

*M. A. Бокарев, С. С. Сафонова*

## **ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА ОПЕРАТОРОВ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

*Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, г. Санкт-Петербург,  
Российская Федерация*

**Цель исследования** – физиолого-гигиеническая оценка условий профессиональной деятельности операторов беспилотных летательных аппаратов.

**Задачи исследования:**

1. Изучить условия и характер профессиональной деятельности операторов БПЛА.
2. Провести физиолого-гигиеническую оценку условий профессиональной деятельности, влияющих на состояние здоровья и работоспособность операторов БПЛА.

**Полученные данные:**

Условия труда операторов зависят от категории беспилотного летательного аппарата. В зависимости от особенностей конструкции, технических возможностей и принципа управления беспилотным аппаратом, работа специалистов возможна как в стационарных, так и в полевых условиях, что определяет степень воздействия физических, химических и биологических факторов трудовой деятельности операторов. Параметры тяжести и напряжённости относятся к вредным, за счёт высокой интенсивности физических нагрузок, возможности нахождения в вынужденной позе, тяжести переносимого и удерживаемого груза, а также повышенных интеллектуальных и психоэмоциональных нагрузок и высокой степени риска для собственной жизни и степени ответственности за безопасность других лиц.

**Ключевые слова:** операторы беспилотных летательных аппаратов, гигиеническая оценка, факторы профессиональной деятельности, функциональное состояние организма человека.

*M. A. Bokarev, S. S. Safonova*

## **PHYSIOLOGICAL AND HYGIENIC ASSESSMENT OF THE WORKING CONDITIONS OF OPERATORS OF UNMANNED AERIAL VEHICLES**

*The purpose of the study is a physiological and hygienic assessment of the professional conditions of operators of unmanned aerial vehicles.*

**Research objectives:**

1. To study the conditions and nature of the professional activities of UAV operators.
2. To conduct a physiological and hygienic assessment of the professional conditions affecting the health and performance of UAV operators.

**Received data:**

*The working conditions of the operators depend on the category of the unmanned aerial vehicle. Depending on the design features, technical capabilities and control principle of the unmanned vehicle, the work of specialists is possible both in stationary and in the field, which determines the degree of impact of physical, chemical and biological factors of the operators' work. The parameters of severity and tension are harmful due to the high intensity of physical exertion, the possibility of being*

*in a forced position, the severity of the load being carried and held, as well as increased intellectual and psycho-emotional stress and a high degree of risk to one's own life and the degree of responsibility for the safety of others.*

**Key words:** operators of unmanned aerial vehicles, hygienic assessment, factors of professional activity, functional state of the human body.

Спектр применения беспилотных летательных аппаратов (далее БпЛА) на сегодняшний день динамично развивается, делая их уникальными системами гражданского и военного назначения. БпЛА позволяют значительно облегчить трудовые процессы а также снизить риск для человека при работе в экстремальных условиях: тушении пожаров, ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, обследовании труднодоступных и удалённых объектов и территорий.

При этом, вместе с ростом значимости и широким распространением профессии – оператор БпЛА в различных областях деятельности человека, повышается необходимость гигиенической оценки факторов их военно-профессиональной деятельности в целях разработки и совершенствования профилактических мероприятий, направленных на сохранение и укрепление их здоровья и повышения работоспособности.

Беспилотный летательный аппарат – это летательный аппарат, не имеющий на борту пилота (экипажа), использующий силу тяги двигателей и аэродинамические силы для полётов в атмосфере, имеющий целевую нагрузку, определяющую его назначение, и осуществляющий полёт как по заранее заданной программе, так и с использованием дистанционного управления.

Оператор (пилот) беспилотного летательного аппарата – специалист по управлению БпЛА. Он занимается подготовкой беспилотного летательного аппарата к полётам, созданием полётных заданий, настройкой техники, закрепляемой на БпЛА, проведением полётов, оформлением необходимой сопутствующей документации, а также

техническим обслуживанием и мелким ремонтом.

Трудовая деятельность оператора беспилотных летательных аппаратов зависит от вида пилотируемого летательного аппарата. Выделяют следующие типы БпЛА, отличающиеся конструктивными особенностями и принципом работы:

- 1) БпЛА с жёстким крылом (БпЛА самолётного типа);
- 2) БпЛА с гибким крылом;
- 3) БпЛА с вращающимся крылом (БпЛА вертолётного типа);
- 4) БпЛА с машущим крылом;
- 5) БпЛА аэростатического типа.

