

УДК 617.75-073:613.731

## ЭРГОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАБОЧИХ МЕСТ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИИ ЗРИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА У ПЛАВСОСТАВА

*Евстафьев В.Н., Нетудыхатка О.Ю.*

*Украинский НИИ медицины транспорта, Одесса*

### **Вступление**

Трудовая деятельность плавсостава осуществляется на рабочих местах, оснащенных различными механизмами, средствами отображения информации (СОИ), органами управления (ОУ), вспомогательным оборудованием. Важное значение в устройстве рабочих мест, компоновке на них оборудования принадлежит соблюдению эргономических требований с учетом антропометрических, гигиенических, физиологических и психофизиологических показателей. Если вопросы психофизиологии, гигиены и физиологии труда моряков получили достаточно полное освещение в литературе, то проблема учета антропометрических требований, определяющих соответствие рабочих мест размерам тела человека, еще не решена в удовлетворительной степени. Это обуславливает актуальность решения задач санитарно-гигиенического обеспечения зон труда, быта и отдыха моряков, разработки оптимальных конструктивных решений в эргономических обоснованиях в системе «человек – судно -окружающая среда» [1, 2, 3].

Перспективы развития мирового флота, рост объемов грузоперевозок, специфический характер труда плавсостава, наряду с явлениями акселерации населения, настойчиво диктуют необходимость корректировки эргономических параметров рабочих мест, жилых и служебных помещений. Удобное и рациональное размещение оборудования, устройств и других элементов судовых конструкций должно служить основой безопасности, функционального удобства при выполнении различных видов работ и при перемещении членов экипажа по судну.

Оборудование необходимо устанавливать таким образом, чтобы было удобно выполнять производственные операции по эксплуатации и обслуживанию. Ко всем постоянным, временным или групповым рабочим местам, где осуществляется наблюдение, управление, производят смазку, и прочие операции должен быть обеспечен свободный доступ с одновременным обеспечением удобства проводимых в процессе эксплуатации ремонтно-профилактических работ.

Среди многообразных факторов судовой среды, оказывающих неблагоприятное воздействие на производственную деятельность и функциональное состояние организма моряков, немаловажное значение имеют показатели освещенности на рабочих местах [4]. С целью выявления причин, способствующих неудовлетворительной освещенности и разработке мероприятий по ее оптимизации, на современных судах были проведены исследования по изучению эргономических и гигиенических показателей, влияющих на функциональное состояние зрительного анализатора и его утомление.

### **Объекты, контингенты, методы исследования**

Эргономическая и гигиеническая характеристика рабочих мест осуществлялась на основании изучения их конструктивных особенностей, расположения и планировки пультов информации и управления, количественной и качественной оценки СОИ и ОУ. Определялись уровни естественной и искусственной освещенности на основных рабочих местах на основании общепринятых методов исследований.

Изучение проявлений утомления в органе зрения при выполнении напряженной зрительной работы осуществляли на основании измерения скрытого времени реакции на световое раздражение – простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР), критической частоты слияния световых мельканий (КЧСМ) и скорости переработки информации в зрительном анализаторе с помощью корректурной пробы с кольцами Ландольта. Обследования проводили в рейсах в динамике дневных и ночных вахт ежечасно. Всего было обследовано 232 человека, в том числе 35 судоводителей, 58 механиков, 55 матросов и 59 мотористов. Полученные материалы были обработаны общепринятыми методами вариационной статистики.

### **Результаты и их обсуждение**

Эргономические и гигиенические исследования показали, что для судоводителей, матросов-рулевых и матросов-наблюдателей на их рабочих местах должна обеспечиваться возможность наблюдения за горизонтом в максимально большом секторе с одного места, с возможностью следить за показаниями СОИ и совершать манипуляции по управлению судном и механизмами с помощью ОУ. Конструктивное решение рулевых рубок на современных судах учитывает ряд противоречивых факторов – с одной стороны, удобство управления, а с другой – оптимального визуального контроля обстановки. В этих условиях, в частности, ухудшается темновая адаптация ночью и проявляются признаки чрезмерного освещения в светлое время суток, что способствует напряжению световой адаптации. Использование в интерьере рулевых рубок отделочных материалов, обладающих высокой блескостью ведет к возникновению бликов света от СОИ и ОУ и к общему повышению уровня освещенности. Появление световых бликов на окнах рубок, наряду с блескостью поверхности моря, мешает осуществлять наблюдение за навигационной обстановкой судоводителям и матросам.

