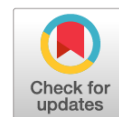


УДК 613.693 612.846.22

DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma60341>

Научная статья



ОСОБЕННОСТИ ВОСПРИЯТИЯ ПИЛОТАЖНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ОБРАЗА ПОЛЕТА

О.В. Котов, С.Н. Синельников, И.О. Натуральников, А.В. Савин, И.А. Дробот, Е.А. Герасименко, Е.М. Выборов

Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова МО РФ, Санкт-Петербург, Россия

Резюме. Рассмотрены особенности восприятия пилотажной информации при формировании образа горизонтального полета у операторов, не имеющих опыта тренажерной подготовки. Проведена оценка формирования навыков в ходе 10 полетов с помощью временных показателей и расчета обобщенной ошибки пилотирования в зависимости от поставленной задачи. Программа формирования образа деятельности разработана с применением сложной сенсомоторной реакции на 3-м этапе полета, для увеличения резервов внимания операторов. Проанализировано распределение внимания при записи координат фиксации взора в обозначенных зрительных зонах с помощью системы мобильного окулографа SMI ETG 2 WirelessAnalysPro. Установлено, что с увеличением налета увеличивается и количество фиксаций взора. Так как с каждым полетом оператор затрачивает меньше времени на восприятие и оценку пилотажной информации с конкретного прибора в результате растет скорость смены саккадических движений глаз и сокращается длительность самих фиксаций. Предложенная методика поэтапного формирования образа полета при выполнении задачи горизонтального полета показала высокую эффективность выработки моторных и сенсорных навыков. Разработка подобных модульных программ для тренировки взлета и посадки может существенно усовершенствовать принципы тренажерной подготовки. Полученные данные раскрывают особенности восприятия пилотажной информации операторами сложных эргатических систем, с перспективой увеличения надежности профессиональной деятельности молодых летчиков при переходе к реальным практическим полетам.

Ключевые слова: восприятие информации; зрительный анализатор; летчики; окулография; распределение внимания; саккада; формирование образа полета.

Как цитировать:

Котов О.В., Синельников С.Н., Натуральников И.О., Савин А.В., Дробот И.А., Герасименко Е.А., Выборов Е.М. Особенности восприятия пилотажной информации при формировании образа полета // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2021. Т. 23, № 4. С. 171–178. DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma60341>

DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma60341>

Scientific article

FEATURES OF FLIGHT INFORMATION PERCEPTION IN SHAPING THE FLIGHT CONCEPT

O.V. Kotov, S.N. Sinelnikov, I.O. Naturalnikov, A.V. Savin, I.A. Drobot, E.A. Gerasimenko,
E.M. Vyborov

Military Medical Academy named after S.M. Kirov of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT: This study determines the peculiarities of perception of aerobatic information in shaping the horizontal flight concept for operators who do not have experience in simulator training. The skill formation assessment in 10 flights was conducted using time indicators and generalized piloting error calculation based on the task. The program of activity concept shaping is developed using complex sensorimotor reactions at the 3rd stage of flight to increase the attention reserves of operators. The distribution of attention was analyzed when recording the coordinates of eye fixation in the designated visual zones using the mobile oculography system SMI ETG 2 WirelessAnalysPro. The number of eye fixations is established to increase with increased flight experience. Over each flight, the operator spends less time on the perception and evaluation of flight information from a particular device, thus the speed of changing saccadic eye movements increases, and the duration of the fixations themselves decreases. The proposed method of step-by-step flight concept shaping during the performance of the task of the horizontal flight showed high efficiency of developing motor and sensory skills. The development of such modular programs for training take-off and landing may significantly improve the principles of simulator training. The obtained data reveal the peculiarities of aerobatic information perception by operators of complex ergatic systems, with the prospect of increasing the reliability of professional activity of young pilots in the transition to real practical flights.

Keywords: attention distribution; flight image formation; information perception; oculography; pilots; saccade; visual analyzer.