На сегодняшний день классификация БпЛА ориентирована преимущественно с учётом дальности действия взлётной массы (табл. 1) [6]:

**Таблица 1. Классификация БпЛА по дальности действия и взлётно-технической массе**

Категория БпЛА	Взлётная масса, кг	Дальность действия, км
Микро и мини БпЛА ближнего действия	0–5	25–40
Легкие БпЛА малого радиуса действия	5–50	10–70
Легкие БпЛА среднего действия	50–100	70–150 (250)
Средние БпЛА	100–300	150–1000
Средне – тяжёлые БпЛА	300–500	70–300
Тяжёлые БпЛА среднего радиуса действия	< 500	70–300
Тяжёлые БпЛА большой продолжительности полёта	< 1500	1500
Беспилотные самолёты	< 500	1500

Типы и спецификации БПЛА определяют и особенности военно-профессиональной деятельности специалистов, что на

сегодняшний день требует их исследования и гигиенической оценки. Условия трудовой деятельности операторов различных категорий БпЛА сопряжены с дифференцированными по силе и времени воздействия факторами влияния физической, химической, биологической и психоэмоциональной природы на состояние здоровья специалистов, что в конечном итоге определяет их работоспособность и функциональное состояние.

Интенсивность воздействия профессиональных факторов зависит от дальности действия БпЛА, продолжительности его работы, условий запуска и посадки аппарата, а также способов управления и места дислокации расчёта.

Рабочие места операторов БпЛА могут оборудоваться как в стационарных, так и в полевых, приспособленных условиях, сильно различающихся по уровню коммунально-бытового обустройства и интенсивности воздействия неблагоприятных факторов трудового процесса [1].

Управление БпЛА может осуществляться:

- при помощи пульта управления с рычагами для каждой руки, кнопок, потенциометров и тумблеров;
- с использованием компьютерной мыши, сенсорного дисплея и клавиатуры для введения параметров в программу, запущенную на автоматизированное рабочее место наземной станции управления;
- при помощи пульта управления, сходного с авиационной ручкой управления самолетом и т. д.

Профессиональную деятельность оператора БпЛА можно разделить на этапы предполётной подготовки, выполнения полётного задания, послеполётной подготовки. Время на предполётную подготовку зависит от объёма задач и может занимать от нескольких минут до суток. Выполнение полётного задания производится как в дневное, так и в ночное время суток.

Расчёт БпЛА помимо оператора включает также инженера и техника БпЛА, при этом программа обучения операторов БпЛА подразумевает также техническую и инженерную подготовку, что при необходимости может расширить спектр деятельности самого оператора.

### Результаты исследования

Для обоснования профилактических мероприятий по сохранению и укреплению здоровья и работоспособности специалистов – операторов БпЛА необходимы научные данные по гигиенической оценке условий их трудовой деятельности.

Гигиеническая оценка условий трудовой деятельности операторов БпЛА, включает в себя анализ физических, химических, биологических факторов профессиональной среды, а также определение параметров тяжести и напряжённости трудового процесса.

#### 1. Гигиеническая характеристика физических факторов

К физическим факторам, оказывающим влияние на здоровье операторов БпЛА, относятся: температура окружающего воздуха, скорость его движения, радиационная температура ограждающих поверхностей, тепловое излучение, уровни влажности воздуха, уровень напряжённости электромагнитного поля, уровень шума, параметры освещённости и спектр пылевой нагрузки среды.

В полевых условиях возможно длительное нахождение под открытым небом, воздействием ветра, высоких или низких температур, отрицательной и положительной радиации, под действием метеорологических осадков, почвенной сырости, оказывающих существенное влияние на теплообмен операторов БпЛА. Применение БпЛА не ограничивается климатическими зонами, работа операторов может сопровождаться значительным напряжением систем терморегуляции организма.

В летний период года и при работе в пустынных районах деятельность операторов сопряжена с воздействием неблагоприятных климатических условий: зной; сильный ветер, переносящий песок и пыль; интенсивная солнечная радиация, раскаленная почва и технические объекты, горячий окружающий воздух в дневное время суток, с резким падением температуры воздуха ночью. Также существенно оказываются влияние характеристики ландшафта: равнинный, открытый характер местности, отсутствие растительности, которые затрудняют обеспечение необходимых условий для отдыха и размещения операторов, а также скрытность передвижения, способствующие более быстрому возникновению тепловых и солнечных ударов и обезвоживанию организма.

