

**ХАРАКТЕР И УСЛОВИЯ ЗРИТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ У  
ВОЕННОСЛУЖАЩИХ ПРИ УПРАВЛЕНИИ БЕСПИЛОТНЫМИ  
ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ**

**З.Р. Максудова<sup>1,2</sup>, У.Б. Хамидов<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Военно-медицинская академия вооруженных сил Республики Узбекистан,  
100170, Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. Зиелилар, д. 4**

**<sup>2</sup> Клиника DMC, 100000, Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. Буюк  
Ипак Йули, д. 376**

**Актуальность.** Широкое внедрение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в современных вооружённых конфликтах сформировало новую профессиональную группу — военных операторов БПЛА, деятельность которых основана на длительном непрерывном зрительном контроле экранов (видеопоток, карты, телеметрия, интерфейсы управления) и высокой ответственности за точность решений. Экран-зависимый характер работы закономерно повышает риск цифрового зрительного утомления (digital eye strain), проявляющегося астенопией, колебаниями остроты зрения, нарушением аккомодационно-вергенционных механизмов и симптомами со стороны глазной поверхности (1,3).

С точки зрения патогенеза зрительного дискомфорта при длительной работе за монитором ведущую роль играет поражение глазной поверхности по типу синдрома «сухого глаза» и/или дисфункции мейбомиевых желёз вследствие снижения частоты и полноценности моргания и роста испарения слёзной плёнки. Одновременно значимым компонентом нагрузки является постоянное участие аккомодационно-конвергенционных механизмов при фиксированном «ближнем» расстоянии, а также необходимость частого переключения взгляда между элементами интерфейса. В военных условиях зрительная нагрузка усиливается высокой когнитивной напряжённостью, дефицитом времени и сменностью, а также организационными ограничениями рабочего места (2).

Таким образом, изучение характера и условий зрительной нагрузки у операторов БПЛА представляет практический интерес как основа для

обоснования скрининга, профилактики и организационных мероприятий по сохранению зрительной работоспособности.

**Цель.** Охарактеризовать основные компоненты и условия зрительной нагрузки у военнослужащих при управлении БПЛА (по данным клинико-профессионального профиля и программы обследования) и обозначить их потенциальную роль в формировании зрительного утомления и нарушений глазной поверхности.

**Материал и методы.** Проведено одномоментное клинико-функциональное обследование 80 военных операторов БПЛА (все мужчины) в возрасте 22–28 лет. Средний возраст составил  $25,1 \pm 1,8$  года. Оценивались клинико-профессиональные параметры (стаж, экранное время, наличие ночных смен, использование контактных линз, наличие очковой коррекции) и выполнялась стандартизированная программа обследования: сбор жалоб и опросник OSDI; визометрия (вдаль и вблизи), оценка необходимости коррекции; рефракция; аккомодация и бинокулярные функции (cover-test, ТБК, признаки нестабильности аккомодации); тесты глазной поверхности (ТВУТ, окрашивание, тест Ширмера), осмотр краёв век и признаки МГД.

**Результаты и обсуждение.** Ключевым количественным параметром зрительной нагрузки у обследованных военнослужащих явилось значительное «экранный время»: средняя длительность зрительной работы за монитором достигала  $6,9 \pm 1,6$  часа на смену. Подобная продолжительность предполагает длительную фиксацию взгляда и преимущественно «ближний» характер зрительной деятельности, что создаёт предпосылки для развития функциональных расстройств (астенопия, колебания чёткости зрения к концу смены, перенапряжение аккомодации). Важно подчеркнуть, что специфика управления БПЛА заключается не только в длительности, но и в непрерывности контроля: оператор вынужден поддерживать постоянную готовность к визуальному анализу меняющейся сцены, что ограничивает возможность спонтанных перерывов и увеличивает суммарную нагрузку.

Работа оператора включает одновременный мониторинг нескольких типов визуальной информации: видеопоток, карта, телеметрия, элементы интерфейса управления, требующие высокой точности распознавания и быстрого принятия решения. Такая многокомпонентность создаёт комбинированную зрительно-когнитивную нагрузку, где визуальный контроль тесно связан с вниманием, памятью, скоростью обработки информации и

стрессоустойчивостью. Показано, что в исследованиях человеко-машинного взаимодействия при управлении БПЛА параметры глазодвигательной активности и распределение взгляда отражают когнитивную нагрузку, а eye-tracking используется как инструмент оценки внимания и нагрузки оператора. Это согласуется с представлением о том, что зрительная нагрузка в данной группе определяется не только офтальмологическими факторами, но и особенностями интерфейса и задач.