To cite this article:

Kotov OV, Sinelnikov SN, Naturalnikov IO, Savin AV, Drobot IA, Gerasimenko EA, Vyborov EM. Features of flight information perception in shaping the flight concept. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2021;23(4):171–178. DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma60341>

Received: 08.02.2021

Accepted: 19.09.2021

Published: 22.12.2021

ВВЕДЕНИЕ

Образ полета является психическим отражением профессиональной деятельности летчика [1]. Целостная картина образа формируется на основе специфического сенсорного, мануального и ситуационного опыта, включая теоретические знания о механике процесса воздухоплавания, в том числе на конкретном типе летательного аппарата [2]. Выделяют три основных компонента образа полета: образ пространственного положения, приборный образ и чувство самолета. Приборный образ регулирует моторный компонент действий, обеспечивая реализацию двигательной программы на основе инструментальных данных [1]. И.Б. Качоровский приписывал приборному образу ведущую роль, определяя его как автономный приборный аналог, дающий точную количественную информацию о пространственном положении [3]. При этом зрительный анализатор является основным каналом поступления необходимой инструментальной информации для принятия решения на корректирующие управляющие воздействия в ходе полета [4, 5]. А жесткие временные рамки и отсутствие права на ошибку связывают профессионализм летчика непосредственно с умением качественно распределять внимание для поддержания высокого уровня ситуационной осведомленности. Схемы распределения и переключения внимания при пилотировании летательного аппарата индивидуальны для каждого летчика и складываются из его личного опыта [6]. В процессе обучения и увеличения налета последовательности считывания приборов могут существенно видоизменяться при выполнении одних и тех же задач. При первых полетах на авиационных тренажерах курсанты, по данным Н.А. Столярова и др., распределяют внимание хаотично и интуитивно с высокой вероятностью критических ошибок. Разработанные в конце прошлого века методики оценки резервов внимания во время тренажерной подготовки с помощью прибора «Физиолог» актуальны и сегодня, однако порядок их применения можно оптимизировать для формирования навыков пилотирования и первичного образа полета в сжатые сроки [8]. Многие авторы поднимают вопрос о заблаговременном обучении летчиков основным маршрутам считывания пилотажной информации для повышения безопасности полетов и в настоящее время есть обоснованные предложения, и даже патентованные способы формирования достоверного образа полета у пилотов гражданской авиации [3, 6, 7, 9, 10]. Но процесс восприятия информации на этапе первичного формирования образа полета остается малоизученным, а существующие схемы распределения внимания часто не универсальны и малоэффективны в отсутствие индивидуального подхода к обучению военного летчика.

Цель исследования — изучить особенности восприятия пилотажной информации операторов авиационного профиля при формировании образа полета.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проведено при участии 20 добровольцев в возрасте от 19 до 23 лет (20 мужчин, средний возраст $21 \pm 0,9$ года), подготовленных к пилотированию авиационного тренажера только теоретически и не имеющих практического налета. Участники исследования соответствовали категории здоров, годен к военной службе. Коррекция зрения, в случае необходимости, доведена до значений $Visus = 1.0$ линзами из штатного оборудования окулографа без снижения качества научных данных.

Добровольцы выполнили 10 полетов на медицинском процедурном стенде «ПСМ-34» на базе условной кабины самолета Су-34 по разработанной методике. Полет выполнялся в простых метеоусловиях без выполнения взлета и посадки со стартовыми параметрами: скорость приборная — 750 км/ч, высота барометрическая — 1100 м, курс — 10° . Каждый полет состоял из 3 последовательных этапов: 1 — единовременное приведение значений пилотажных приборов к ранее обозначенным цифрам (скорость приборная — 700 км/ч, высота барометрическая — 1000 м, курс — $360^\circ(0^\circ)$, 2 — горизонтальный полет с сохранением достигнутых значений в течение 60 с, 3 — горизонтальный полет с теми же целевыми значениями пилотажных приборов в сочетании с выполнением методики сложной сенсомоторной реакции (ССМР) в течение 60 с на приборе «Психофизиолог-ВМ» (рис. 1). Зафиксировано время, затраченное на 1-й этап. При выполнении 2-го и 3-го этапов рассчитана обобщенная ошибка пилотирования (ООП) по методике, разработанной А.М. Войтенко и др. [8] и адаптированной нами для ПСМ-34 с учетом оценочных показателей горизонтального полета на Су-34.