В горных районах деятельность оператора отличается большим физическим напряжением, в сочетании с воздействием отрицательной температуры воздуха, высокой солнечной радиации, а также явлениями кислородной недостаточности.

В зимнее время года воздействует отрицательная температура воздуха, оказывающая негативное влияние при высокой влажности, приводящее к общему охлаждению тела или отдельных его участков, особенно кистей рук. При произведении полёта оператор БпЛА находится в неподвижном состоянии в сочетании с вынужденным положением, препятствующим естественному кровоснабжению кистей и стоп, что значительно повышает риск их обморожения.

Диапазон температуры внешней среды опосредовано определяет время управления БпЛА [4].

Для различных климатических поясов характерны средние сезонные температурные колебания. Например, в условном городе средней полосы, относящемуся к III климатическому региону средняя температура воздуха за три зимних месяца составляет в диапазоне от  $-8,5^{\circ}\text{C}$  до  $-9,1^{\circ}\text{C}$ .

Это означает, что профессиональная деятельность операторов БпЛА, относящаяся к IIa – IIb категории работ, в этот период на открытой территории оценивается как вредный класс условий труда, 3 степени при отсутствии регламентированных перевозов и 2 степени – при их наличии [2].

Таким образом, условия труда операторов БпЛА на открытом воздухе по параметрам микроклимата можно классифицировать к классу 3 «вредные» в соответствии с Руководством по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса.

**Параметры микроклимата рабочих помещений.**

Параметры микроклимата рабочих помещений, отличаясь большой вариабельностью, зависят от климатических условий, сезона, характера отопления и вентилирования воздуха [3]. Воздействие на организм каждого из параметров микроклимата в отдельности и (или) в сочетаниях оказывается прежде всего на тепловом состоянии.

При работе в ограниченных пространствах и наличии большого количества электронной техники возможно повышение температуры воздуха, понижение относительной влажности воздуха рабочей зоны за счет выделения тепла от работающей аппаратуры. Высокая температура воздуха в сочетании с малой подвижностью воздуха могут способствовать перегреванию организма операторов.

При управлении БпЛА из зданий и сооружений параметры микроклимата определяются: их отношением к земной поверхности, теплопроводностью материалов, из которого сделаны стены, пол и потолок, наличием систем отопления и вентиляции, временем года и погодой. Температура воздуха при этом может быть в широком диапазоне значений, что определяется уровнем коммунально-бытового обустройства рабочего места. Для подвальных помещений характерны высокая влажность воз-

духа в сочетании с пониженной температурой и её неравномерным распределением по горизонтали и вертикали, что усиливает напряжение систем терморегуляции организма специалиста.

**Напряженность электрического и магнитного полей**

Передающие устройства создают (электро-магнитные поля) ЭМП напряжённостью от нескольких десятков до нескольких сотен вольт/метр. При одновременной работе нескольких передатчиков напряжённость поля увеличивается.

Повышенный уровень напряженности электрического и магнитного полей в широком диапазоне частот (в том числе от токов промышленной частоты 50 Гц) возможен от компьютера, периферийного оборудования, особенно при отсутствии заземления оборудования, а также от внешних источников.

Механизм биологического действия ЭМП радиочастот связан с тепловым и нетепловым эффектом. Тепловое действие характеризуется повышением температуры тела, локальным избирательным нагревом тканей, органов, клеток вследствие перехода электромагнитной энергии в тепловую. Тепловой эффект зависит от интенсивности облучения.

### Параметры освещённости.

В процессе работы оператора БпЛА имеет место частая переадаптация глаза к различным уровням яркости, особенно при управлении аппаратами в ночное время. По результатам проведённого анкетирования было установлено, что в некоторых случаях ночные вылеты могут составлять до 75 % от всего объёма полетов в сутки.

При работе с очками и шлемами зрительный дискомфорт развивается быстрее за счёт отсутствия возможности регулировки расстояния, положения экрана и непосредственной близости источника света к глазам операторов [9].

При работе операторов БпЛА наблюдаются повышенные уровни прямой и отражённой блёсткости, пульсации светового потока; яркости светового изображения и неравномерность распределения яркости в поле зрения; пониженный или повышенный уровень освещённости на рабочем месте [8].