Во время несения ночных вахт на ходовом мостике матросы и штурманы находятся в условиях не только минимальной освещенности, но и подвержены воздействию контрастных по силе источников света при периодической работе в штурманской рубке, а также у пультов управления с довольно яркой подсветкой шкал приборов и индикаторов.

Производственная деятельность представителей машинной команды протекает в отсутствие естественного освещения, а показатели искусственного освещения, зачастую, не соответствуют требованиям точности работ, которые существенно выросли с повышением класса автоматизации судов. Искусственная освещенность на рабочих местах механиков и мотористов в ряде случаев ниже санитарных норм на 50-200 лк. Наступление утомления зрительного анализатора и снижение работоспособности наступает довольно быстро как при низкой освещенности, так и при недостаточной и неравномерной яркости, что лежит в основе снижения функции внимания.

Проведенная эргономическая оценка качественного и количественного состава визуальных СОИ показала, что на неавтоматизированных судах их относительное количество в ходовой рубке составляет около 85%, а в машинных отделениях – около 90%. На современных комплексно-автоматизированных судах общее число визуальных СОИ возрастает, примерно, в 1,5-2 раза и еще больше увеличивается в современных условиях использования космических средств навигации и связи, что ведет к возрастанию нагрузки на орган зрения плавсостава.

Как показали результаты исследований (таблица) у судоводителей отмечается характерная динамика изменения физиологических показателей, свидетельствующая об определенных сдвигах в функциональном состоянии зрительного анализатора в процессе несения вахт. КЧСМ после незначительного подъема с 35,3 (фоновый уровень) до 35Б6 Гц через

1 ч, снижалась на 2% через 3 ч и на 8,7%, через 4 ч вахты, составляя 34,3 и 32,2 Гц. Обследования, проведенные во время ночных вахт, позволили зарегистрировать идентичные изменения показателя, однако уровень его был ниже, чем при работе в светлое время суток – 34,7 Гц (до вахты) и 33,8 Гц (после 2-х часов работы). Через 3 ч вахты у судоводителей отмечалось достоверное ( $p < 0,05$ ) снижение КЧСМ на 17,9% (28,7 Гц), которое сохранялось к окончанию вахты. По мере увеличения длительности плавания (через 3 месяца и более), КЧСМ до вахты была ниже на 4%, через 3 ч на 15,5% и к концу вахты на 11,4% по сравнению с фоновыми данными, полученными в динамике вахты в начале рейса.

У матросов КЧСМ последовательно снижалась в процессе несения вахты с увеличением срока плавания до вахты была на 14,5% ( $p < 0,05$ ), через 3 ч на 15,1% и к ее окончанию на 20,6% ниже, чем при обследованиях, проведенных в темное время суток, составляя 30,3; 30,3 и 28,0 Гц соответственно.

При несении ходовой вахты в светлое время суток у судоводителей отмечалось достоверное ( $p < 0,05$ ) увеличение латентного периода ПЗМР через 3 ч (со  $176,9 \pm 8,2$  до  $207,8 \pm 8,9$  мс), к окончанию вахты этот показатель достоверно возрастал еще на 2,4%. В течение вахт в темное время суток изменения скорости ПЗМР достигали статистически значимых отличий от фоновых значений уже через 2 ч ( $211,3 \pm 9,1$  мс). Идентичные изменения отмечались и в группе матросов-наблюдателей и матросов-рулевых.

У механиков и мотористов не отмечалось столь существенных отличий в динамике показателей КЧСМ и ПЗМР в светлое и темное время суток, тем не менее были зарегистрированы отклонения идентичные отмеченным у судоводителей и матросов. Длительность латентного периода ПЗМР возрастала, величина КЧСМ снижалась. И в светлое, и в темное время суток уровни ПЗМР и КЧСМ достигали статистически значимых

отличий от фоновых данных через 3 ч вахты.

