

## **Эргономическое обеспечение разработки современных и перспективных систем «экипаж-вертолет-среда»**

*Рассмотрены проблемы современного и перспективного эргономического проектирования вертолетов, обеспечивающего надежное функционирование системы «экипаж-вертолет-среда». Показано, что запросы практики требуют наращивания возможности вертолетов и расширения границ их эксплуатации. Осуществлен прогноз новых разработок в части внедрения авторских патентов с использованием эргономических технологий.*

**Ключевые слова:** эргономика, экипаж, вертолет, психический образ, пространственная ориентировка, патенты, интеллектуальная система.

## **Ergonomic support for the development of modern and advanced systems “crew-helicopter-environment”**

*The problems of modern and perspective ergonomic helicopters' design providing system's "crew-helicopter-environment" reliable functioning are considered. It is shown that the practice's requirements require increasing helicopters' capacity and expanding the boundaries of their operation. The new developments' forecast in the copyright patents' implementation using ergonomic technologies are effected.*

**Keywords:** ergonomics, crew, helicopter, mental image, spatial orientation, patents, intelligent system.

Создание новых систем «человек-машина-среда», как показано в целом ряде отечественных и зарубежных исследований, связано с изобретательской деятельностью и эргономическими технологиями для достижения поставленной цели в конкретных условиях среды обитания (А.Н. Леонтьев, 1979 [5], Н.Д. Завалова, В.А. Пономаренко, 1984 [3], Б.Ф. Ломов, 1985 [6], В.М. Львов, В.В. Павлюченко, В.В. Спасенников, 1989 [7], Н.А. Назаренко, П.И. Падерно, 2013 [9], Р.В. Яцков, 2018 [16], Д. Мейстер (D.Meister), 1999 [17] и др.).

Актуальность эргономических разработок и внедрения изобретений в процессе создания испытаний современных вертолетов обусловлена необходимостью согласования возможностей человека с динамично изменяющимися технологиям и техническими средствами [14, 18].

Важнейшим условием повышения эрго-

мичности, безопасности современных и перспективных человекомашинных систем является создание нормативной документации по основным стадиям (этапам) жизненного цикла «человек-машина-среда» [1, 2, 10, 11, 17 и др.]. Основные этапы создания и эксплуатации сложных человеко-машинных систем представлены на рисунке 1. Работы, проводимые на этапах 1-3, практически полностью определяют эффективность и удобство использования систем «человек-машина-среда» [15, 16].

Как правило разработка любой системы «человек-машина-среда» начинается с технического предложения (аванпроекта), однако в связи с сокращением сроков проектирования, данный этап часто совмещается с последующими этапами проектирования или вообще аннулируется. Целью аванпроекта является определение возможностей выполнения исполнителем требований Заказчика, а также

моделирование возможных вариантов исполнения. На этом этапе могут быть осуществлены проработки по созданию принципиально новой системы с целым рядом оригинальных технических решений. В рамках эргономического обеспечения может быть определена основная концепция системы, выбран вариант исполнения некоторых подсистем органов управления, принято решение о создании нового дизайна современного вертолёта [4].

Возможна детальная проработка некоторых эргономических требований, которые затем будут включены в ТЗ. Однако Заказчики обычно выдают ТЗ исполнителям без проработки аванпроекта, либо прорабатываются только технические, но не эргономические характеристики изделия. Разработка и создание ТЗ (общего технического задания) реализуется самим Заказчиком (Генеральным заказчиком, или даже самим разработчиком при выполнении собственных разработок) [1, 9].