При недостаточной освещённости выполнение рабочих операций требует дополнительных усилий и значительного напряжения зрительного анализатора оператора [7].

### Уровень шума.

В зависимости от продолжительности воздействия различают шум продолжительный с суммарной длительностью 4 часа и более, кратковременный длительностью менее 4 часов в смену, а с учётом путей передачи – воздушный, когда звуковые колебания распространяются в воздухе, и структурный (корпусной), при котором звуковые колебания распространяются в достаточно протяжённых твёрдых телах [5].

Действие шума не ограничивается только слуховым анализатором. Интенсивный шум оказывает отрицательное действие на функцию зрительного, двигательного, вестибулярного анализаторов, приводит к снижению работоспособности.

Источниками шума, в том числе и импульсного, в процессе трудовой деятельности оператора БпЛА являются сами беспилотные аппараты, специальная техника, работающие вентиляторы охлаждения компьютеров, неотрегулированные источники люминесцентного освещения, вентиляторы и системы кондиционирования воздуха, дизельные установки и генераторы, электромоторы.

### 2. Гигиеническая характеристика химических факторов.

К химическим факторам относятся различные вредные примеси к воздуху (пороховые, отработавшие, аккумуляторные газы и т. п.), вещества, загрязняющие

поверхность кожи и одежды, технические жидкости (растворители, охлаждающие, тормозные, гидравлические, пусковые, противообледенительные, антидетонаторы), различные виды топлив и продукты их неполного сгорания, аккумуляторные жидкости, вещества, выделяющиеся человеком в процессе жизнедеятельности. В процессе работы из корпуса электронной техники происходит выделение двуокиси углерода, озона, аммиака, окислов азота, фенола, формальдегида и полихлорированных бифенилов, превышение концентраций которых может наблюдаться при управлении беспилотным аппаратом из ограниченных помещений с недостаточной вентиляцией.

Газы, выделяемые отопительными и осветительными приборами: окись углерода, углекислота, продукты сухой перегонки топлива – терпены, оксикислоты, альдегиды, смолистые вещества, дымовые частицы, водород и мышьяковистый водород, также способны накапливаться в воздухе закрытых, плохо вентилируемых помещений, с недостаточным уровнем вентиляции.

### 3. Гигиеническая характеристика биологических факторов.

Биологические факторы – микроорганизмы-продуценты, живые клетки и споры, патогенные микроорганизмы – возбудители инфекционных заболеваний [2].

Оператор, как живой организм, является носителем микроорганизмов, выделяет их в воздух рабочего помещения, а также контактирует органы управления БпЛА, например пульты, клавиатуры, очки, шлемы. Повышению концентрации в воздухе и оборудовании патогенной микрофлоры (прежде всего стафилококковой и стрептококковой) способствует повышенная температура воздуха, нарушение режима проветривания и уборки. Распространению способствует смена пользователей оборудования без проведения дезинфекционной обработки.

Основной причиной контаминации поверхностей условно-патогенными и пато-

генными микроорганизмами, можно рассматривать отсутствие условий по выполнению правил личной гигиены [10]. Пыль, скапливающаяся на поверхности и между кнопками, также создает благоприятные условия для накопления возбудителей. Конструкция большинства стандартных пультов управления, очков, шлемов, клавиатур не позволяет проводить качественное обеззараживание их поверхностей. Они содержат открытые промежутки вокруг клавиш, где микробные загрязнители могут накапливаться в течение долгого времени [10].

Наличие вентиляторов в конструкциях очков и шлемов специалистов БпЛА способствует пересыханию и затем проникновению патогенной микрофлоры.

Наличие микроорганизмов и плесени на рабочих местах создает также предпосылки для развития аллергопатологии, связанной с синергетическим эффектом мураловой кислоты клеточной стенки грам-положительных бактерий и плесневых грибов [9].

Микрофлора поверхностей формируется за счёт воздушной и контактной микрофлоры. Среди этих микроорганизмов присутствуют возбудители инфекций дыхательных путей, кишечных, кожных, офтальмологических и других инфекций.

Многие поверхности, в первую очередь современные материалы из стекла и пластика, контактируют пылевые частицы и аэрозоли за счёт накопленного статического электричества. Бактерии и вирусы могут длительное время сохранять контагиозность на различных поверхностях.

