

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-7-435-442>

УДК 613.693

© Коллектив авторов, 2020

Зибарев Е.В.¹, Бухтияров И.В.^{1,2}, Сериков В.В.¹, Калинина С.А.¹, Меркулова А.Г.^{1,2}**Оценка сенсорных нагрузок у пилотов воздушных судов гражданской авиации**¹ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», Буденного пр-т, 31, Москва, Россия, 105275;²ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России, Трубецкая ул., 8–2, Москва, Россия, 119991

Введение. Выполнение полетов на современных типах воздушных судов сопровождается увеличением роли автоматизации процессов, изменением структуры информационного поля пилота, увеличением количества контролируемых показателей на протяжении всего полетного времени и, как следствие, ростом сенсорных нагрузок, способствующих развитию хронического истощения функциональных резервов организма и утомления пилота, которые могут стать причиной возникновения авиационных происшествий и авиакатастроф.

Цель исследования — оценка сенсорных нагрузок у членов летных экипажей воздушных судов гражданской авиации при выполнении ими штатных операционных процедур в условиях Тренажерного центра на полнофункциональных комплексных тренажерах для подготовки и тренировки курсантского, летного, диспетчерского и технического состава гражданской авиации.

Материалы и методы. Проведено гигиеническое исследование по оценке сенсорных нагрузок у пилотов в рамках выполнения симуляционных полетов на полнофункциональных комплексных тренажерах в четком пошаговом соответствии с Руководством по летной эксплуатации воздушного судна (выполнено 33 полета с участием 66 пилотов в возрасте 30–55 лет).

Результаты. Полученные данные свидетельствуют о высоких уровнях сенсорных нагрузок у пилотов, которые в 9,5 раза превышают максимальные значения, установленные Руководством Р 2.2.2006–05 и МИ НТП. ИНТ–17.01–2018. По 4-м из 6 оцениваемых показателей сенсорные нагрузки соответствовали классу 3.2.

Выводы. Общая оценка класса напряженности труда у членов летных экипажей воздушных судов гражданской авиации по совокупности сенсорных нагрузок соответствует вредному напряженному труду 3 степени (4 показателя сенсорных нагрузок с классом 3.2). Результаты исследования являются основанием для утверждения новых гигиенических критериев установления класса условий труда по отдельным показателям сенсорных нагрузок у членов летных экипажей ВС ГА с дополнением их классом 3.3. Реальная оценка напряженности труда пилотов должна быть получена только на основании хронометражных измерений, выполненных в рамках пошагового анализа Руководства по летной эксплуатации воздушного судна.

Ключевые слова: напряженность труда; сенсорные нагрузки; пилот

Для цитирования: Зибарев Е.В., Бухтияров И.В., Сериков В.В., Калинина С.А., Меркулова А.Г. Оценка сенсорных нагрузок у пилотов воздушных судов гражданской авиации. *Мед. труда и пром. экол.* 2020; 60(7). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-7-435-442>

Для корреспонденции: Зибарев Евгений Владимирович, зам. дир. по научной работе ФГБНУ «НИИ МТ», канд. мед. наук, доц. E-mail: zibarevevgeny@gmail.com.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 02.05.2020 / Дата принятия к печати: 02.06.2020 / Дата публикации: 22.07.2020

Evgeniy V. Zibarev¹, Igor V. Bukhtiyarov^{1,2}, Vasily V. Serikov¹, Svetlana A. Kalinina¹, Anastasiya G. Merkulova^{1,2}**Assessment of sensory loads in civil aviation pilots**¹Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budennogo Ave., Moscow, Russia, 105275,²I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, 8–2, Trubetskaya str., Moscow, Russia, 119991

Introduction. Performing flights on modern types of aircraft is accompanied by an increase in the role of process automation, changes in the structure of the pilot's information field, an increase in the number of controlled indicators throughout the flight time and, as a result, an increase in sensory loads that contribute to the development of chronic depletion of functional reserves of the body and fatigue of the pilot, which can cause accidents and plane crashes.

The aim of the study is to assess the sensory loads of members of flight crews of civil aviation aircraft when they perform regular operating procedures in a Training center on fully functional complex simulators for training cadets, flight, dispatcher and technical personnel of civil aviation.

Materials and methods. A hygienic study was conducted to assess the sensory loads of pilots in the framework of performing simulation flights on full-featured complex simulators in strict step-by-step accordance with the manual for flight operation of the aircraft (33 flights were performed with the participation of 66 pilots aged 30–55 years).

Results. The data obtained indicate high levels of sensory loads in pilots, which are 9.5 times higher than the maximum values set by the Management of R 2.2.2006–05 and MI NTP. INT–17.01–2018. For 4 of the 6 evaluated indicators, sensory loads corresponded to class 3.2.

