут привести к увеличению количества ошибок деятельности пилотов. Косвенно, снижение работоспособности в анкете оценивали по вопросам,

Распределение ответов о количестве ошибок деятельности пилотов, %
Distribution of responses about the number of errors in the activity of pilots, %

Варианты ответов (количество раз)	Ошибки во время полёта у коллеги	Пропуск элемента, требуемого по технологии работы	Пропуск элемента, требуемого по технологии работы, коллегой	Некорректно отработанный элемент, требуемый по технологии работы	Коллега некорректно отработал элемент, требуемый по технологии работы	Игнорирование сигналов предупреждения	Игнорирование сигналов предупреждения коллегой
1–2	31,5	16,1	41,0	18,6	42,3	63,4	61,9
3–5	34,0	27,3	31,3	26,9	25,9	18,3	19,1
Более 6	31,4	52,1	24,1	49,1	25,8	18,3	18,9
в том числе:							
6–10	14,4	21,6	11,0	22,7	11,7	8,5	10,4
11–15	8,8	13,5	5,2	12,2	7,7	5,1	4,7
16–25	3,2	7,7	3,6	5,3	1,8	2,0	1,4
26–36	1,6	3,0	1,4	4,1	1,6	0,7	0,9
37–50	1,6	2,7	1,1	2,3	1,4	0,7	0,7
более 50	1,6	3,6	1,8	2,7	1,4	1,4	0,9

касающимся количества совершаемых ошибок во время полёта у самого опрашиваемого и у его коллеги. Оценивались: пропуск и некорректная отработка элемента, требуемого по РЛЭ, игнорирование сигналов предупреждения во время полёта как самих анкетировавшихся, так и их коллег.

Анализ результатов опроса пилотов показал, что общее количество ошибок деятельности во время полёта наиболее часто попадает в категории «1–2» и «3–5» раз за полёт. Доля таких ответов снижается по мере увеличения количества ошибок (табл. 3). Пропуск элемента, требуемого по технологии работы, или некорректную его отработку во время полёта в количестве от 6 и более раз пилоты чаще замечают у себя, чем у коллег. Удельный вес таких ответов составляет: 52,1 против 24,1% (соотношение 2,2 раза) и 49,1 против 25,8% (соотношение 1,9 раза) соответственно. Вместе с тем доли ответов по игнорированию сигналов предупреждения сопоставимы как при самооценке (18,3%), так и наблюдении за коллегами (18,9%).

При изучении результатов анкетирования по группам должностей у членов экипажей установлено, что положительные ответы о совершенных ошибках деятельности, пропусках элементов, некорректной их отработке и игнорировании сигналов предупреждения в количестве более 6 раз отмечаются в основном в группах командиров и вторых пилотов ВС. Среди пилотов-инструкторов и пилотов вертолёта ответы об ошибках деятельности в количестве более 6 раз не зафиксированы.

Результаты анкетирования показали, что пилоты достаточно объективно отвечали на поставленные вопросы: не было отмечено ответов, которые говорили бы о явном завышении показателей напряжённости труда и утомления; ответы на дублирующие вопросы были одинаковыми; ответы по самооценке состояния и оценке объективного состояния коллеги были схожими и значительно не отличались, что также подтверждает отсутствие предвзятости в ответах на вопросы.

Результаты анализа проведённого опроса согласуются с исследованиями, в которых у пилотов была выявлена высокая распространённость жалоб на качество сна,

сонливость и утомляемость, причём и у тех, кто летает на большие расстояния, и у тех, кто — на короткие/средние дистанции [17, 18, 19]. В частности, в исследовании [17] распространённость жалоб на сон составила 34,9%, дневную сонливость — 59,3%, утомляемость — 90,6%. Значения распространённости общего и умственного утомления у пилотов зарубежных авиалиний составили: 89,3% у летающих на дальние расстояния, 94,1% — на короткие / средние [18]. 75% пилотов коммерческих авиакомпаний, выполняющих рейсы на короткие расстояния, сообщили о сильном утомлении, причём 81% отметили, что утомление стало выше, чем 2 года назад [19].