Саккадические движения глаз — это средство пространственной локализации интересующего зрительного объекта, но основу глазодвигательной активности составляют зрительные фиксации, так как на саккады



Рис. 1. Сбор материала при выполнении 3-го этапа полета
Fig. 1. Collecting material during the third stage of the flight



Рис. 2. Зрительные зоны при обработке полученных данных
Fig. 2. Visual areas in the processing of the obtained data

в среднем приходится только 5% времени, а в состоянии фиксации глаза пребывают почти в 95% от всей активной деятельности [11–13]. Данные о координатах фиксаций взгляда получены с помощью мобильного окулографа SMI ETG 2 WirelessAnalysPro. Зарегистрировано общее количество фиксаций взгляда при выполнении 2-го и 3-го этапов, а также число фиксаций в каждой из обозначенных нами зон: зона 1 — дисплей с пилотажными приборами (*Ag* — авиагоризонт, *V* — указатель скорости, *H* — указатель высоты, *C* — командно-пилотажный прибор), зона 2 — сигнальное табло «Психофизиолог-ВМ», зона 3 — внекабинная обстановка (рис. 2).

Параметры фиксации взгляда обработаны при помощи программного обеспечения SMI BeGaze версии 3.0. Статистическая обработка и сбор полученных данных выполнены в программах IBM SPSS Statistics 26.0 с использованием непараметрического Т-критерия Вилкоксона и MicrosoftExcel — 2010.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что время приведения авиационного тренажера к заданным значениям пилотажных приборов планомерно уменьшалось с увеличением налета (табл. 1).

Таблица 1. Усредненные показатели результативности на этапах полета
Table 1. Average performance indicators during flight stages

Номер полета	Этап		
	1-й	2-й	3-й
	Время, с	ООП 1	ООП 2
1	478,5 ± 148,5	1,16 ± 1,1	39,2 ± 46,2
2	336,3 ± 158,2	0,63 ± 0,5	16,6 ± 25,2
3	258,5 ± 157,1	0,40 ± 0,3	9,9 ± 10,3
4	188,8 ± 138,6	0,34 ± 0,4	8,2 ± 6,8
5	199,8 ± 140,6	0,37 ± 0,3	10,0 ± 11,2
6	199,2 ± 101,0	0,29 ± 0,2	6,9 ± 8,3
7	121,6 ± 46,6	0,29 ± 0,2	8,3 ± 8,9
8	136,3 ± 113,3	0,25 ± 0,2	8,5 ± 10,4
9	108,0 ± 54,1	0,21 ± 0,2	5,9 ± 5,4
10	99,1 ± 48,9	0,31 ± 0,3	6,0 ± 4,4

Значения ООП 1 на 2-м этапе также уменьшались, но в сравнении с ООП 2 на 3-м этапе имели меньшую чувствительность. К 6-му полету время приведения к заданным параметрам на 1-м этапе устанавливается в среднем около 199,2 с у операторов авиационного тренажера, а среднее значение ООП 2 снижается до значения 6,9. Эти результаты можно трактовать как маркер первичного формирования образа деятельности, а дальнейшее развитие показателей говорит о постепенном оттачивании навыков выполнения поставленных перед операторами задач. Исходя из этого 1-й, 6-й и 10-й полеты выбраны для сравнения и поиска статистически значимых различий в распределении зрительных фиксаций по обозначенным зонам.

Количество зрительных фиксаций при выполнении 2-го этапа полетов обнаруживает тенденцию к их увеличению преимущественно за счет повышения контроля пилотажных приборов, что, при равной продолжительности выполнения заданий, говорит о большей скорости смены саккадических движений глаз и сокращению длительности самих фиксаций (табл. 2). Это согласуется с данными, полученными А.Г. Меркуловой и С.А. Калининой,

и показывает, что с каждым полетом оператор затрачивает меньше времени на восприятие и оценку пилотажной информации с конкретного прибора [10].

Высвобождающиеся временные резервы позволяют выполнить больше саккадических циклов восприятия информации и увеличить ситуационную осведомленность [6]. К 10-му полету значимо изменяется контроль внекабинной обстановки. Операторы при улучшении навыков пилотирования начинают сопоставлять инструментальную информацию с положением летательного аппарата по внекабинным ориентирам, что насыщает образ деятельности новыми предметными и чувственными связями [14]. Относительно большое количество фиксаций взора на табло прибора «Психофизиолог-ВМ» в 1-м полете связано с ранним контролем начала 3-го этапа, но к 6-му и 10-му полетам их количество статистически значимо снижается.