Conclusions. The general assessment of the labor intensity class for members of flight crews of civil aviation aircraft on the set of sensory loads corresponds to harmful strenuous work of the 3rd degree (4 indicators of sensory loads with class 3.2). The results of

the study are the basis for the approval of new hygienic criteria for establishing a class of working conditions for certain indicators of sensory loads for members of flight crews of the aircraft of the civil aviation (CA) with the addition of their class 3.3. A real assessment of the pilot's labor intensity should be obtained only on the basis of time-based measurements performed as part of a step-by-step analysis of the aircraft's flight operation manual.

Key words: intensity of work; the touch load; pilot

For citation: Zibarev E.V., Bukhtiyarov I.V., Serikov V.V., Kalinina S.A., Merkulova A.G. Assessment of sensory loads in civil aviation pilots. *Med. truda i prom. ekol.* 2020; 60(7). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-7-435-442>

For correspondence: Evgeniy V. Zibarev, Deputy Director of scientific work of Izmerov Research Institute of Occupational Health, Cand. of Sci. (Med.), Assoc. E-mail: zibarevevgeny@gmail.com.

ORCID: Zibarev E.V. 0000-0002-5983-3547, Bukhtiyarov I.V. 0000-0002-8317-2718, Serikov V.V. 0000-0001-7523-4686, Kalinina S.A. 0000-0002-4603-8034, Merkulova A.G. 0000-0002-0180-5754

Funding. The study had no funding.

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

Received: 02.05.2020 / *Accepted:* 02.06.2020 / *Published:* 22.07.2020

Введение. Летная деятельность пилотов отличается высокими эмоциональными и сенсорными (зрительными и слуховыми) нагрузками, связанными с выполнением действий по контролю большого количества параметров полета, считываемых с приборной панели управления воздушным судном, повышенной ответственностью за жизнь и здоровье пассажиров, нерегулярной сменностью работы и различной продолжительностью полетной смены, которая может достигать 10 часов и более, что в итоге повышает вероятность хронического истощения функциональных резервов организма и способствует изменению психоэмоционального состояния и развитию утомления [1], а также нарушению пространственной ориентации пилота, увеличению количества ошибок и может стать причиной возникновения авиационных происшествий и авиакатастроф.

Напряженный труд пилотов воздушных судов гражданской авиации (ВС ГА) увеличивает вероятность возникновения ошибок при пилотировании [2], особым образом влияет на эмоциональную сторону поведения и способствует развитию стресса в сложных нестандартных ситуациях. Преодоление стресса у пилотов связано с понятием совладающего поведения — такого поведения, которое позволяет пилоту справиться с трудной ситуацией, используя способы адекватные личностным особенностям. Однако с увеличением летного стажа у пилотов происходят изменения предпочитаемых стратегий совладающего поведения. Поэтому, параллельно с высокими уровнями сенсорных нагрузок, отмечается выраженная тенденция к нарастанию частоты использования неадаптивных стратегий [3], которые могут привести к ошибкам при пилотировании, и, следовательно, стать причиной авиационных происшествий и авиакатастроф.

Высокие психоэмоциональные нагрузки в полете, в сочетании с особенностями профессионального поведения пилотов, заключающимися в стремлении к совершенству в профессиональной деятельности, активном участии в решении проблем на работе, приводят к низкому уровню внутреннего спокойствия и общей удовлетворенностью своей жизни [4]. Это усиливает вероятность развития стресса на работе, и, как следствие, приводит к эмоциональному истощению.

Анализ ошибочных действий членов летных экипажей при пилотировании ВС показал, что число отклонений при выполнении полетного задания в ночное время в 4 раза превышает число отклонений в полетах, выполняемых в дневное время, — 20 и 5% соответственно. При выполнении полетов в ночное время отмечается увеличение времени реакции на световой раздражитель в среднем не менее чем на 25% по сравнению с временем перед полетом, снижение максимальной мышечной силы на 8% и электро-

проводности кожи в биологически активных точках на 25–44%. [5]

Исследования показали, что истощение функциональных резервов организма и работоспособности у пилотов напрямую зависит от длительности полета и достигает снижения на 40% при пересечении более трех часовых поясов. Полное восстановление физиологических изменений у здоровых пилотов наступает через 66 часов после выполнения полета, в то время как у лиц с хроническими заболеваниями это время увеличивается в 1,5 раза. Снижение уровня функциональных резервов тесно связано с ухудшением (до 50%) эффективности летной деятельности и безопасности полетов [5].

Длительное воздействие комплекса вредных факторов на рабочем месте оказывает неблагоприятное влияние на состояние здоровья пилотов и является одной из главных причин дисквалификации летного состава по состоянию здоровья, вследствие увеличения количества и тяжести течения хронических заболеваний. Так, анализ распространенности хронической патологии среди населения к 50-ти годам увеличивается почти в 5 раз по сравнению с возрастной группой 20–29 лет, в то время как среди летного состава — почти в 37 раз [6].