Более половины обследованных выполняли работу в условиях ночных смен — 44 (55,0%). Сменность и ночные дежурства потенциально усиливают зрительное утомление вследствие циркадных нарушений, дефицита сна и общей астении, что может увеличивать выраженность астенопических симптомов и снижать компенсаторные возможности глазной поверхности.

Военные условия также ассоциируются с высокой когнитивной нагрузкой, дефицитом времени и стрессом, а также ограничениями по организации рабочего места. Совокупность этих факторов формирует фон, на котором даже умеренные офтальмологические изменения могут быстрее проявляться клинически.

В обследованной группе 20,0% операторов использовали контактные линзы, а наличие очковой коррекции отмечено у 30,0%. Эти данные важны по двум причинам. Во-первых, рефракционный статус и адекватность коррекции непосредственно влияют на качество зрительного восприятия и уровень аккомодационного напряжения при длительной работе вблизи. Во-вторых, использование контактных линз в условиях интенсивной экранной нагрузки может усугублять симптомы глазной поверхности, особенно при снижении частоты моргания и повышении испарения слёзной плёнки.

При длительной работе за монитором характерны снижение частоты моргания, неполное моргание и увеличение испарения слёзной плёнки. Именно этот механизм рассматривается как ведущий в формировании испарительного компонента сухого глаза и дисфункции мейбомиевых желёз у лиц с выраженной «экранной» занятостью. С практической точки зрения это обосновывает включение в скрининг операторов БПЛА оценки симптомов (OSDI) и стабильности слёзной плёнки (TBUT), а также осмотра краёв век на предмет МГД.

По данным клинико-профессионального профиля обследованные военнослужащие — молодые мужчины 22–28 лет со средним стажем

операторской деятельности  $2,8 \pm 1,4$  года, работающие при длительной экранной нагрузке  $6,9 \pm 1,6$  часа/смену; более половины несут ночные смены.

Следовательно, зрительная нагрузка у операторов БПЛА характеризуется: длительностью и относительной непрерывностью экранной работы; многокомпонентностью визуального потока (видеопоток + карта + телеметрия + интерфейс); высокой точностью зрительного контроля и тесной связью с когнитивной нагрузкой; усиливающими условиями (сменность/стресс/ограничения организации рабочего места); значимой долей лиц, использующих контактные линзы и очковую коррекцию.

Такая комбинация факторов формирует высокий риск развития цифровой астенопии и нарушений глазной поверхности и требует систематизированного подхода к профилактике.

#### **Выводы:**

1. Зрительная нагрузка у военных операторов БПЛА имеет выраженный «экранный» характер и в среднем составляет  $6,9 \pm 1,6$  часа на смену, что отражает длительную и преимущественно непрерывную зрительную работу вблизи.
2. Более половины операторов несут ночные смены (55,0%), что является фактором, потенциально усиливающим зрительное утомление в военных условиях.
3. Управление БПЛА связано с одновременным контролем видеопотока, картографической и телеметрической информации, элементов интерфейса, что формирует многокомпонентную зрительно-когнитивную нагрузку.
4. Учитывая известные механизмы снижения/неполноты моргания при работе за монитором, для операторов БПЛА обоснован скрининг нарушений глазной поверхности с применением OSDI, TBUT и оценки признаков МГД.

#### **Литература**

1. Wolffsohn J.S., Arita R., Chalmers R., et al. TFOS DEWS II Diagnostic Methodology report // The Ocular Surface. 2017. Vol. 15, Iss. 3. P. 539–574. DOI: 10.1016/j.jtos.2017.05.001.
2. Kaur K., Gurnani B., Nayak S., et al. Digital Eye Strain—A Comprehensive Review // Ophthalmology and Therapy. 2022. Vol. 11. P. 1655–1680. DOI: 10.1007/s40123-022-00540-9.
3. Zhang W., Liu Y., Kaber D.B. Effect of interface design on cognitive workload in unmanned aerial vehicle control // International Journal of Human-Computer Studies. 2024. Vol. 189. Art. 103287. DOI: 10.1016/j.ijhcs.2024.103287.