Оценка распределения внимания по пилотажным приборам показывает высокую значимость авиагоризонта в успешности выполнения задачи горизонтального полета (табл. 3), что также подтверждает данные

Таблица 2. Количество зрительных фиксаций при выполнении 2-го этапа полета

Table 2. The number of visual fixations during the 2nd stage of the flight

Номер полета	Пилотажные приборы	Внекабинная обстановка	Табло прибора «Психофизиолог-ВМ»	Другие области	Итого
1	97,4 ± 40,4	6,0 ± 19,0	3,8 ± 9,4	3,3 ± 4,8	110,1 ± 40,3
6	114,2 ± 30,1*	5,3 ± 7,7	1,6 ± 4,7*	2,3 ± 4,1	123,4 ± 28,3
10	112,1 ± 31,4	9,5 ± 15,6*	2,1 ± 7,5*	2,1 ± 6,6	125,2 ± 21,3

Примечание: * — $p < 0,01$ при сравнении 1-го и 6-го, 1-го и 10-го полетов.

Таблица 3. Количество зрительных фиксаций на пилотажных приборах при выполнении 2-го этапа полета

Table 3. The number of visual fixations on the flight instruments during the second stage of the flight

Номер полета	Пилотажные приборы			
	Ag	H	V	C
1	25,4 ± 22,6	29,5 ± 20,0	13,4 ± 11,0	17,5 ± 17,4
6	38,7 ± 32,7*	21,8 ± 10,6	18,5 ± 8,3	24,1 ± 19,5
10	33,4 ± 20,8	28,1 ± 12,1	18,8 ± 11,0	22,6 ± 14,7

Примечание: * — $p < 0,01$ при сравнении 1-го и 6-го полетов.

Таблица 4. Количество зрительных фиксаций при выполнении 3-го этапа полета

Table 4. The number of visual fixations during the third stage of the flight

Номер полета	Пилотажные приборы	Внекабинная обстановка	Табло прибора «Психофизиолог-ВМ»	Другие области	Итого
1	88,7 ± 44,5	3,8 ± 10,9	27,4 ± 39,1	3,8 ± 4,0	123,6 ± 64,1
6	102,8 ± 37,2	3,2 ± 7,4	7,5 ± 13,2	0,8 ± 1,0	114,2 ± 40,3
10	107,8 ± 32,7*	8,2 ± 15,6	6,8 ± 11,1*	1,0 ± 2,3*	123,7 ± 29,7

Примечание: * — $p < 0,01$ при сравнении 1-го и 10-го полетов.

Таблица 5. Количество зрительных фиксаций на пилотажных приборах при выполнении 3-го этапа полета
Table 5. The number of visual fixations on the flight instruments during the third stage of the flight

Номер полета	Пилотажные приборы			
	<i>Ag</i>	<i>H</i>	<i>V</i>	<i>C</i>
1	31,0 ± 28,9	25,5 ± 14,3	11,5 ± 8,9	11,9 ± 14,5
6	35,0 ± 30,3	18,8 ± 12,4	15,2 ± 10,2	24,6 ± 16,3**
10	37,7 ± 22,2	24,2 ± 13,6	17,1 ± 9,3*	21,2 ± 14,4**

Примечание: * — $p < 0,05$ при сравнении 1-го и 10-го полетов; ** — $p < 0,01$ при сравнении 1-го и 6-го, 1-го и 10-го полетов.

И.Б. Кузнецова в его изобретении [9]. Он предложил отнести показания авиагоризонта к базовым пилотажным параметрам в распределении внимания и рекомендовал каждый саккадический цикл начинать и заканчивать считыванием информации о значениях крена и тангажа. Указатели высоты, курса, приборной и вертикальной скорости отнесены к опорным пилотажным приборам, а все остальные средства индикации — к информационным.

Результаты глазодвигательной активности при выполнении 3-го этапа полетов также показывают рост количества фиксаций в зоне пилотажных приборов (табл. 4). Достоверно снижаются фиксации взора на табло психофизиолога за счет использования периферического зрения [15]. Большинство операторов перестают фокусировать внимание в зоне психофизиолога в пользу зоны пилотажных приборов. При этом скорость обработки информации при выполнении ССМР увеличивается с $1,9 \pm 0,5$ до $2,1 \pm 0,4$ бит/с к 10-му полету, а количество времени, затраченного на правильный ответ, снижается с $836,9 \pm 210,2$ до $739,8 \pm 146,6$ мс. Другие области кабины реже становятся предметом фиксации взора, так как к 10-му полету устанавливаются определенные циклические маршруты движения глаз, расстояние до необходимых объектов распределения внимания закрепляются в памяти оператора, в результате промежуточные точки фиксации используются достоверно в меньшем количестве.