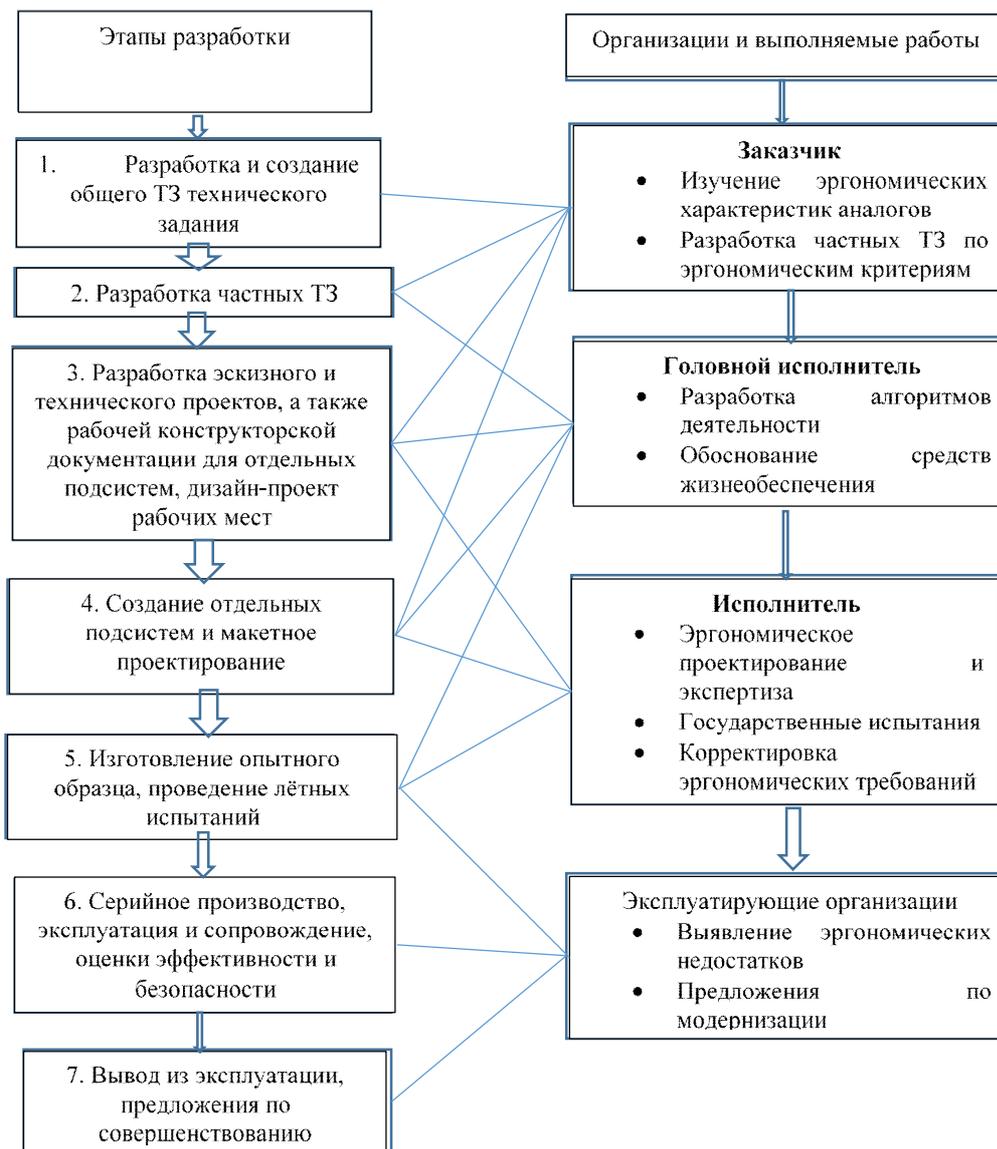


Рис.1. Основные стадии (этапы) жизненного цикла «человек-машина-среда» и участвующие организации

В процессе эргономического проектирования необходимо учитывать психофизиологические возможности лётчиков по переработке информации [3, 8, 18].

Показательным является факт (табл. 1) увеличения инструментальных потоков инфор-

мации, призванных обеспечить решение новых задач в более сложных условиях. Так лётчику перспективного вертолёта необходимо будет использовать 18 информационных потоков. Из них только два канала физиологически взаимосвязаны, и их функциональная сис-

темность сформировалась в процессе онтогенетического развития человека. Другие 16 каналов играют роль посредников между человеком и внешним физическим миром. Таким образом, лётчик в процессе выполнения задач высокого уровня сложности будет отчуждён

от процесса непосредственного восприятия окружающего пространства, и ему придётся пилотировать на основе информации, поступающей от моделей заместителей, представляющих внешний мир. [14, 15].