### 4. Гигиеническая характеристика условий труда по параметрам тяжести.

Деятельность операторов БпЛА подразумевает комбинирование статической и динамической нагрузок. Перемещение беспилотного аппаратного комплекса может производиться в пешем порядке или на автомобильной технике. Время перемещения зависит от расстояния и условий местности, при этом специалист может

испытывать значительные физические нагрузки; связанные в том числе с необходимостью переноса специального оборудования различного веса.

При пилотировании БпЛА физическую работу можно охарактеризовать как статическую. Операторы БпЛА, использующие пульты управления, могут удерживать его в течение выполнения полёта, при этом вес пультов управления в среднем колеблется от нескольких сотен грамм до нескольких килограмм.

В холодное время специалисты-операторы используют зимний утепленный комплект полевого обмундирования, имеющий хорошие теплозащитные свойства, но при этом затрудняющий выполнение двигательных действий, что приводит к быстрому физическому утомлению, особенно при необходимости перемещения на значительные расстояния.

Органы управления БпЛА располагаются, как правило, ниже уровня груди, что заставляет оператора держать голову наклонённой на 45 градусов во фронтальной плоскости. Перенапряжение мышц при нахождении в вынужденной позе длительное время приводит к развитию дискомфортных ощущений, болевого синдрома в данных областях. При этом, у оператора не всегда имеется возможность смены положения тела ввиду нахождения в ограниченном пространстве. Стеснённая работа значительно затрудняет работу легких, может возникать дискомфорт с дыханием, а также нарушение циркуляции крови в нижних конечностях, что приводит к застою и скоплению жидкости. В отсутствие стационарно оборудованного рабочего места, или в связи с особенностями боевой деятельности, операторы могут производить пилотирование, находясь в приспособленной позе, в зависимости от условий местности.

При стационарном размещении длительные статические нагрузки вследствие нерациональной организации рабочего

места (неудобные кресла, столы, отсутствие подставок для ног и кистей рук) в значительной степени усиливают напряжение мышц позвоночника, ног, рук, шеи, глаз.

В большинстве случаев управление полётом производится из положения стоя, сидя, но не исключаются варианты управления полулёжа, лёжа. Нахождение в положении сидя отмечается наиболее удобным. Наличие спинки у стула облегчает поддержание положения туловища.

Особенности биомеханики рабочей позы «сидя».

Рабочая поза «сидя» требует от оператора разгибания локтевых суставов с отклонением от физиологической нормы в среднем до 45,0°, лучезапястного – до 35,0°, или 19,4 %, коленного – до 21,5°, или 20,0 %, а также отведения плеча и отклонения туловища от вертикали – до 14,0°, или 70,0 % и шеи от вертикали – до 17,5°, или 100,0 %. Эти изменения достигают еще большей степени при нарушении правил эргономики, когда выявляется значительное индивидуальное несоответствие физических данных оператора и рабочего кресла. Значительные изменения претерпевают сочленения костей таза: «раскрываются» подвздошные кости, крестец занимает торсионное положение, нижний поясничный позвонок смещается в противоположную сторону.

Особенности биомеханики рабочей позы «стоя». У операторов БпЛА в рабочей позе «стоя» вынужденное положение заключается в разгибании локтевых суставов с отклонением от физиологической нормы до 47,3 %. Также при пилотировании может наблюдаться отклонение от физиологической нормы в сгибании плеча, тазобедренного и коленного суставов, разгибании голеностопного сустава, отклонения от вертикали и наклона шеи.

Работа в позе «сидя» приводит к отклонению крестца в сагittalной плоскости во флексии до 19,3° с изменением поясничного лордоза и грудного кифоза.

Следует заметить, что варианты изменения биомеханики не статичны, а переходят один в другой неоднократно в течение рабочей смены.

Биомеханика шейного отдела изменяется в соответствии с движениями в грудном и поясничном отделах позвоночника

При развитии утомления в рабочей позе «стоя» минимизация нагрузки на мышцы происходит путем балансировки общего центра тяжести тела за счёт смещения региональных центров тяжести в противоположные стороны.