При выполнении 3-го этапа полетов сохраняется приоритет показаний авиагоризонта в структуре распределения внимания, но в то же время можно отметить значимые изменения в росте количества зрительных фиксаций на приборах скорости и курса (табл. 5). Для дальнейшего повышения качества деятельности необходима корректировка управляющих воздействий на основе дополнительной информации с опорных пилотажных приборов, что происходит за счет высвобождения резервов внимания [16–18].

Предложенная методика поэтапного формирования образа полета при выполнении задачи горизонтального

полета показала высокую эффективность выработки моторных и сенсорных навыков. К концу программы операторы достигли устойчивых результатов приведения авиационного тренажера к заданному режиму движения и удержания целевых параметров. При этом средний налет составляет около 55 мин, а среднее время, затраченное на выполнение 10-го полета, составило около 3,5 мин. Контроль инструктором хода тренировочного полета и послеполетный анализ распределения внимания по записям окулографа позволит индивидуально корректировать программу подготовки летчика и прорабатывать сложные вопросы в технике пилотирования и алгоритме считывания пилотажной информации [19, 20]. Разработка подобных модульных программ для тренировки взлета и посадки может существенно усовершенствовать принципы тренажерной подготовки.

ВЫВОДЫ

1. К 10-му полету количество зрительных фиксаций увеличивается за счет сокращения их продолжительности и хаотичности в результате более эффективной оценки показаний приборов и формирования циклических маршрутов распределения внимания.

2. Показания авиагоризонта являются приоритетными в структуре распределения внимания операторов авиационного тренажера при выполнении задачи горизонтального полета, так как количество зрительных фиксаций на нем увеличивается с опытом полета.

3. Цветовая сигнализация с табло прибора «Психофизиолог-ВМ» с 6-го полета успешно воспринимается без постоянного выполнения саккадических движений глаз в сторону раздражителя, что отнимает меньше ресурсов внимания и способствует успешному выполнению главной задачи пилотирования.