**Таблица 1. Характеристика и состав информационной среды кабин экипажей современных, модернизируемых и перспективных вертолётов**

Состав информационной среды (информационные потоки)	Неинструментальная	1 визуальная, внекабинная
		2 от других электро- и интрорецепторов
	Инструментальная	3 электромеханические приборы, табло, сигнализаторы
		4 индикатор на лобовом стекле
		5 очки ночного видения
		6 дневной оптический канал
		7 дневной телевизионный канал
		8 ночной низкоуровневый телевизионный канал
		9 круглосуточный телевизионный канал
		10 радиолокационный канал
		11 лазерно-локационный канал
		12 карта местности
		13 бортовой комплекс обороны
		14 нацеленная система целеуказания и индикации
		15 оперативная система указания положения наземных объектов
		16 индикация пространственного положения управляемого вооружения
		17 индикация системы управления оружием
		18 пилотажная и прицельная навигация на многофункциональных электронных индикаторах

Данное обстоятельство определило формирование направления исследовательских работ по изучению психофизиологических особенностей психической регуляции деятельности лётчика в условиях новой информационной среды. Более частные задачи включали изучение оптимизации процессов восприятия, интерпретации и интегрирования информации, представляемой на телевизионном изображении.

В ходе работ было установлено, что, имея несколько информационных каналов (приборная индикация, внекабинное пространство и телевизионное изображение), лётчик в любом случае должен включать эту информацию в общую структуру деятельности. В этой связи требуется решение синтеза сведений от раз-

личных источников, на основе которых должна строиться деятельность экипажа по управлению вертолётом.

Исследованиями Лапа В.В., Чунтулом А.В., Давыдовым В.В., Рябининым В.А. [4] и их сотрудников показано, что использование двойных, а тем более тройных источников разнородной информации приводит к раздвоению предмета трудовой деятельности, усложнению процесса переработки информации и принятия решения человеком-оператором.

В ночных и сложных метеоусловиях единственным источником информации о внекабинном пространстве, наземных объектах и препятствиях может оказаться лишь телевизионная картинка. По данным [14] пороги вос-

приятия относительной удалённости при наблюдении за объектами по телеизображению в 10 раз выше в сравнении с прямым визуальным наблюдением. На базовом сенсорно-перцептивном уровне психического отражения лётчиком внекабинного пространства с использованием телеизображений у него наблюдаются затруднения. На практике это проявляется в том, что в экспериментальных заходах со снижением в условиях полунатурного моделирования по телеизображению около 60% заходов выполнялись с ошибками по высоте  $\pm 41-50$  м и более, 30 % заходов выполнялись с ошибками  $\pm 21-40$  м и только немногим более 10% заходов выполнялись с ошибками по высоте менее  $\pm 20$  м [14, 15].

По мнению лётчиков-испытателей, имеющих опыт испытательных полётов по телевизионному изображению, практически невозможно определить изменения высоты в пределах 60 м и скорости полёта – в 40 км/час. Особую сложность представляет, как оценка наличия препятствий, так и дальности до них.

Поведёнными исследованиями установлено, что в полётах с оптико-телевизионными комплексами возрастает нагрузка лётчика по управлению вертолётom и изменяется стереотип распределения внимания. При этом процесс наблюдения пространства ограничивается малыми полями зрения представляемого изображения и характеризуется появлением «слепых» зон, размеры которых зависят от фокусных возможностей оптических систем и дальности наблюдения [4, 14].

Результаты исследований показали, что по телевизионному изображению ограничивается скорость просмотра местности, которая почти на порядок ниже разрешающей способности человека при прямом визуальном наблюдении. Этот недостаток особенно сильно проявляется при выполнении манёвров, вызывающих смазывание изображения на телеэкране, ограничивая таким образом возможности по скорости изменения пространственного положения вертолётa.

Полученные материалы исследований подтвердили гипотезу о том, что процесс пилотирования с использованием телевизионного изображения внекабинного пространства представляет собой принципиально новый вид деятельности, в котором лётчик загружен максимально. Особую сложность для лётчиков представляют ситуации, когда линия визирования оптико-телевизионного комплекса отклонена от линии полёта. В этих условиях вертолёт летит в одном направлении, а лётчик

наблюдает за наземными объектами по телеизображению в другом направлении. При этом телевизионная информация о внекабинном пространстве не может быть в полной мере использована лётчиком для обеспечения процессов пилотирования и пространственной ориентировки. И наоборот: приборная и внекабинная информация, собираемая лётчиком в процессе пилотирования, не может быть использована для управления оптико-телевизионным комплексом.