Таким образом, полученные данные анкетного опроса подтверждают результаты психофизиологических исследований, показавших, что уровень напряжённости труда пилотов является «сверхинтенсивным или экстремальным» [4]. Среди основных факторов, влияющих на утомление пилотов, можно выделить увеличенную продолжительность рабочего времени (общее время налёта за год), сокращение времени отдыха между полётами, нерегулярный режим сна, многократную смену часовых поясов, а также высокий уровень сенсорных и эмоциональных нагрузок.

Заключение. По результатам проведённого исследования установлено, что пилоты при ответе на вопросы об уровнях напряжённости труда оценивают свой труд как высоконапряжённую операторскую деятельность. Наиболее значимыми для них являются сенсорные и эмоциональные нагрузки, 7 показателей из которых соответствуют классу 3.2 (содержание и характер работы, длительность сосредоточенного наблюдения (% времени смены), плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в среднем за 1 час работы, число производственных объектов одновременного наблюдения, высокая степень риска для собственной жизни и ответственности за безопасность других лиц), а также нерегулярный режим работы (нерегулярная сменность с работой в ночное время). По совокупности этих 7 показателей общий класс по напряжённости труда согласно результатам опроса может быть оценён как класс 3.3.

Установлено, что 70,7% респондентов в полёте сосредоточенно следят за приборами более 75% времени, 29,9% участников анкетирования получают за 1 час полёта в среднем более 300 сигналов (световых, звуковых) и сообщений; 18,9% — это пилоты, которым приходится наблюдать одновременно за более, чем 25 параметрами полёта; у 18% членов экипажей при 18 часовой рабочей смене отмечается пересечение часовых поясов в среднем более 4 раз.

При оценке факторов, влияющих на утомление пилотов, выявлено, что более 44% респондентов редко успевают отдохнуть между полётами; у 59,9% членов экипажей ВС сон между полётными сменами носит прерывистый характер, и только 14,1% респондентов всегда идут на ночную полётную смену после полноценного дневного сна. Среди всех анкетированных доля пилотов, которые замечали за собой возникновение внезапного сна во время полёта, составляет 74,3%, за коллегами — 82,9%, а частую замедленную реакцию на нормальные, нестандартные или чрезвычайные

раздражители и сигналы — за собой замечают 12,3%, за коллегами — 15,8%.

Члены экипажей ВС ГА во время полёта наиболее часто допускают от 1 до 5 ошибок. Ответы о совершенных ошибках деятельности в количестве более 6 раз отмечаются в основном в группах командиров и вторых пилотов ВС. Более 6 ошибок чаще замечают у себя, чем у коллег. Среди пилотов-инструкторов и пилотов вертолётки ответы об ошибках деятельности в количестве более 6 раз не зарегистрированы.

Проведённое анкетирование позволяет увидеть реальную ситуацию с напряжённостью труда пилотов и наличие факторов, способствующих развитию утомления. Полученные результаты исследования показывают необходимость внедрения уполномоченными органами, осуществляющими государственное регулирование деятельности в области гражданской авиации, и эксплуатантами ВС более эффективной системы управления рисками, связанными с утомлением.