Основываясь на результатах расследования случаев авиационных происшествий и оценки подготовки летного персонала необходимо внедрение системы управления рисками, связанными с утомлением, что позволит в полной мере поддерживать высокий уровень работоспособности пилотов и обеспечить безопасность полетов в гражданской авиации [7]. Таким образом, одним из главных факторов трудового процесса, действительно влияющим на уровень утомления и работоспособность, и, соответственно, на безопасность полетов, является напряженность труда [8–10].

Из 5 групп показателей напряженности труда сенсорные нагрузки наиболее объективно определяют общий уровень напряженности труда пилотов, а их применение на практике дает возможность установить реальные количественные уровни напряженности труда. Однако профессиографический анализ трудовой деятельности пилота показал, что существует большая трудоемкость и сложность зафиксировать в условиях реального полета все действия пилота на рабочем месте, что делает крайне трудным проведение объективной оценки сенсорных нагрузок. Методика, изложенная в Р 2.2.2006–05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» (Р. 2.2.2006–05), МИ НТП. ИНТ–17.01–2018 «Методика измерений показателей напряженности трудового процесса для целей специальной оценки условий труда» (МИ НТП. ИНТ–17.01–2018) не конкретизирует для данной катего-

рии работников перечень и характер оцениваемых трудовых операций, алгоритм подсчета количества и продолжительности их выполнения, их учет в течение полетной/рабочей смены, а также общий порядок оценки сенсорных нагрузок при условии выполнения реального полета или в условиях тренажерного центра.

Существующие методики не описывают четкую последовательность действий эксперта/специалиста/санитарного врача при проведении и оценке сенсорных нагрузок, не учитывают специфические особенности трудового процесса пилотов, а количественные критерии сенсорных нагрузок не отражают реальных уровней, которым могут подвергаться пилоты, что подтверждает сложность использования этих методик для объективной оценки условий труда.

Требуется адаптация существующей методики оценки сенсорных нагрузок, которая должна включать хронометражные исследования на основании пошагового анализа трудовых операций в строгом соответствии с Руководством по летной эксплуатации (РЛЭ) конкретного типа воздушного судна и предусмотреть разработку новых критериев оценки в будущем.

Цель исследования — оценка сенсорных нагрузок у членов летных экипажей воздушных судов гражданской авиации при выполнении ими штатных операционных процедур в условиях Тренажерного центра на полнофункциональных комплексных тренажерах для подготовки и тренировки курсантского, летного, диспетчерского и технического состава гражданской авиации.

Материалы и методы. В качестве основного метода исследования был применен модифицированный метод оценки сенсорных нагрузок из Р 2.2.2006–05 и МИ НТП. ИНТ–17.01–2018 с привязкой к РЛЭ конкретного воздушного судна. Исследования проводились на комплексных тренажерах наиболее часто эксплуатируемых типов воздушных судов российскими авиакомпаниями (по состоянию на 2019 г.).

Хронометражные измерения проводились в течение 33 симуляционных полетов с участием 66 пилотов в возрасте 30–55 лет. Критерии включения пилотов в исследование: допуск к эксплуатации воздушного судна типа Boeing 737–800 и Airbus A320; здоровые пилоты с действующим заключением ВЛЭК, отсутствие факта употребления лекарственных препаратов, в том числе, наркотических средств и психотропных веществ; отсутствие работы в ночную смену перед началом исследования; наличие отдыха не менее 10 часов до начала проведения исследования. Выполнение полетного задания проводилось по маршруту «Москва–Санкт-Петербург–Москва» с симуляцией особых 1–2 ситуации на тренажере: болтанка, грозовая активность в ночном полете, туман на посадке, возврат на аэродром после отказа, полет и посадка при BKN (5–7) октантов, расхождение показателей скорости, срабатывание TCAS, уход на второй круг без директоров, повышение температуры, у диспетчера отказ локатора.

Перед началом проведения исследований все трудовые операции, исходя из РЛЭ, были разделены на 6 групп в зависимости от вида сенсорных нагрузок [11] и сгруппированы для каждого отрезка трудового процесса пилота (предполетная подготовка, подготовка кабины воздушного судна, запуск двигателей, руление, взлет, набора высоты, горизонтальный полет, снижение, заход на посадку, посадка, руления после посадки, послеполетных работ). Оценивались следующие показатели сенсорных нагрузок: длительность сосредоточенного наблюдения (% времени смены); плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в

среднем за 1 час работы; число производственных объектов одновременного наблюдения; наблюдение за экранами мониторов (часов в смену), нагрузка на слуховой анализатор, нагрузка на голосовой аппарат.