Экспериментальными исследованиями установлено, что деятельность экипажа в новых условиях характеризуется следующими особенностями [14]:

- необходимостью управления вертолётom и бортовыми комплексами, и системами на основании восприятия инструментальной информации – условных кодов, представленных оптико-телевизионными средствами отображения информации;
  - разнообразием систем отображения внекабинного пространства и кодирования информации, которую необходимо использовать в различных режимах полёта и эксплуатации вертолётom и их бортового оборудования;
  - снижением информационных потоков от проприоцепторов и двигательного анализатора в силу введения в систему управления вертолётom и бортовыми комплексами многочисленных устройств;
  - расширением диапазона эксплуатации вертолётom и повышением нервно-эмоционального напряжения и социальной ответственности экипажей за выполнение полётного задания;
  - ограничением возможностей экипажей по использованию как внекабинной, так и инструментальной внутрикабинной информации при снижении высоты полёта;
  - необходимостью выполнения совмещённой деятельности по пилотированию вертолётa и управлению оптико-телевизионным комплексом с соблюдением строгой последовательности управляющих действий чёткого распределения функций и организации взаимодействий в экипаже.
- Представленные в табл.2 особенности и условия труда экипажей вертолётom демонстрируют факт смещения акцентов тяжести трудовых нагрузок в сферу психической деятельности. При этом эффективность разработки новых вертолётom определяется уже не только созданием условий для жизнедеятельности и сохранения работоспособности экипажей, но и оптимизацией самой деятельности [4].

Таблица 2. Особенности и условия деятельности экипажей вертолётных новых поколений

№ п/п	Особенности и условия деятельности
1	Взаимодействие экипажей с объектами управления (вертолёт, бортовыми комплексами) посредством условных кодов, представленных оптико-телевизионными средствами отображения информации
2	Разнообразие кодирования информационных потоков от различных систем отображения внекабинного пространства
3	Снижение объёма информации, поступающей от проприоцепторов и двигательного анализатора, в связи с включением в систему управления вертолётными и бортовыми комплексами устройств-посредников (триммеров, автопилотов, автоматов доворота и сканирования пространства и др.)
4	Усложнение задач и расширение диапазона эксплуатации вертолётных в условиях дефицита времени на фоне высокого нервно-эмоционального напряжения и социальной ответственности экипажа за выполнение полётного задания
5	Изменение стереотипа использования экипажем внекабинной и внутрикабинной информации, представляемой информационными средствами
6	Выполнение совмещённой деятельности по пилотированию вертолётного и управлению оптико-телевизионным комплексом
7	Перераспределение функций и высокий уровень взаимодействия членов экипажа
8	Повышение требований к выдерживанию заданных параметров полёта и соблюдению алгоритмов выполнения управляющих действий

Как свидетельствуют многочисленные исследования (Б.Ф. Ломов, А.Н. Леонтьев, Н.Д. Завалова, В.А. Пономаренко, В.В. Лапа, А.В. Чунтул и др.) причиной многих затруднений в сложных системах, в том числе и авиационных, является несогласованность технических характеристик средств труда с характеристиками человека. В наших исследованиях это касается в первую очередь новых средств отображения внекабинного пространства, способов их эффективной эксплуатации и режимов обеспечивающих безопасность полётов. [3, 4, 5, 6 и др.]

Полученный материал актуализировал основные задачи проектирования перспективных вертолётных [14]:

- Формирование достаточно сильного информационного подкрепления экипажа на основе систем индикации параметров представляемых электромеханическими приборами и электронными индикаторами;

- Сопряжение телеизображения и электронных символов на одном телевизионном индикаторе;

- Разработка алгоритмов распределения и загрузки экипажа по ведению пространственной ориентировки в новых условиях деятельности;

- Адаптации светотехнического оборудования и др.