Список литературы

1. Бодров В.А. *Профессиональное утомление: фундаментальные и прикладные проблемы*. М.: Институт психологии РАН; 2009.
2. Сериков В.В., Юшкова О.И., Богданова В.Е., Зибарев Е.В., Форверц А.Ю. Оценка функционального состояния организма летчиков во время смоделированного полёта на тренажёре. *Вестник Тверского государственного университета. Серия: биология и экология*. 2020. (1(57)): 17–30.
3. Измеров Н.Ф., Сквирская Г.П. Условия труда как фактор риска развития заболеваний и смертности от сердечно-сосудистой патологии. *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук*. 2005; (2 (40)): 14–20.
4. Измеров Н.Ф., Матюхин В.В., Тарасова Л.А. Обоснование Интегрального показателя для определения категорий напряженности труда. *Медицина труда и пром. экология*. 1997; (5): 1–7.
5. Матюхин И.В., Юшкова О.И., Порошенко А.С. Вероятность развития профессионально обусловленной патологии в зависимости от уровня напряженности труда. В сб.: *Профессиональный риск для здоровья работников (Руководство)*. Под ред. Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова. М.: Тривант; 2003: 207–212.
6. Дос 9966. *Руководство для регламентирующих органов: системы управления рисками, связанными с утомляемостью (СУРУ – FRMS)*. Первое издание 2012 года на русском языке. ИКАО; 2013. Available at: <https://www.icao.int/safety/fatiguemanagement/FRMS%20Tools/Doc%209966.FRMS.2011%20Edition.ru.pdf>
7. Дос 9966. *Руководство по надзору за использованием механизмов контроля утомления (СУРУ – FRMS) (название первого издания: Руководство для регламентирующих органов: системы управления рисками, связанными с утомляемостью)*. Второе издание 2016 года на русском языке. ИКАО; 2017. Available at: https://www.icao.int/safety/fatiguemanagement/FRMS%20Tools/9966_cons_ru.pdf
8. Гузий А.Г., Лушкин А.М., Мишин А.В. Утомление как неблагоприятное функциональное состояние летчика. В сб.: *Безопасность жизнедеятельности: наука, образование, практика*. Южно-Сахалинск; 2016: 210–14
9. Caldwell J.A., John A. Fatigue in the aviation environment: an overview of the causes and effects as well as recommended countermeasures. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 1997; 68(10): 932–38.
10. Petrilli R.M., Roach G.D., Dawson D., Lamond N. The sleep, subjective fatigue, and sustained attention of commercial airline pilots during an international pattern. *Chronobiol. Int.* 2006; 23(6): 1357–62. <https://doi.org/10.1080/07420520601085925>
11. Бухтияров И.В., Каилина С.А., Меркулова А.Г. Оценка напряженности труда летного состава гражданской авиации в рамках специальной оценки условий труда. *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2017. Т. 51. № 6. С. 49–52. <https://doi.org/10.21687/0233-528X-2017-51-6-49-52>
12. *Руководство Р 2.2.20006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда*. М.; 2005. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200040973> (Дата обращения: 01.12.2020).
13. Методика проведения специальной оценки условий труда (с изменениями на 27.04.2020). *Утверждена приказом Минтруда России от 24 января 2014 года № 33н «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению»* (зарегистрирована Минюстом России 21 марта 2014 года № 31689). Available at: <http://docs.cntd.ru/document/499072756> (Дата обращения: 01.12.2020)
14. Zaslona J.L., O’Keeffe K.M., Signal T.L., Gander Ph.H. Shared responsibility for managing fatigue: Hearing the pilots. *PLoS One*. 2018; 13(5): e0195530. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195530>
15. ГОСТ 24867-81 *Руководство по летной эксплуатации самолетов (вертолетов) гражданской авиации. Общие требования к содержанию, построению, изложению и оформлению (с Изменениями № 1, 2)*. Дата введения: 1982-07-01. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/gost-24867-81>
16. Гржибовский А.М. Анализ номинальных данных (независимые наблюдения). *Экология человека*. 2008; (6): 58–68.
17. Reis C., Mestre C., Canhão H., Gradwell D., Paiva T. Sleep complaints and fatigue of airline pilots. *Sleep Science*. 2016; 9(2): 73–77. <https://doi.org/10.1016/j.slsci.2016.05.003>
18. Reis C., Mestre C., Canhão H. Prevalence of fatigue in a group of airline pilots. *Aviat. Space Environ. Med.* 2013; (84): 828–833. <https://doi.org/10.3357/ase.3548.2013>
19. Jackson C.A., Earl L. Prevalence of fatigue among commercial pilots. *Occup. Med.* 2006; 56: 263–8. <https://doi.org/10.1093/occmed/kql021>