Хронометражные исследования проводились с помощью секундомера путем учета каждой операции у летных экипажей ВС в динамике всей полетной и рабочей смены. Анализ всех трудовых операций пилотов показал, что в 76% случаев они представляют собой простую (длительностью 0,36 мс), а в 24% — сложную (длительностью 0,6 мс) сенсомоторную реакцию.

К простой сенсомоторной реакции были отнесены трудовые операции пилота, которые характеризовались одним, заранее строго обусловленным способом ответа на стандартный, также заранее обусловленный сигнал. Например, переключение единственного тумблера или единственной кнопки в ответ на какой-либо сигнал, т. е. ответное элементарное движение на внезапно появляющейся, но заранее известный сигнал. К сложной сенсомоторной реакции были отнесены трудовые операции пилота, которые представляли собой реакцию выбора и содержали когнитивную оценку необходимого двигательного ответа, а также выбор строго определенного из нескольких возможных двигательных ответов (например, внесение изменений в параметры полета в зависимости от изменяющихся показаний приборов на панели управления воздушного судна). При этом фиксировалась кратность и длительность выполнения каждой операции на специально подготовленном бланке регистрации. Такая схема проведения исследования позволила с высокой степенью объективности зафиксировать всю сенсорную нагрузку у пилотов. Информация была внесена в отчетную таблицу и содержала следующие данные: код операции в соответствии с РЛЭ, описание действий членов экипажа, длительность выполнения операции (сек.), кратность выполнения операции (ч), суммарное время выполнения операции (сек.), наименование показателя сенсорной нагрузки, класс напряженности труда по показателю сенсорной нагрузки (оценивался суммарно).

Кроме экспериментальных исследований был проведен ретроспективный анализ физиологических реакций организма в 38 профессиональных группах для установления корреляционных связей между классом условий труда и уровнями физиологических реакций организма. Данный метод исследований позволил установить количественные критерии каждого показателя сенсорных нагрузок в зависимости от физиологических реакций организма. Для анализа были взяты профессии нервно-эмоционального умственного труда типа «человек — техника» и «человек — человек» в процессе выполнения работниками основных трудовых операций в течение рабочей смены.

Результаты. На основании анализа стандартных этапов полета у членов летных экипажей воздушных судов (предполетная подготовка, запуск двигателей, руление, взлет, набор высоты, горизонтальный полет, снижение заход на посадку, посадка, руление после посадки, послеполетные работы) было рассчитано среднее время полетного задания и полетной смены. В качестве полетных заданий выполнялись рейсы: «Москва–Санкт-Петербург» и «Санкт-Петербург–Москва». При этом средняя продолжительность одной полетной смены при выполнении 2-х рейсов составила 390 ± 21 минут. Полетное время одного рейса составило 105 ± 5 минут, суммарно 2-х рейсов — 210 ± 7 минут.

Анализ сенсорных нагрузок у пилотов показал, что длительность сосредоточенного наблюдения составила в среднем от 90% времени смены/полетной смены.

Таблица 1 / Table 1

Уровни сенсорных нагрузок у пилотов ВС ГА
Sensory load levels for Civil Aviation pilots

Показатель напряженности трудового процесса	Этап полета, мин											
	Предполетная подготовка, 20 мин	Подготовка кабины ВС, 30 мин	Буксировка и запуск двигателей, 8 мин	Руление, 10 мин	Взлет, 5 мин	Набор высоты, 15 мин	Горизонтальный полет, 90 мин	Подготовка к снижению, 10 мин	Снижение, 20 мин	Заход на посадку и посадка, 5 мин	Руление после посадки и выключение двигателей, 5 мин	Послеполетные работы, 15 мин
Длительность сосредоточенного наблюдения (% полетного времени)	80±1,2	80±1,8	90±2,2	99±0,8	99±1,1	99±1,4	90±1,9	90±2,3	99±1,1	99±1,5	90±1,9	85±0,9
Плотность сигналов (световых, звуковых) в среднем за 1 ч работы*	681/ 2043	2561/ 5122	833/ 6247	450/ 2700	1534/ 18408	325/ 1300	2171/ 1450	521/ 3126	1116/3348	499/5988	310/3612	319/1276
Число объектов одновременного наблюдения	20	36	25	17	40	30	20	56	56	30	15	50
Наблюдение за экранами, час.												
при буквенно-цифровом типе отображения информации:	4,5±0,2 часа											
при графическом типе отображения информации:	2,5±0,2 часа											
Нагрузка на слуховой анализатор (при необходимости восприятия речи или сигналов)	85±2	81±2	80±2	80±3	79±3	80±2	80±1	82±3	89±2	88±1	80±1	80±1
Нагрузка на голосовой аппарат (часов за 1 нед.)	9,5±0,2											

Примечание: * — плотность сигналов за этап / плотность сигналов в пересчете на 1 час работы
Note: * — signal density per stage / signal density in terms of 1 hour of operation