Разработанная в этих целях программа эргономических исследований предусматривает как совершенствование технических характеристик оптико-телевизионных комплексов под возможности человека, так и обоснование рациональных режимов деятельности экипажа с учётом психофизиологических особенностей использования оптико-телевизионных комплексов (табл.3).

В фундаментальных и прикладных исследованиях, проведённых ОАО «МВЗ им. М.Л. Миля» совместно с другими организациями, разработан комплекс мероприятий по эргономической оптимизации создания новых вертолётных [12, 13].

В ближайшем будущем ожидается старт практической реализации идей разработки бортовой системы интеллектуальной поддержки экипажей вертолётных. Идеология данной системой предусматривает обеспечение мониторинга вертолётного с использованием технологии удалённого доступа к параметрам полёта и состоянию экипажа с целью обеспечения высокой эффективности функционирования системы «экипаж-вертолёт-среда». В результате функционирования бортовой систе-

мы интеллектуальной поддержки экипажей вертолётов предусматриваются: формирование экипажу рациональных алгоритмов пилотирования; автоматическая обработка сигналов угрозы безопасности полётов; представление временной матрицы нахождения вертолёт в опасных зонах и режимах; выдача информации о приоритетных задачах; обеспечение оперативного контроля качества деятельности, функционального состояния, двигательной загрузки и работоспособности пилота в различных режимах полёта в зависимости от уровня сложности полётного задания лётно-технических характеристик вертолёт, метео-

условий и др.; прогнозирование динамики изменения пространственного положения вертолёт и возможности развития опасной ситуации (по критериям ограничений вертолёт) и предупреждение об этом пилота; формирование рекомендаций по действиям пилота при развитии нештатной ситуации; выдача пилоту сообщения о его функциональном состоянии и дееспособности; обеспечение дистанционного управления вертолёт с командного пункта с целью его возвращения и посадки на аэродром в случае потери пилотом (экипажем) работоспособности [14].

**Таблица 3. Основные проблемы эргономического сопровождения вертолёт нового поколения**

№ п/п	Проблемы эргономического сопровождения
1	Совершенствование технических характеристик бортовых комплексов под психофизиологические возможности и ограничения человека
2	Обоснование рекомендаций по оптимизации информационных моделей обеспечения деятельности экипажа, определение объёма и формы электронной индикации пилотажно-навигационных и общевертолётных параметров
3	Адаптация системы внутрикабинного освещения, перекомпоновка приборных досок, изменение геометрических размеров кабины
4	Формирование алгоритмов работы и распределения функций в экипаже с учётом психофизиологических механизмов регуляции деятельности
5	Оценка возможности использования экипажем вертолёт различных систем представления внекабинного пространства для пилотирования и пространственной ориентировки
6	Оценка безопасных зон эксплуатации вертолёт нового поколения с учётом характеристик бортовых комплексов по предоставлению внекабинного пространства, уровня сложности решаемых задач и возможностей экипажа
7	Обоснование рекомендаций по оптимизации информационных моделей обеспечения деятельности применительно к задачам, решаемым лётчиком и вторым членом экипажа

В перспективных вертолёт будет внедрено изобретение по патенту RUS2559188 [13], связанное с многоканальным органом управления летательным аппаратом. Кинематика управляющих воздействий по патенту органа управления приведена в таблице 4.

Реализация в бортовой интеллектуальной системе принципа непрерывного контроля основных параметров полёта (высоты, скорости, режимов работы двигателей и др.), которые могут быть достигнуты при выполнении любых пространственных манёвров, позволит осуществлять нелинейный динамический прогноз над трёхмерным рельефом с анализом угрозы столкновения вертолёт и расчётом

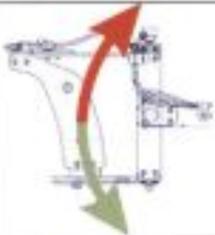
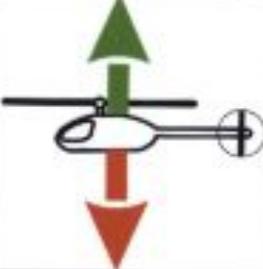
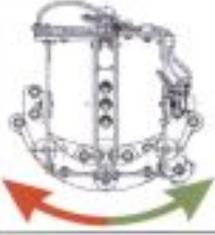
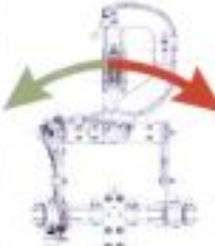
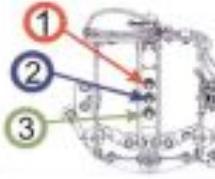
режима оптимального увода вертолёт из опасной зоны, маршрут которого будет отображаться пилоту на многофункциональном индикаторе.