References

1. Bodrov V.A. *Professional fatigue: fundamental and applied problems*. Moscow: Institute of Psychology of Russian Academy of Sciences; 2009.
2. Serikov V.V., Yushkova O.I., Bogdanova V.E., Zibarev E.V., Forwerts A.Yu. Assessment of the functional state of the pilot organism during the simulated flight on the simulator. *Herald of Tver state university. Series: biology and ecology*. 2020. (1(57)): 17–30. <https://doi.org/10.26456/vtbio127> (in Russian).
3. Izmerov N.F., Skvirskaja G.P. Working conditions as a risk factor for the development of diseases and mortality from cardiovascular pathology. *Bjulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo centra Sibirskogo otdelenija Rossijskoj akademii medicinskih nauk*. 2005; (2 (40)): 14–20.
4. Izmerov N.F., Matyukhin V.V., Tarasova L.A. Substantiation of the integral indicator for determining the categories of work intensity. *Med. truda i prom. ekol.* 1997; (5): 1–7. (in Russian)
5. Matyukhin I.V., Yushkova O.I., Poroshenko A.S. The probability of professionally determined pathology developing, depending on the level of work intensity. In: *Occupational risk for workers' health (Handbook)*. N.F. Izmerov and E.I. Denisov ed. Moscow: Trovant Pub.; 2003: 207–212. (in Russian)
6. Doc 9966. Fatigue Risk Management Systems – Manual for Regulators. First edition. ICAO; 2012. Available at: <https://www.icao.int/safety/fatiguemanagement/frms%20tools/doc%209966.frms.2011%20edition.en.pdf>
7. Doc 9966. *Manual for the Oversight of Fatigue Management Approaches (Title in First Edition, Fatigue Risk Management Systems — Manual for Regulators)*. Second edition, 2016. ICAO; 2016. Available at: <https://www.icao.int/safety/fatiguemanagement/FRMS%20Tools/Doc%209966.FRMS.2016%20Edition.en.pdf>
8. Guziy A.G., Lushkin A.M., Mishin A.V. Fatigue as an unfavorable functional state of the pilot. In: *Life safety: science, education, practice*. Yuzhno-Sakhalinsk; 2016: 210–14 (in Russian)
9. Caldwell J.A., John A. Fatigue in the aviation environment: an overview of the causes and effects as well as recommended countermeasures. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 1997; 68(10): 932–38.
10. Petrilli R.M., Roach G.D., Dawson D., Lamond N. The sleep, subjective fatigue, and sustained attention of commercial airline pilots during an international pattern. *Chronobiol. Int.* 2006; 23(6): 1357–62. <https://doi.org/10.1080/07420520601085925>
11. Bukhtiyarov I.V., Kalinina S.A., Merkulova A.G. Assessment of civil flying personnel labor intensity within a special working conditions assessment. *Aerospace and Environmental Medicine. Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina*. 2017; 51 (6): 49–52. <https://doi.org/10.21687/0233-528X-2017-51-6-49-52> (in Russian).
12. Guide R 2.2.20006-05. *Guide on hygienic assessment of factors of working environment and workload. Criteria and classification of working conditions*. Moscow, 2005. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200040973> (in Russian)
13. Methodology for conducting a special assessment of working conditions. *Approved by Order of Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation No. 33n dated 01.24.14 "On approval of the Methodology for the special assessment of working conditions, the Classifier of harmful and (or) hazardous production factors, the form of the report on the special assessment of working conditions and instructions for filling it out"*. <http://docs.cntd.ru/document/499072756> (in Russian).
14. Zaslona J.L., O'Keeffe K.M., Signal T.L., Gander Ph.H. Shared responsibility for managing fatigue: Hearing the pilots. *PLoS One*. 2018; 13(5): e0195530. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195530>
15. GOST 24867-81. *Rukovodstvo po letnoy ekspluatatsii samoletov (vertoletov) grazhdanskoy aviatsii. Obshchie trebovaniya k sodержaniyu, postroeniyu, izlozheniyu i oformleniyu (s Izmeneniyami No. 1, 2)*. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/gost-24867-81> (in Russian).
16. Grzhibovskiy A.M. Analysis of nominal data (independent observations). *Ekologiya cheloveka*. 2008; (6): 58–68. (in Russian).
17. Reis C., Mestre C., Canhão H., Gradwell D., Paiva T. Sleep complaints and fatigue of airline pilots. *Sleep Science*. 2016; 9 (2): 73–77. <https://doi.org/10.1016/j.slsci.2016.05.003>
18. Reis C., Mestre C., Canhão H. Prevalence of fatigue in a group of airline pilots. *Aviat. Space Environ. Med.* 2013; (84): 828–833. <https://doi.org/10.3357/asem.3548.2013>
19. Jackson C.A., Earl L. Prevalence of fatigue among commercial pilots. *Occup. Med.* 2006; 56: 263–8. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqj021>