Таблица 2 / Table 2

Классы условий труда по видам сенсорных нагрузок
Classes of working conditions by type of sensory load

Показатель	Класс условий труда				Фактическое значение
	1	2	3.1	3.2	
Длительность сосредоточенного наблюдения, %	до 25	26–50	51–75	более 75	90%–3.2
Плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в среднем за 1 час работы	до 75	76–175	176–300	более 300	2262–3.2
Число производственных объектов одновременного наблюдения, единиц	до 5	6–10	11–25	более 25	от 36–3.2
Размер объекта различения (при расстоянии от глаз работающего до объекта различения не более 0,5 м) в мм при длительности сосредоточенного наблюдения (% времени смены)	более 5 мм — 100%	5–1,1 мм $\geq$ 50%; 1–0,3 мм до 50%; $\leq$ 0,3 мм до 25%	1–0,3 мм $\geq$ 50%; $\leq$ 0,3 мм — 26–50%	менее 0,3 мм — более 50%	не характерно
Работа с оптическими приборами (микроскопы, лупы и т. п.) при длительности сосредоточенного наблюдения (% времени смены)	до 25	26–50	51–75	более 75	не характерно
Наблюдение за экранами видеотерминалов (часов):					
при буквенно-цифровом типе отображения информации:	до 2	до 3	до 4	более 4	до 4,5–3.2
при графическом типе отображения информации:	до 3	до 5	до 6	более 6	до 3,5–2
Нагрузка на слуховой анализатор, %					
	Разборчивость слов и сигналов от 100 до 90%. Помехи отсутствуют	Разборчивость слов и сигналов от 90 до 70%. Имеются помехи, на фоне которых речь слышна на расстоянии до 3,5 м	Разборчивость слов и сигналов от 70 до 50%. Имеются помехи, на фоне которых речь слышна на расстоянии до 2 м	Разборчивость слов и сигналов менее 50%. Имеются помехи, на фоне которых речь слышна на расстоянии до 1,5 м	Общее время нагрузки на слуховой анализатор 80%, разборчивость до 70% — 2
Нагрузка на голосовой аппарат (часов в неделю)	до 16	до 20	до 25	более 25	до 16–1

Таблица 3 / Table 3

Зависимость между сенсорными нагрузками и уровнями физиологических реакций организма в различных классах условий труда
Dependence between sensory loads and levels of physiological reactions of an organism in various classes of working conditions

Показатель сенсорных нагрузок	Физиологический показатель	Аппроксимация (R^2)	Полномасштабная кривая
Длительность сосредоточенного наблюдения	Снижение концентрации внимания	$R^2=0,834$	рис. а
Плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в среднем за 1 час работы	Увеличение латентного периода простой зрительно-моторной реакции	$R^2=0,858$	рис. б
Число производственных объектов одновременного наблюдения	Уменьшение объема кратковременной памяти	$R^2=0,820$	рис. в
Длительность нагрузки на слуховой анализатор	Увеличение латентного периода простой слухо-моторной реакции	$R^2=0,826$	рис. г
Наблюдение за экранами видеотерминалов (часов за смену)	Увеличение критической частоты слияний световых мельканий	$R^2=0,908$	рис. а

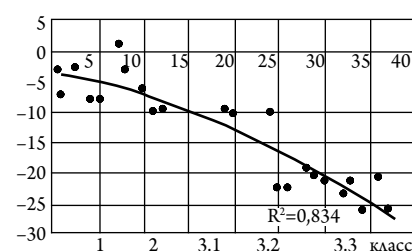
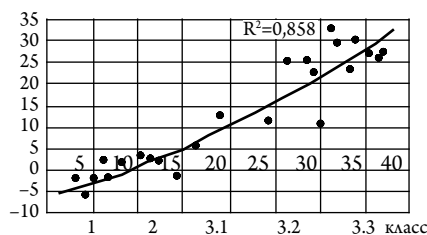
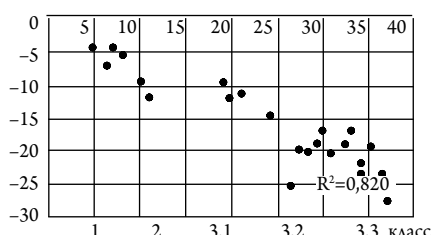
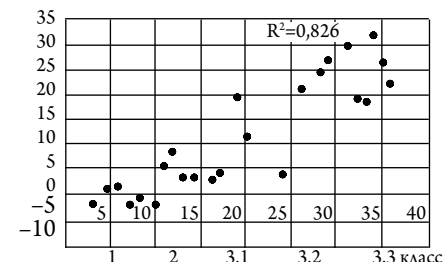
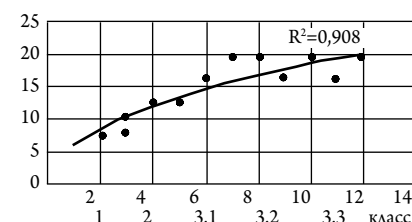
Рис. а
Fig. aРис. б
Fig. bРис. в
Fig. cРис. г
Fig. dРис. д
Fig. e