Центр тяжести нижних конечностей смещается вперед, тазового, поясничного, нижнегрудного отделов и головы – назад, а верхнегрудного и шейного – вперед. Уменьшается угол разгибания голеностопных суставов (до 81,2°), усиливается сгибание в коленных суставах (161,7°), крестец и таз отклоняются назад (до 87,3°), сглаживается лордоз позвоночника в поясничном отделе и усиливается кифоз в грудном отделе позвоночника. Также уменьшается шейный лордоз со сгибанием шеи до 40,1°, усиливается экстензия в головных суставах (до 41,2°), что сопровождается возникновением болевого синдрома в данных областях.

При работе в позе «стоя» чаще возникает утомление и боли в предплечьях и кистях, шейном и поясничном отделах позвоночника, голенях и стопах. У работающих сидя преобладают жалобы на дискомфорт в поясничном и крестцовом отделах позвоночника, наблюдается более сильное утомление в предплечьях, кистях и нижних конечностях.

Таким образом тяжесть труда, обусловленная значительными физическими динамическими нагрузками, вынужденной рабочей позой, наклонами корпуса может быть отнесена к вредным второй степени (класс 3.2) [2].

5. Гигиеническая характеристика условий труда по параметрам напряжённости.

Напряженность труда – характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу операторов. К факторам, характеризующим напряженность труда, относятся: интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, степень монотонности нагрузок, режим работы [2].

В трудовой деятельности оператора БпЛА преобладают логические, мыслительные операции, автоматизированные сенсорно моторные реакции, образное мышление, концентрация внимания для поиска и визуального распознавания объектов на мониторе. Высокая концентрация внимания может приводить к общему переутомлению организма. Оператором производится селекция, анализ и интерпретация полученной информации. Основная нагрузка приходится на зрительный и слуховой анализаторы.

Длительная обработка визуальной информации искажает действительность, может приводить к нарушениям со стороны вестибулярного аппарата и иллюзиям визуального происхождения. Вследствие повышенных зрительных нагрузок и адинастии глазных мышц при высоком статическом зрительном напряжении в течение длительного времени возникает дискомфорт и болевые ощущения в области глаз.

Профессиональная деятельность операторов БпЛА относится к зрительно-напряженной работе с преимущественным характером информационного компонента, реализующегося в условиях воздействия разнообразных факторов внешней среды. Осуществление деятельности сопровождается значительным эмоциональным напряжением. Оно выражается в снижении чувствительности зрительного и слухового анализаторов, общем торможении когнитивных процессов, интенсивности внимания, ухудшении памяти. При выполнении очередного полёта без отдыха, необ-

ходимого для восстановления, утомление компенсируется высоким нервно-психическим напряжением. Концентрация внимания, как правило, сопровождается эмоциональными переживаниями. Эмоциональное перенапряжение ведёт к временному понижению устойчивости различных психических функций, координации движения и работоспособности.

Условия труда операторов по параметрам напряжённости характеризуется как вредный, труд напряженный 2 степени [2].

### Выводы

Произведён гигиенический анализ условий труда операторов беспилотных летательных аппаратов. Установлено, что условия труда операторов разных категорий беспилотных летательных аппаратов неодинаковы. В зависимости от особенностей конструкции, технических возможностей и принципа управления беспилотным аппаратом, работа специалистов возможна как в стационарных, так и в полевых условиях, что определяет степень воздействия физических, химических и биологических факторов трудовой деятельности операторов. При этом параметры тяжести и напряжённости не зависят от условий работы и относятся к вредным, за счёт высокой интенсивности физических нагрузок, возможности нахождения в вынужденной позе, тяжести переносимого и удерживающего груза, а также вредным за счёт повышенных интеллектуальных и психоэмоциональных нагрузок, а также высокой степени риска для собственной жизни и степени ответственности за безопасность других лиц.

### Литература

- Горбунов, А. А., Галимов А. Ф. Влияние метеорологических факторов на применение и безопасность полёта беспилотных летательных аппаратов с бортовым ретранслятором радиосигнала // Научно-аналитический журнал «Вест-

ник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2016. № 2.

2. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: Р 2.2.2006-05 // Бюллетень нормативных и методических документов госсанэпиднадзора. 2005. № 3. С. 26-37.

3. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания: издание официальное: утвержден Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 28 января 2021 г.: введен 01.03.2021.

4. Статья «БПЛА в условиях арктического региона» опубликована в журнале «Neftegaz.RU» (№ 5, Май 2019).