В процессе несения вахты определялось снижение скорости переработки информации в зрительном анализаторе с  $1,67 \pm 0,07$  до  $1,42 \pm 0,09$  бит/с ( $p < 0,05$ ) у штурманов; с  $1,59 \pm 0,07$  до  $1,38 \pm 0,19$  бит/с у механиков и с  $1,34 \pm 0,11$  до  $1,25 \pm 0,08$  бит/с у матросов и мотористов. В темное время суток и при увеличении длительности рейсов изучаемые показатели претерпевали более выраженные изменения, достигая существенных различий с фоновыми данными, составляя  $1,37 \pm 0,07$ ;  $1,27 \pm 0,11$  и  $1,16 \pm 0,13$  бит/с соответственно.

На основании вышеизложенного, следует отметить, что результаты проведенных эргономических, гигиенических и психофизиологических исследований позволяют отнести фактор освещенности на судах к категории неблагоприятных, вызывающих значительное напряжение зрительного анализатора. В процессе несения вахты наступает утомление органа зрения, особенно в темное время суток (особенно у судоводителей и матросов), что в значительной мере обусловлено ухудшением темновой адаптации и увеличивающимися напряжением в работе. Эти сдвиги носят более выраженный характер по мере увеличения длительности непрерывного плавания.

Для снижения утомления зрительного анализатора необходимо проведение комплекса мероприятий по оптимизации условий освещенности на рабочих местах плавсостава. С этой целью используется ограничение количества и яркости источников светового излучения с помощью регуляторов накала, шторок и ширм в темное время суток. Для снижения повышенной освещенности в светлое время суток применяются светозащитные козырьки, светофильтры, а для судоводителей и матросов рекомендуется ношение поляризационных очков. При проектировании пультов контроля и управления приборы, дающие редко используемую информацию желательнее

помещать вне пределов зоны, ограниченной углом  $60^\circ (\pm 30^\circ)$  от нормальной линии взгляда) с применением соответствующей световой индикации. В процессе эксплуатации судов в рулевых, штурманских рубках и в энергетических отделениях необходимо соблюдать уровни освещенности не ниже минимально допустимых, действующим санитарным законодательством, с учетом показателей ослепляемости и коэффициента пульсации источников света [6].

Особо важно следует отметить большое значение уровней оперативной готовности судовых операторов в условиях минимальной освещенности с учетом эффектов темновой адаптации. Проведенные нами исследования свидетельствуют о том, что плавсостав, заступающий на вахту в темное время суток, принимает несение вахтенных обязанностей в течение 5-8 мин. Такие сроки не позволяют обеспечить удовлетворительную адаптацию органа зрения, минимальный срок которой составляет не менее 15-20 мин [4, 5, 6]. В этой связи, необходимо строго соблюдать требования Резолюции ИМКО № 285 [7], гласящие, что состав вахты не должен принимать ее пока зрение не будет полностью адаптировано к условиям наблюдения за обстановкой.

Адаптация органа зрения наступает значительно быстрее после воздействия на орган зрения работника длинноволновой части видимой области спектра электромагнитных излучений оптического диапазона. Перспективным, с нашей точки зрения, является использование для общего освещения ходового мостика в темное время суток красного цвета с длиной волны 760-620 нм с регулируемым уровнем освещенности и яркости.

Данный способ положительно зарекомендовал себя в субъективных оценках плавсостава. Проведенные нами исследования показали, что в данных условиях отмечается более благоприятная динамика изучаемых показателей. В частности, к окончанию вахты у судоводителей длительность латентного периода

ПЗМР была в среднем на 20% ниже и составляла  $170,8 \pm 6,4$  мс, величина КЧСМ была выше на 9% ( $31,3 \pm 0,9$  Гц), скорость переработки информации в зрительном анализаторе не снижалась ниже  $1,51 \pm 0,12$  бит/с, что было на 10,2% выше, чем при работе в условиях минимально сниженной освещенности.

#### Выводы

1. Среди многообразных факторов судовой среды, оказывающих неблагоприятное воздействие на производственную деятельность и функциональное состояние организма моряков, немаловажное значение имеют показатели освещенности на рабочих местах.
2. Проведенная эргономическая оценка качественного и количественного состава визуальных СОИ и ОУ показала, что их использование в современных условиях ведет к возрастанию нагрузки на зрительный анализатор у моряков.
3. Результаты проведенных эргономических, гигиенических и психофизиологических исследований позволяют отнести фактор освещенности на судах к категории неблагоприятных, вызывающих значительное напряжение зрительного анализатора. В процессе несения вахты наступает утомление органа зрения, особенно в темное время суток (особенно у судоводителей и матросов), что в значительной мере обусловлено ухудшением темновой адаптации и увеличивающимся напряжением в работе. Эти сдвиги носят более выраженный характер по мере увеличения длительности непрерывного плавания.
4. Внедрение результатов, представленных гигиенических, эргономических и психофизиологических исследований будет способствовать снижению утомления зрительного анализатора, повышению оперативной готовности плавсостава и безопасности мореплавания, сохранению здо-

ровья, длительной и полноценной трудоспособности моряков.