Таблица 4 / Table 4

Критерии установления класса условий труда членов летных экипажей ВС ГА по показателям сенсорных нагрузок
Criteria for establishing the class of working conditions for members of flight crews of Civil Aviation pilots the according to indicators of sensory loads

Показатель сенсорных нагрузок	Показатели напряженности труда				
	1 класс	2 класс	3.1 класс	3.2 класс	3.3 класс
Длительность сосредоточенного наблюдения (в процентах от полетного времени)	до 25	26–50	51–75	76–85	<85
Плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в среднем за 1 час работы в течение полетного времени, единиц	до 75	76–175	176–300	301–450	<450
Число производственных объектов одновременного наблюдения в среднем за 1 час работы в течение полетного времени, единиц	до 5	6–10	11–25	26–35	<35
Наблюдение за экранами видеотерминалов и приборами (часы в течение полетного времени):	до 2	до 3	до 4	до 5	<5
Длительность нагрузки на слуховой анализатор (в процентах от полетного времени)	до 25	26–50	51–75	76–85	<85
Нагрузка на голосовой аппарат (суммарное количество часов, наговариваемое в неделю), часов	до 16	до 20	до 25	до 30	<30

Плотность сигналов (световых, звуковых) оценивалась на основании анализа матрицы распределения стандартных операционных процедур в соответствии с РАЭ (визуально) и расшифровки аудиозаписей переговоров между членами экипажа и диспетчером (инструктором), сделанных в рамках выполнения полетного задания. Количество световых сигналов за 1 час работы составило 2262, количество звуковых сигналов — 565. Таким образом, общее количество сигналов (световых, звуковых) за 1 час работы установлено на уровне не менее 2827.

Число объектов одновременного наблюдения в среднем за полетное время составило 36, а наблюдение за экранами систем пилотирования и навигации — 4,5 часа за полетную смену из расчета нормируемых для пилотов 7,2 часа в день. К объектам одновременного наблюдения были отнесены приборы пилотирования и навигации ВС, а также закабинное пространство.

Нагрузка на слуховой анализатор составила 140 ± 16 минут за полетное время, что соответствовало 67% времени

от всего полета. При этом постоянно имелись помехи, на фоне которых речь была слышна на расстоянии до 2 м, а разборчивость слов и сигналов составляла 70%.

Нагрузка на голосовой анализатор составила 94 минуты за полетное время, что в пересчете на 6-дневную рабочую неделю составило 9,5 часов.

Таким образом, напряженность труда пилотов ВС ГА по совокупности сенсорных нагрузок, должна быть отнесена к вредному напряженному труду 3 степени (табл. 1,2). Данная оценка определена Р 2.2.2006–05 (4 показателя сенсорных нагрузок с классом 3.2). Ввиду того, что проект приказа Минтруда России «Об утверждении особенностей проведения специальной оценки условий труда на рабочих местах членов летных и кабинных экипажей воздушных судов гражданской авиации» не утвержден, то следует внести предложения в критерии установления окончательной оценки условий труда летных членов экипажей ВС ГА в соответствии с Р 2.2.2006–05 как наиболее объективно характеризующие напряженность труда пилотов.

Из 6 оцениваемых показателей сенсорных нагрузок по четырем из них выявлены сверхвысокие уровни, превышающие в 9,5 раза максимальные значения, соответствующие классу 3.2 по напряженности труда. Общая оценка класса напряженности труда членов летных экипажей ВС ГА по совокупности сенсорных нагрузок должна быть отнесена к вредному напряженному труду 3 степени (4 показателя сенсорных нагрузок с классом 3.2).

Обсуждение. Полученные результаты отражают не типовые нагрузки, свойственные полету в реальных условиях, а сниженные сенсорные нагрузки ввиду проведения исследования в формате смоделированного полета. Очевидно, что психофизиологические реакции пилота при возникновении опасной ситуации на тренажере и в реальном полете отличаются: на тренажере снижены зрительные, звуковые и акселерационные сигналы по сравнению с реальным полетом [12]. Поэтому уровни сенсорных нагрузок в реальном полете будут выше.

Следует отметить, что метрическая шкала оценки класса напряженности труда по сенсорным нагрузкам разработана более 20 лет назад и не могла учитывать в полной мере высокие сенсорные нагрузки, характерные для современных профессий нервно-эмоционального умственного труда. Этот факт, как и высокие фактические уровни сенсорных нагрузок у пилотов ВС ГА, послужили основанием проведения регрессионного анализа по установлению зависимости класса условий труда от количественных показателей, измеренных в ходе оценки физиологических реакций организма по отдельным показателям сенсорных нагрузок.