Вершиной будущих технологий в современном представлении будет являться симбиоз пилота и вертолёт на основе биоэлектронной кабины, предполагающей разработку комплекса, объединяющего организм пилота и бортовую экспертную систему. Особенностью биоэлектронной кабины будет являться наличие биокибернетической системы контроля психофизиологических параметров пилота, которая по данным головного мозга, положению рук, размещению рук на органах управ-

ления, интонации голоса, электрокардиограмме, параметров дыхания, электрокожного сопротивления и др. будет определять находится пилот в состоянии работоспособности или дееспособности. Данная система будет определять динамическое распределение функций между пилотом и бортовой экспертной системой при выполнении полётных заданий различного уровня сложности и функционально-

го состояния пилота. При развитии стресса у пилота система автоматически возьмёт часть задач на себя, снижая операционную нагрузку пилота, а при потере дееспособности приведёт вертолёт в безопасные режимы полёта. В случаях отказа экспертной системы пилот будет информирован об отказе с представлением перечня невыполненных задач.

**Таблица 4. Кинематика движений многоканального органа управления для осуществления управляющих воздействий по четырём осям и кнопкам [13]**

№	Изображение управляющего воздействия	Описания результата	Краткое описание принципа движения	Изображение результата управляющего воздействия
1		Движение вперед/назад (канал тангажа)	При отклонении рукоятки МОУ вниз/вверх изменяется угол наклона носа летательного аппарата, за счет чего осуществляется движение вперед/назад	
2		Поднимание/опускание (канал общего шага винта)	При движении ползунка вверх/вниз увеличивается или уменьшается значение параметра шаг-газ, за счет чего осуществляется взлет, набор высоты и посадка вертолета	
3		Наклоны вправо/влево (канал крена)	При отклонении рукоятки в стороны изменяется угол крена летательного аппарата, за счет чего осуществляется движение вправо или влево без поворота носа	
4		Вращение вокруг своей оси (канал направления курса)	При отклонении рукоятки вправо или влево осуществляется изменение азимутального направления носа летательного аппарата. Направление поворота зависит от стороны направления отклонения рукоятки.	
5		Кнопки нажимные	Интегрированные кнопки в рукоять могут выполнять любую дополнительную функцию, связанную с целевой нагрузкой (в зависимости от программы)	<b>ВЫБОР ФУНКЦИИ</b>

Для реализации этих задач разрабатываются методы, основанные на использовании устройств регистрации электрических и магнитных волн проявления мозговой деятельности человека, предусматривающих создание встроенных в шлем лётчика устройств для регистрации электроэнцефалограмм и магнитоэнцефалограмм [14].