5. Суворов, Г. А. К обоснованию ПДУ импульсного шума / Г. А. Суворов [и др.] // Гиг. труда. – М., 1992. – С. 4-7.

6. Фетисов, В. С. Беспилотная авиация: терминология, классификация, современное состояние [Текст] / В. С. Фетисов, Л. М. Неугодникова, В. В. Адамовский, Р. А. Красноперов. – Уфа: ФОТОН, 2014. – 217.

7. Хасанова, Н. Н., Агиров, А. Х., Даутов, Ю. Ю., Филимонова, Т. А. (2013). Особенности развития утомления у профессионалов пользователей при работе на компьютере и его профилактика. Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки, (2 (119)), 88–97.

8. Шаповалов, С. Л. Материалы к проблеме зрительного утомления операторов видеодисплейных терминалов / С. Л. Шаповалов, А. С. Александров. – М.: Гл. воен. клинич. госпиталь им. Н. Н. Бурденко, 1999. – 174 с.

9. Berg, M. Skin problem in workers using visual display terminals. A study of 201 patients / M. Berg // Contact Dermatitis. – 1988. – Vol. 19, № 5. – P. 335–341.

10. Sattar, S. A., Springthorpe, V. S., Wells, G. A. et al. Rotavirus survival on human hands and transfer of infectious virus to animate and non-porous inanimate surfaces // Journal of Clinical Microbiology. – 1988. – Vol. 26. – P. 1513–1518.

### References

1. Gorbunov, A. A., Galimov A. F. Vliyanie meteорologicheskikh faktorov na primenie i bezopasnost' polota bespilotnyh letatel'nyh apparatov s bortovym retranslyatorom radiosignal'a // Nauchno-analiticheskij zhurnal «Vestnik Sankt-Peterburgskogo

universiteta Gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby MChS Rossii». 2016. № 2.

2. *Rukovodstvo po gigienicheskoy ocenke faktorov rabochej sredy i trudovogo processa. Kriterii i klassifikaciya uslovij truda: R 2.2.2006-05 // Byulleten' normativnyh i metodicheskikh dokumentov gosanepidnadzora. 2005. № 3. S. 26-37.*

3. *SanPiN 1.2.3685-21. Gigienicheskie normatyvnye i trebovaniya k obespecheniyu bezopasnosti i (ili) bezvrednosti dlya cheloveka faktorov sredy obitaniya: izdanie oficial'noe : utverzhden Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom Rossijskoj Federacii 28 yanvarya 2021 g: vveden 01.03.2021.*

4. *Stat'ya «BpLA v usloviyah arkticheskogo regiona» opublikovana v zhurnale «Neftegaz.RU» (№ 5, Maj 2019).*

5. *Suvorov, G. A. K obosnovaniyu PDU impul'snogo shuma / G. A. Suvorov [i dr.] // Gig. truda. – M., 1992. – S. 4–7.*

6. *Fetisov, V. S. Bespilotnaya aviaciya: terminologiya, klassifikaciya, sovremennoe sostoyanie [Tekst] /*

V. S. Fetisov, L. M. Neugodnikova, V. V. Adamovskij, R. A. Krasnoperov. – Ufa: FOTON, 2014. – 217.

7. *Hasanova, N. N., Agirov, A. H., Dautov, Yu. Yu., Filimonova, T. A. (2013). Osobennosti razvitiya utomleniya u professionalov pol'zovatelej pri rabote na kom'yutere i ego profilaktika. Vestnik Adygejskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 4: Estestvenno-matematicheskie i tekhnicheskie nauki, (2 (119)), 88–97.*

8. *Shapovalov, S. L. Materialy k probleme zritel'nogo utomleniya operatorov videodisplejnyh terminalov / S. L. Shapovalov, A. S. Aleksandrov. – M.: Gl. voen. klinich. hospital' im. N. N. Burdenko, 1999. – 174 s.*

9. *Berg, M. Skin problem in workers using visual display terminals. A study of 201 patients / M. Berg // Contact Dermatitis. – 1988. – Vol. 19, № 5. – P. 335–341.*

10. *Sattar, S. A., Springthorpe, V. S., Wells, G. A. et al. Rotavirus survival on human hands and transfer of infectious virus to animate and non-porous inanimate surfaces // Journal of Clinical Microbiology. – 1988. – Vol. 26. – R. 1513–1518.*

*Поступила 20.05.2025 г.*