### Литература

1. Нетудыхатка О.Ю., Шаевич Б.К., Евстафьев В.Н. Антропометрические обоснования к проектированию рабочих мест на судах // Рыбное хозяйство, 1987.-№ 2.-С.10-11
2. Войтенко А.М. Антропометрические данные плавсостава морского транспортного флота и их значение для оптимизации эргономического обеспечения современных плавсредств / / Гигиена и санитария, 1988.-№ 4.-С. 82-84
3. Войтенко А.М., Нетудыхатка О.Ю., Евстафьев В.Н., Шаевич Б.К. Антропометрические характеристики плавсостава // Судостроение, 1991.-№ 3.-С. 12-13
4. Евстафьев В.Н. Эргономическая характеристика рабочих мест и функция зрительного анализатора у моряков // Офтальмологический журнал, 1986.-№ 8.-С. 466-468
5. Евстафьев В.Н., Исаченко В.Б., Родионова Л.М. и др. Функция зрительного анализатора у береговых и судовых операторов при несении ночных вахт // Актуальные проблемы физиологии труда и профилактической эргономики. Тезисы докладов IX Всесоюзной конференции.-Т. II.-Проблемы оценки тяжести и напряженности труда. Физиологическое нормирование труда.-М., 1990.-С. 74-75
6. Стеймацкий А.Р., Стенько Ю.М. Гигиенические и эргономические требования к оборудованию ЦПУ рулевых рубок – В кн.: Справочник по гигиене и санитарии на судах / Под ред. Ю.М. Стенько и Г.И.Арановича.- Л.: Судостроение, 1984.-С. 341-352
7. Рекомендуемые принципы и инструкции, касающиеся несения ходовой вахты / Резолюция ИМКО, № 28 от 20 ноября 1973 г./.-В кн.: Безопасность мореплавания и ведения промысла.-Л., 1976, вып. 38.-С. 62-68

### Резюме

#### ЕРГОНОМІЧНА ОЦІНКА РОБОЧИХ МІСЦЬ ТА ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦІЇ ЗОРОВОГО АНАЛІЗАТОРУ У ПЛАВСКЛАДУ

*Євстаф'єв В.М., Нетудихатка О.Ю.*

Наведені дані ергономічних і гігієнічних обстежень по вивченню факторів природної та штучної освітленості на морських судах. При цьому відзначається значний рівень її дії на зоровий аналізатор моряків. У процесі несення вахти настає втома органа зору особливо у темний час доби, що в значній мірі обусловлює погіршення темної адаптації та зростаючим напруженням у роботі. Ці зрушення мають більший вираз характер по подальшому звеличенню строку роботи у морі. Запровадження результатів, наданих гігієнічних, ергономічних і психофізіологічних досліджень мають сприяти зниженню втоми зорового аналізатору, зростанню оперативної готівки моряків і безпеці мореплавства, зберіганню здоров'я, довжини та повноцінної працездатності моряків.

### Summary

#### ERGONOMIC TO ASSESS WORKING PLACES AND PSYCHO-PHYSIOLOGIC CHARACTERISTIC FUNCTION OF VISUAL ANALYSER OF SEAMEN

*Evstafiev V.N., Netudykhatka O.Yu.*

The performed ergonomic and hygienic investigations allowed to attribute the factor of illumination on marine ships to a category of unfavourable ones leading to high strain of visual analyser. In the process of keeping watch expressed fatigue of the eye, more pronounced in dark period of the day, takes place, this considerable being conditioned by deterioration of dark adaptation and more expressed strain work. To reduce fatigue of visual analyser, increase operative readiness, preserve health a complex of ergonomic and physiologic-hygienic measures is proposed for optimization of conditions of illumination and labor organization of seamen, which is realized on the ships of marint transport fleet.

*Впервые поступила в редакцию 23.04.2008 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта (протокол № 3 от 29.05.2008 г.).*