Для обоснования количественных показателей сенсорных нагрузок были сформированы 5 различных групп (по названию вида сенсорной нагрузки) с наиболее высокими ответными физиологическими реакциями организма. Каждому показателю сенсорной нагрузки (в группу входили профессии с классами 1, 2, 3.1, и 3.2) соответствовал конкретный физиологический показатель. По результатам оценки каждого физиологического показателя и уровня напряженности труда строилась регрессионная кривая. В классе 3.2, на основании фактических значений ответных физиологических реакций организма работников, были выделены две группы с достоверными отличиями, что позволило разделить класс 3.2 на класс 3.2 и класс 3.3, а регрессионная кривая позволила получить значения сенсорных нагрузок для класса 3.2 и класса 3.3.

Так, «длительность сосредоточенного наблюдения» рассчитывалась на основании снижения концентрации внимания у работников; «плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в среднем за 1 час полетного времени» рассчитывалась на основании сдвигов скорости восприятия зрительных сигналов (латентного периода простой зрительно-моторной реакции), «число производственных объектов одновременного наблюдения» связывалось с такой физиологической реакцией, как объем кратковременной памяти; «длительность нагрузки на слуховой анализатор» была рассчитана на основании увеличения латентного периода простой слухо-моторной реакции, необходимой для восприятия речи и дифференциации сигналов; «наблюдение за экранами видеотерминалов (часов за смену)» рассчитано на основании хронометражных исследований длительности фиксации взора на экран видеотерминала и физиологической оценки зрительного анализатора в виде определения объема аккомодации, времени восприятия последовательного контраста (ВВПК), критической частоты слияний световых мельканий (КЧСМ).

На основании результатов оценки физиологических реакций организма работников и состояния анализаторов (органов слуха, речи, зрения), в зависимости от уровней сенсорных нагрузок, для каждого из показателей были построены зависимости, описанные полиномиальными графическими кривыми. Увеличение или уменьшение значений физиологических реакций организма, а также достоверность аппроксимации представлены в таблице 3.

Таким образом, на основании анализа результатов оценки физиологических реакций организма, показателей напряженности труда и построения регрессионных кривых в зависимости от уровня сенсорных нагрузок, характерных для пилотов, возможно утверждение новых гигиенических критериев для установления класса условий труда членов летных экипажей ВС ГА по отдельным показателям (табл. 4).

В последующем могут быть разработаны и внедрены в практику дополнительные показатели и критерии оценки напряженности труда, основанные только на физиологических реакциях организма, свидетельствующих об утомлении пилота [13], как одной из основных причин возникновения авиационных происшествий и авиакатастроф.

Выводы:

1. При продолжительности полетной смены 390 ± 21 минут показатели сенсорных нагрузок составили: длительность сосредоточенного наблюдения — 90% от полетного времени (класс 3.2); плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений — 2827 за 1 час работы (класс 3.2); число объектов одновременного наблюдения в среднем за полетную смену — 36 (класс 3.2); наблюдение за экранами видеотерминалов — 4,5 часа за полетную смену из расчета 7,2 часа (класс 3.2); нагрузка на слуховой анализатор — 67% от времени полетной смены, имелись помехи, на фоне которых речь была слышна на расстоянии до 2 м, а разборчивость слов и сигналов составляла 70% (класс 3.1), нагрузка на голосовой анализатор — 9,5 часа в неделю (класс 2).

2. Класс напряженности труда членов летных экипажей ВС ГА по совокупности сенсорных нагрузок должен быть отнесен к вредному напряженному труду 3 степени (4 показателя сенсорных нагрузок с классом 3.2).

3. Из 6 оцениваемых показателей сенсорных нагрузок по четырем из них выявлены сверхвысокие уровни, превышающие в 9,5 раза максимальные значения, каждый из которых соответствовал классу 3.2 по напряженности в соответствии с Р. 2.2.2006–05 и МИ НТП. ИНТ–17.01–2018.

4. Результаты исследования являются обоснованием для утверждения новых гигиенических критериев установления класса условий труда по отдельным показателям сенсорных нагрузок у членов летных экипажей ВС ГА с дополнением их классом 3.3.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Верещагин А.И., Пилишенко В.А., Куркин Д.В., Виноградов С.А. Условия труда и профессиональная заболеваемость летного состава гражданской авиации. *Здоровье населения и среда обитания*. 2015; 3(264): 11–3.
2. Зибарев Е.В., Иммель О.В., Никонова С.М., Напряженность труда и утомление пилотов гражданской авиации на современных типах воздушных судов. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 9: 630–1.
3. Личность в экстремальных условиях и кризисных ситуациях жизнедеятельности: Сборник научных статей IX Международной научно-практической конференции, Владивосток, 28–30 июня 2019 г. Черемискина И.И., Федотова Ю.Ю., Юрченко К.А. Совладающее поведение у пилотов гражданской

авиации. В кн.: «Сборник научных статей IX Международной научно-практической конференции». Владивосток, ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет», Владивосток; 2019: 93–100.

