

УДК: 57.087.1:613.6.02

МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРОВ СЛОЖНЫХ ЭРГАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ОЦЕНКИ ОПЕРАТОРСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

¹Безкицкий Э.Н., ²Николаенко И.О., ³Ребко А.А., ⁴Калоев А.Д.,
⁵Караханян К.С.

*1 - ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного
флота имени адмирала С.О. Макарова», Россия, г. Санкт-Петербург;*

*2 - Медицинская служба Краснознаменного Черноморского Флота,
Россия, г. Севастополь;*

*3-УО «Гомельский государственный медицинский университет» Минздрава
Республики Беларусь, г. Гомель;*

*4 - ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский
университет» Минздрава России, Россия, г. Ставрополь;*

*5 - ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский
университет» Минздрава России, Россия, г. Ростов-на-Дону;*

Актуальность. В настоящее время в связи с техническим прогрессом практически во всех отраслях человеческой деятельности наблюдается неуклонный рост числа специалистов операторского профиля. Данная тенденция характерна также для личного состава кораблей Военно-Морского Флота, где доля лиц преимущественно операторского профиля уже составляет более 50% и продолжает увеличиваться на новых заказах [1, 7].

В этой связи актуализируются и требуют постоянного совершенствования как методы оценки профессионально важных качеств операторов ВМФ, так и методики исследования влияния на операторскую работоспособность специфических факторов обитаемости современных кораблей [3, 7].

В частности, особое значение имеет поиск адекватных методик моделирования деятельности операторов перспективных кораблей ВМФ, применимых при проведении мероприятий профессионального отбора, стендовых испытаний по оценке влияния на человека-оператора факторов военно-морского труда. Указанные методики не должны имитировать специфические тренажерные задания, которые направлены, прежде всего, на обучение специалистов операторского профиля, то есть предполагают постепенное совершенствование навыков их выполнения по мере нарастания тренированности. Тренажерные задания являются узко специфическими не только для конкретного вида операторских специальностей, но и для автоматизированных рабочих мест каждого нового корабля [1, 7].

Наоборот, методики исследования психофизиологических профессионально важных качеств, оценки динамики операторской работоспособности при проведении стендовых и натурных испытаний предполагают зависимость не от степени тренированности, а от текущего функционального состояния, уровня стрессоустойчивости специалиста, умения работать в условиях помех [5]. При этом содержание тестовых

заданий должно учитывать «нагрузку» на все основные психофизиологические качества, задействованные при операторской деятельности [2, 6, 8]. Кроме этого, при разработке тестовых заданий важным представляется рациональное сочетание нагрузок на различные качества, адекватная сложность выполняемых методик, быстрое получение информации о результатах тестирования для специалиста, проводящего обследование.

Все перечисленное определило **цель** данной работы, которая заключалась в разработке методики моделирования деятельности корабельных операторов для оценки операторской работоспособности в период проведения стендовых испытаний.

Материалы, методы, результаты исследований

Задачей стендовых испытаний являлась комплексное исследование допустимости длительной изоляции человека в нормобарических гипоксических газовых средах различного состава, обеспечивающих повышение пожаробезопасности обитаемых гермообъектов ВМФ. Испытания проводились в 2014-2018 г.г. на стенде моделирования особых режимов жизнедеятельности («МОРЖ») в АО «АСМ» (Санкт-Петербург).

В исследованиях принимали участие испытуемые-добровольцы (всего 25 человек), по роду деятельности не относящиеся к операторам ВМФ. Длительность периодов изоляции добровольцев на стенде «МОРЖ» составляла от 15 до 100 суток.

Одной из задач испытаний была комплексная оценка влияния резко измененных условий обитаемости (длительная изоляция, дефицит кислорода в воздухе, гиподинамия и т.д.) на состояние психофизиологических качеств (операторской работоспособности) добровольцев, не имевших опыта военно-морской службы. При этом необходимо было выявить возможные отклонения в состоянии всех значимых психофизиологических качеств, даже не выходящие за рамки референтных значений, которые бы могли свидетельствовать о специфическом негативном воздействии смоделированных в стендовых испытаниях условий.

Для решения данной задачи путем изучения специальной литературы, многочисленных предварительных исследований и апробаций был разработан методический комплекс, состоявший из заданий, позволявших, по нашему мнению и мнению экспертов, выявлять даже незначительные негативные тенденции в динамике значимых психофизиологических качеств добровольцев.

Комплекс заданий, предписанных для выполнения добровольцами деятельности операторского характера и оценки операторской работоспособности состоял из 9 комбинируемых в различной последовательности задач:

- 1-я задача - операторская работа в режиме «слежения», направлена на использование резервов произвольного внимания. Исполнитель получает задание по постоянному слежению за 2 движущимися тест-объектами, а именно за скоростью и изменением расстояния между ними. В случае

отклонения от заданных скоростных и дистанционных параметров необходима немедленная их коррекция. Оценивается точность реакций, количество ошибок и отклонение от верных оценок скорости и расстояния. Время работы 12 мин.