В перспективе в биоэлектронной кабине совместно с использованием сенсорных органов управления, голосового управления и управления взглядом предусматривается разработка средств мысленного управления на основе контроля волн мозга.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бурков Е.А., Волосюк А.А., Гусейнов В.Д., Падерно П.И., Сопина О.П. Эргономическое проектирование новых информационных систем // Биотехносфера. – 2015. – №1 (37). – С. 3-9.
2. Дергачев К.В., Кузьменко А.А., Спасенников В.В. Анализ взаимосвязи объекта и парадигмы исследования в эргономике с использованием информационных технологий // Эргодизайн. – 2019. – №1 (03). – С. 12-22. DOI: 10.30987/article\_5c518d8bd8e3d8.46297271.
3. Завалова Н.Д., Пономаренко В.А. Специфика психологического образа, регулирующего действия человека в условиях искажений афферентации // Вопросы психологии. – 1984. – №2. – С. 26-35.
4. Лапа В.В., Чунтул А.В., Давыдов В.В., Рябинин В.А. Эволюция методологии, задачи и содержание эргономического обеспечения системы «экипаж-вертолет-среда» // Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики. – 2013. - №4(67). – С. 42-46.
5. Леонтьев А.Н. Психология образа // Вестник Московского университета. Серия 14. «Психология». - 1979. - №2 – С. 85-92.
6. Ломов Б.Ф. Проблема образа в психологии // Вести АН СССР. – 1985. - №6. – С. 85-92.
7. Львов В.М., Павлюченко В.В., Спасенников В.В. Инженерно-психологические вопросы проектирования деятельности операторов // Психологический журнал. – 1989. – Том 10. - №5. - С. 66-74.
8. Лысаков Н.Д., Лысакова Н.Е. Вклад К.К. Платонова в становление отечественной авиационной психологии // Национальный психологический журнал. – 2012. - №2(8). - С. 100-105.
9. Назаренко Н.А., Падерно П.И. Эргономическая экспертиза: реалии и тенденции // Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики. – 2013.- №4. - С.87-88.
10. Спасенников В.В., Торбин С.И., Федотов С.Н., Смирнов Ю.И. Патент на изобретение RUS 1809455 МПК G09B7/00 Устройство для оценки психологической совместимости, 07.09.1990.

Таким образом, в ближайшем и отдалённом будущем следует ожидать появления новых средств и способов, позволяющих принципиальным образом оптимизировать эргономику вертолётчиков, качественно изменить профессиональную деятельность пилотов, снизить операционную нагрузку и повысить безопасность полётов.

Эргономические технологии и дизайнерские разработки в вертолётной отрасли могут быть успешно реализованы на других летательных аппаратах и транспортных средствах, а также в бытовой, коммуникативной, развлекательной и других сферах.

## REFERENCES

1. Burkov, E. A., Volosyuk, A. A., Guseinov V. D., Paderno P. I., Sopina O. P. New information systems' ergonomic design // Biotechnosphere. – 2015. – №1 (37) – P.3-9.
2. Dergachev K. V., Kuzmenko A. A., Spasennikov V. V. Relationship's analysis between the object and the research's paradigm in ergonomics with the use of information technologies // Ergodesign. – 2019. – №1 (03). – P. 12-22. DOI: 10.30987/article\_5c518d8bd8e3d8.46297271.
3. Zavalova N. D., Ponomarenko V. A. Psychological image's specificity governing human actions in terms of distortion afferentation // Questions of psychology. – 1984 – No. 2 – P. 26-35.
4. Lapa V., Chuntul A.V., Davydov V. V., Ryabinin V. A. Evolution of the methodology, objectives and contents of the ergonomic support of the system "crew-helicopter-environment" // Human factors: problems of psychology and ergonomics. – 2013. - №4(67). – P. 42-46.
5. Leontiev A. N. Psychology of image // Bulletin of the Moscow University. Series 14. «Psychology.» 1979. - No. 2. – P. 85-92.
6. Lomov B. F. Image's problem in the psychology // News of as USSR. – 1985. - No. 6. – P. 85-92.
7. Lvov V. M. Pavlyuchenko V. V., Spasennikov V. V. Engineering-psychological design considerations of the operator's activity // Psychological journal. – 1989. – Volume 10. - No. 5.- P. 66-74.
8. Lysakov N. D., Lysakova N. E. K. K. Platonov's Contribution on the Russian aviation psychology's formation // National psychological journal. – 2012. - №2(8).- P. 100-105.
9. Nazarenko N. A., Paderno P. I. Ergonomic expertise: realities and trends // Human factor: problems of psychology and ergonomics. – 2013.- No. 4.-P. 87-88.
10. Spasennikov V. V., Torbin S. I., Fedotov S. N., Smirnov Y. I. A patent for the invention RUS 1809455 G09B7 IPC/00 apparatus for assessment of psychological compatibility, 07.09.1990.

11. Спасенников В.В. Феномен цветовосприятия в эргономических исследованиях и цветоконсультации // Эргодизайн. – 2019. – №2(04). – С. 51-60. DOI: 10.30987/article\_5cb22163c8b6b7.59336480.