4. Ерхова М.В., Лобанов С.Д. Профессиональное «выгорание» как актуальная проблема управления персоналом авиационных предприятий. *Научный вестник МГТУ ГА*. 2015; 214: 33.

5. Санитарно-гигиеническая характеристика вредности, опасности, напряженности, тяжести труда членов экипажей воздушных судов гражданской авиации России. Введ. 14.10.1997.

6. Демченкова Г.З. Поклонский М.Л. *Теоретические и организационные основы диспансеризации населения*. М.: Медицина; 1987.

7. Рухлинский В.М., Кузьмина А.П., Коняев Е.А., Кирпичев И.Г. Современные программы подготовки летного персонала и трехмерный показатель величины риска авиационного происшествия. *Научный вестник ГОСНИИ ГА*. 2019; 29: 135–45.

8. Водопьянова Н. Е. *Психодиагностика стресса*. СПб: Питер; 2009.

9. Бухтияров И.В., Калинина С.А., Меркулова А.Г. Оценка напряженности труда летного состава гражданской авиации в рамках специальной оценки условий труда. *Аэрокосмическая и экологическая медицина*. 2017; 6: 49–52.

10. Пономаренко В.А., Лапа В.В., Лемешенко Н.А. *Человеческий фактор и безопасность посадки*. М.: Воениздат; 1993.

11. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: Р 2.2.2006–05: Утверждено Главным государственным врачом РФ 29.07.2005.

12. Лысаков Н.Д., Лысакова Е.Н. Современные тенденции развития отечественной авиационной психологии. *Национальный психологический журнал*. 2012; 2 (8): 100–5.

13. Панкова В.Б. Родионов О.Н. Месячная рабочая нагрузка и утомляемость пилотов гражданской авиации. *Актуальные проблемы транспортной медицины*. 2008; 2 (12): 31–4.

REFERENCES

1. Vereshchagin A.I., Pilishenko V.A., Kurkin D.V., Vinogradov S.A. Working conditions and occupational morbidity for flight

crew of civilian aviation. *Public Health and Life Environment*. 2015; 3(264): 11–3 (in Russian).

2. Zibarev E.V., Immel' O.V., Nikonova S.M., Labor stress and fatigue of civil aviation pilots on modern types of aircraft. *Med. truda i prom. ekol*. 2019; 9: 630–631 (in Russian).

3. Cheremiskina I.I., Fedotova Yu.Yu., Yurchenko K.A. Self-control behavior of civil aviation pilots. In: *Materials of IX International Scientific and Practical Conference «Personality in extreme conditions and life crisis situations»*. Vladivostok; 2019: 93–100 (in Russian).

4. Erhova M.V., Lobanov S.D. Professional “burnout” as an urgent problem of personnel management of aviation enterprises. *Nauchnyy vestnik MGTU GA*. 2015; No. 214. P. 33.

5. Sanitary and hygienic characteristics of the harmfulness, danger, tension, severity of labor of crew members of civil aircraft of Russia.

6. Demchenkova G.Z. Poklonskiy M.L. *Theoretical and organizational basis of the population medical examination*. Moscow: Meditsina; 1987 (in Russian).

7. Rukhlinsky V.M., Kuzminova A.P., Konyaev E.A., Kirpichev I.G. Modern training programs for flight personnel and a three-dimensional indicator of the magnitude of the risk of an accident. *Nauchnyy vestnik GOSNII GA*. 2019; 29: 135–45 (in Russian).

8. Vodop'yanova N. E. *Psychodiagnosis of stress*. St. Petersburg: Piter; 2009 (in Russian).

9. Bukhtiyarov I.V., Kalinina S.A., Merkulova A.G. Assessment of the labor intensity of the flight personnel of civil aviation as part of a special assessment of working conditions. *Aerokosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina*. 2017; 6: 49–52.

10. Ponomarenko V.A., Lapa V.V., Lemeshchenko N.A. *Human factor and landing safety*. Moscow: Voenizdat; 1993 (in Russian).

11. Guidelines for the hygienic assessment of factors of working environment and the labor process. Criteria and classification of working conditions: R 2.2.2006–05: 29.07.2005 (in Russian).

12. Lysakov N.D., Lyusakova E.N. Current trends in the development of domestic aviation psychology. *Natsional'nyy psikhologicheskii zhurnal*. 2012; 2 (8): 100–5 (in Russian).

13. Pankova V.B. Rodionov O.N. Monthly workload and fatigue of civil aviation pilots. *Aktual'nyye problemy transportnoy meditsiny*. 2008; 2 (12): 31–4 (in Russian).