4. Разработанные ранее методики оценки резервов внимания актуальны в настоящее время, однако современные возможности позволяют пересмотреть порядок их применения с повышением эффективности формирования навыков пилотирования и образа полета летчика.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Завалова Н.Д., Ломов Б.Ф., Пономаренко В.А. Образ в системе психической регуляции деятельности. Москва: Наука, 1986. 176 с.
2. Дружнов И.С. Некоторые аспекты формирования образа полета в процессе летной практики // Научный вестник УИ ГА. 2017. № 9. С. 15–28.
3. Качоровский И.Б., Распределение и переключение внимания при полетах по приборам. Москва: Воениздат, 1972. 104 с.
4. Благинин А.А., Синельников С.Н., Натуральников И.О., и др. Различия в восприятии цифровой информации операторов авиационного профиля в зависимости от степени экстраверсии // Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2020. № 4. С. 76–81.
5. Благинин А.А., Синельников С.Н., Натуральников И.О., и др. Особенности восприятия кинестетической информации при формировании образа полета у операторов авиационного профиля с разной степенью тревожности // Медицина. Социология. Философия. Прикладные исследования. 2020. № 6. С. 28–34.
6. Кузнецов И.Б., Экспериментальные исследования зрительной деятельности пилота при пилотировании ВС с электронной системой отображения информации // Научный вестник МГТУ ГА. 2011. № 172. С. 122–128.
7. Столяров Н.А., Косачевский С.Г., Калинина С.А., и др. Экспериментальные исследования распределения и переключения зрительного внимания пилотов самолетов с EFIS // Научный вестник УИГА. 2016. № 8. С. 50–56.
8. Войтенко А.М., Ишутин В.Н., Францен Б.С., и др. Медицинский контроль за психофизиологическим состоянием организма курсантов и летчиков армейской авиации при тренировках на пилотажных тренажерах: методические рекомендации. Москва, 1990. 37 с.
9. Кузнецов И.Б. Патент РФ на изобретение RU 2689086 C1/ 23.05.2019. Бюл. № 2018126449. Способ формирования у пилота достоверного образа полета при пилотировании по приборам. Режим доступа: <https://patenton.ru/patent/RU2689086C1> Дата обращения: 10.12.21.
10. Меркулова А.Г., Калинина С.А. Распределение зрительного внимания при подготовке пилотов-курсантов к летной деятельности // Гигиена и санитария. 2017. № 96 (8). С. 752–755.
11. Гиппенрейтер Ю.Б. Движения человеческого глаза. Москва: Изд-во МУ, 1978. 256 с.
12. Ломов Б.Ф., Вергилес Н.Ю., Митькин А.А. Движение глаз и зрительное восприятие. Москва: Наука, 1978. 278 с.
13. Ярбус А.Л. Роль движений глаз в процессе зрения. Москва: Наука, 1965. 167 с.
14. Пономаренко В.А. Психология человеческого фактора в опасной профессии. Красноярск: Поликом, 2006. 629 с.
15. Военная психофизиология: учебник в 2 т. / под ред. проф. В.Н. Сысоева. Санкт-Петербург: ВМА, 2017. 320 с.
16. Гаранин С.А. Взаимосвязь ошибок оценивания навигационных параметров полета воздушного судна с показателем безопасности // Научный вестник МГТУ ГА. 2012. № 176. С. 68–73.
17. Вдовиченко В.И. О связи точности оценивания навигационных параметров полета воздушного судна с показателем безопасности полета // Научный вестник МГТУ ГА. 2012. № 176. С. 78–83.
18. Куклев Е.А. Управление безопасностью полетов воздушных судов на основе нечетких оценок рисков возникновения нештатных условий // Научный вестник МГТУ ГА. 2016. № 226. С. 199–205.
19. Сафонов А.А., Асанов А.А., Джаксбаев В.А. Формирование готовности курсантов авиационного вуза к освоению полетных заданий на пилотаж // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. 2018. № 4. С. 42–48.
20. Косачевский С.Г., Айдаркин Д.В., Качан Д.В. Оценка эффективности методики первоначальной профессиональной подготовки пилотов для эксплуатации самолетов с электронными системами отображения информации. Научный вестник МГТУ ГА. 2018. Т. 21. № 5. С. 8–22.

REFERENCES

1. Zavalova ND, Lomov BF, Ponomarenko VA. Obraz v sisteme psihicheskoy regulyatsii deyatel'nosti. Moscow: Nauka; 1986. 176 p. (In Russ.).
2. Druzhnov IS. Some aspects of mental flight model development during flight practice. Nauchnyj vestnik UI GA. 2017;(9):15–28. (In Russ.).
3. Kaczorowski JB. Raspredelenie i pereklyuchenie vnimaniya pri poletah po priboram. Moscow: Voenizdat; 1972. 104 p. (In Russ.).
4. Blaginin AA, Sinelnikov SN, Naturalnikov IO, Aghajanyan OS. Differences in the perception of digital information of aviation operators depending on the degree of extraversion. Bulletin of the Russian Military Medical Academy. 2020;(4):76–81. (In Russ.).
5. Blaginin AA, Sinelnikov SN, Naturalnikov IO, Savin AV, Drobot IA. Features of information perception in the kinesthetic channel upon forming of flight image for aviation profile operators with different degrees of anxiety. Medicina. Sociologiya. Filosofiya. Prikladnye issledovaniya. 2020;(6):28–34. (In Russ.). DOI: 10.24411/2686-9365-2020-00007
6. Kuznetsov IB. Experimental study of pilot's visual activity while aircraft piloting with electronic system of view. Nauchnyj Vestnik MGTU GA. 2011;(172):122–128. (In Russ.).
7. Stolyarov NA, Kozaczewski SG, Kalinin AS. Experimental researches of pilots' visual attention distribution and switch while operating EFIS equipped aircraft. Nauchnyj vestnik UIGA. 2016;(8):50–56. (In Russ.).
8. Voitenko AM, Ishchutin VN, Frantsen BS, et al. Medicinskij kontrol' za psihofiziologicheskim sostoyaniem organizma kursantov i letchikov armejskoj aviacii pri trenirovkah na pilotazhnyh trenazherah: metodicheskie rekomendacii. Moscow; 1990. 37 p. (In Russ.).
9. Kuznecov IB. Patent RUS № 2689086 C1/ 23.05.2019. Byul. № 2018126449. Method of pilot formation of reliable flight pattern during instrument piloting. (In Russ.). Available from: <https://patenton.ru/patent/RU2689086C1>
10. Merkulova AG, Kalinina SA. The distribution of the visual attention in the training of student-pilots for the flight activity. Gigena i sanitariya. 2017;96(8):752–755. (In Russ.).
11. Gippenreiter YuB. Dvizheniya chelovecheskogo glaza. Moscow: MU; 1978. 256 p. (In Russ.).
12. Lomov BF, Vergiles NYu, Mitkin AA. Dvizhenie glaz i zritel'noe vospriyatie. Moscow: Nauka; 1978. 278 p. (In Russ.).