12. Чунтул А.В., Александров В.В., Кулешов С.В., Зайцева А.А. Патент на изобретение RUS 2587724 МПК А61В5/16 Цифровой биометрический комплекс оценки функционального состояния пилота воздушного судна 25.04.2013.

13. Чунтул А.В., Таратонов И.А. Патент на изобретение RUS 2559188 МПК В64С13/06 Многоканальный орган управления летательным аппаратом 25.03.2014.

14. Чунтул А.В. Человек в вертолете: психофизиология профессиональной деятельности экипажей современных и перспективных вертолетов. – Когито-Центр. 2018. – 320 с.

15. Эргономические технологии разработки и испытаний вертолетов «МИ»/ Под ред. А.Г. Самусенко, Г.П. Ступакова, А.В. Чунтула. – М.: ОАО «МВЗ им. М.Л. Миля». – 2012. – 288 с.

16. Яцков Р.В. Морфологический синтез комплекса имитационных моделей с учетом адаптивного информационного взаимодействия операторов с объектом управления // Эргодизайн, 2018. – №2(02). – С. 29-32. DOI: 10.30987/article\_5bf98b6402c571.26314373.

17. Meister D. The history of human factors and ergonomics/ D. Meister.- Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1999.-588p.

18. Chuntul A.V., Lapa V.V., Davidov V.V. Spatial orientation of pilot using a cockpit exterior surveillance system// Human psychology 2015 vol 41, №7, P. 728-731.

11. Spasennikov V. V. Color vision's phenomenon in ergonomic research and color calibration // Ergodesign. – 2019. – No. 2(04). – P. 51-60. DOI: 10.30987/article\_5cb22163c8b6b7.59336480.

12. Chuntul A.V., Alexandrov V. V., Kuleshov S. V., Zaitsev A. A. Patent for the invention RUS 2587724 IPC A61B5/16 Digital biometric complex assessment of the aircraft's pilot functional state 25.04.2013.

13. Chuntul A. V., Taratonov I. A. Patent for invention RUS 2559188 IPC B64C13/06 Multi-channel aircraft's body control 25.03.2014.

14. Chuntul A. V. Man in helicopter: professional activity's psychophysiology of the modern and advanced helicopters' crews. – Kogito-Tsentr. 2018. – 320 p.

15. Ergonomic technology development and testing of helicopters "MI"/ Under the editorship of A. G. Samusenko, G. P. Stupakov, A. V. Chuntul. – М.: OJSC "MVZ im. M.L. Milya". – 2012. – 288 p.

16. Yatskov R. V. Morphological synthesis of complex simulation models within an adaptive information operators' interaction with the management's object // Ergodesign, 2018. – No. 2(02). – P. 29-32. DOI: 10.30987/article\_5bf98b6402c571.26314373.

17. Meister D. The history of human factors and ergonomics/ D. Meister.- Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1999. - 588p.

18. Chuntul A.V., Lapa V.V., Davidov V.V. Spatial orientation of pilot using a cockpit exterior surveillance system // Human psychology, 2015, vol 41, №7, P. 728-731.

Ссылка для цитирования:

Чунтул А.В. Эргономическое обеспечение разработки современных и перспективных систем «экипаж-вертолет-среда» / А.В. Чунтул / Эргодизайн. – №4. – С. 147–155. DOI:10.30987/2619-1512-2019-2019-4-147-155.

**Сведения об авторах:**

**Чунтул Александр Васильевич**

д.м.н., Лауреат Премии Правительства РФ в области науки и техники.

ОАО «МВЗ им. М.Л. Миля» (г.Москва)

E-mail: ChuntulAlexander<creiscorp@yandex.ru>

ORCID

**Abstracts:**

**A.V. Chuntul**

d.m.s., Laureate of the Russian Government Prize in science and technology

ОАО «МНП named by M.L. Milya»

E-mail: ChuntulAlexander <creiscorp@yandex.ru>

ORCID

Статья поступила в редколлегию 09.09.2019г.

Рецензент:

д.т.н., профессор

Брянского государственного  
технического университета

Киричек А.В.

Статья принята к публикации 19.09.2019 г.