13. Yarbus AL. Rol' dvizhenij glaz v processe zreniya. Moscow: Nauka; 1965. 167 p. (In Russ.).
14. Ponomarenko VA. Psihologiya chelovecheskogo faktora v opasnoj professii. Krasnoyarsk: Polikom; 2006. 629 p. (In Russ.).
15. Voennaya psihofiziologiya: uchebnik in 2t. Sysoev VN, editor. Saint Petersburg: VMA; 2017. 320 p. (In Russ.).
16. Garanin SA. Relations estimation errors of navigation parameters of the aircraft with the index of safety flights. *Nauchnyj Vestnik MGTU GA*. 2012;(176):68–73. (In Russ.).
17. Vdovichenko VI. About relationship of accuracy of the estimation navigational parameter flight air ship with safety factor of the flight. *Nauchnyj Vestnik MGTU GA*. 2012;(176):78–83. (In Russ.).
18. Kuklev EA. Flight safety control of the basis of uncertain risk evaluation with non-routine flight conditions involved. *Civil Aviation High Technologies*. 2016;(226):199–205. (In Russ.).
19. Safonov AA, Asanov AA, Dzhakhsbayev VA. Formirovanie gotovnosti kursantov aviacionnogo vuza k osvoeniju poletnyh zadaniy na pilotazh. *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*. 2018;(4):42–48. (In Russ.).
20. Kosachevsky SG, Aidarkin DV, Kachan DV. Evaluation of the effectiveness methods of initial pilots' professional training to operate the aircraft equipped with electronic flight instrument systems. *Civil Aviation High Technologies*. 2018;21(5):8–22. (In Russ.).

ОБ АВТОРАХ

***Илья Олегович Натуральников**, помощник начальника отдела; e-mail: ilya.naturalnikov@yandex.ru;
ORCID: 0000-0002-5627-7709; SPIN-код: 7555-0780

Олег Валериевич Котов, кандидат медицинских наук;
ORCID: 0000-0003-4784-7586; SPIN-код: 7502-4466

Сергей Николаевич Синельников, кандидат медицинских наук, доцент; e-mail: serg_sineln@mail.ru;
ORCID: 0000-0001-5088-7146; SPIN-код: 8010-0284

Андрей Владимирович Савин, старший лаборант;
e-mail: savin2412@gmail.com; SPIN-код: 3163-6530

Иван Александрович Дробот, слушатель;
e-mail: ivan.drobot.1998@mail.ru; SPIN-код: 5698-3548

Евгений Андреевич Герасименко, слушатель;
SPIN-код: 6687-6795

Евгений Михайлович Выборов, оператор;
e-mail: vyborov.99@mail.ru; SPIN-код: 2293-2790

AUTHORS INFO

***Ilya O. Naturalnikov**, assistant head of department;
e-mail: ilya.naturalnikov@yandex.ru;
ORCID: 0000-0002-5627-7709; SPIN code: 7555-0780

Oleg V. Kotov, candidate of medical sciences;
ORCID: 0000-0003-4784-7586; SPIN code: 7502-4466

Sergey N. Sinelnikov, candidate of medical sciences, associate professor; e-mail: serg_sineln@mail.ru;
ORCID: 0000-0001-5088-7146; SPIN code: 8010-0284

Andrey V. Savin, senior laboratory assistant;
e-mail: savin2412@gmail.com; SPIN code: 3163-6530

Ivan A. Drobot, student; e-mail: ivan.drobot.1998@mail.ru;
SPIN code: 5698-3548

Evgeny A. Gerasimenko; student; SPIN code: 6687-6795

Evgeny M. Vyborov, operator; e-mail: vyborov.99@mail.ru;
SPIN code: 2293-2790

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author