- 2-я задача - моделирование промежуточного активного отдыха путем переключения на другой вид операторской деятельности меньшей напряженности. Работа представляет собой разновидность сложной сенсомоторной реакции (ССМР) с выбором. Во время данного этапа исполнителю предлагается оперативно реагировать на релевантный числовой стимул, стохастически появляющийся на дисплее. Оценивается средняя скорость ССМР, число ошибок. В процессе задания варьируют длительность показа чисел, длительность промежутка между показами. Время работы 7 мин.

- 3-я задача - моделирование работы в режиме «ожидания» (мониторинга). Испытуемому предписывается отслеживать различные типы цветовых сигналов, каждый из которых предполагает свой соответствующий вариант ответов. Типовые сценарии выполняемых заданий включают различные типы релевантных стимулов и соответствующих реакций. Сценарии каждого задания могут (и должны) повторяться. Одному сценарию соответствует свое расписание появления сигналов. Типовой пример такого сценария - выполнение последовательных задач: установить цветочное событие (зажечь красный или потушить зеленый); сбросить (восстановить) цвет (потушить красный или включить зеленый). Время работы 15-20 мин.

- 4-я задача - переработка акустической информации вербального содержания (опознание релевантных слуховых стимулов) в условиях помех. Испытуемому дается инструкция о том, какой из позывных является релевантным и какой тип ответа должен быть дан. При создании сценариев варьируются: промежутки времени от начала этапа, при котором должно наступить запланированное событие; типы события, параметры события, величина события. При повторных выполнениях задания возможно его содержательное изменение, упрощение и усложнение за счет варьирования: установки актуального позывного; номера позывного из списка позывных; показа или скрытия актуального позывного; режима помех (параллельные помехи, последовательные помехи; выключить - выключить); произнесения вызова (номер позывного, номер параметра, номер требуемого значения). Время работы 10-15 мин.

- 5-я задача - направлена на моделирование монотонной операторской работы, в течение которой предписывается поддерживать произвольное внимание. Испытуемому предлагается наблюдать, как на сером фоне компьютерного монитора, появляются, сменяя друг друга, зеленые квадраты либо в верхней, либо в нижней части экрана. Задача испытуемого - с максимальной скоростью реагировать нажатием клавиши на ситуацию, когда, например, зеленый квадрат появится в верхней части экрана. Об эффективности деятельности судят по скорости реакции, количеству ошибок

по невнимательности (пропуски), ошибок по причине импульсивности (ошибочные нажатия) [9]. Время работы 10-15 мин.

- 6-я задача - зрительно-моторная операторская деятельность (зрительный поиск) в условиях помех. Испытуемому предписывается выполнение следующих подзадач: нахождение релевантного стимула (буквы) на фоне помех; поиск объекта, отличного от представленных (наклон по вертикальной и горизонтальной оси); поиск объекта по сочетанию признаков (цвет и тип буквы) [10]. Об эффективности деятельности судят по скорости реакции и количеству ошибок в каждой из подзадач. Общая продолжительность методики составляет 15-30 мин.

- 7-я задача - моделируется комбинаторная деятельность интеллектуального содержания: устный арифметический счет по типу: «Верно ли, что $4+8=12$ », затем предъявляется слово, которое предписывается запомнить, к примеру «снег». При этом с каждым заданием сложность слов и арифметических задач нарастает. В конце задания исполнитель находит в списке все приводившиеся слова. Эффективность деятельности оценивается по общей сумме верно выполненных последовательностей, т.е. верно решённых примеров и воспроизведённых слов, количеству допущенных ошибок, ошибки скорости [10]. Время работы 12 мин.

- 8-я задача - моделируется игровая деятельность по типу ССМР с выбором и переключением. Испытуемый должен максимально быстро и точно реагировать на появляющиеся на мониторе стимулы с различной скоростью. Оценивается время реакции и точность (количество пропущенных и ошибочных реакций). Тест реализуется в виде компьютерной игры на платформе Twitch (Kaboom!). Время работы 12 мин.

- 9-я задача - моделирование сложно совмещенной интеллектуальной деятельности, представляющей собой «оперирование числовой информацией в структуре пространственного образа» - методика «Маршрут» [5]. Каждая задача начинается с появления на экране дисплея цифровой информации (значений координат некоторой исходной точки). Экспозиция координат 4 или 3 с (в зависимости от задаваемой сложности работы). После исчезновения значений координат на экране появляется 3- или 4-сегментная стрелка (что также определяется задаваемой сложностью работы), изображенная в изометрической проекции, началом которой является точка с указанными ранее координатами. Каждый сегмент стрелки ориентирован по одной из осей 3-мерного пространства и равен одному «шагу» в принятой системе координат. Экспозиция структурного стимула (стрелки) 4 или 3 с (в зависимости от сложности задания). После исчезновения стрелки испытуемый в уме определяет координаты точки, соответствующей окончанию стрелки и набирает ответ в таблице результатов.

В ходе выполнения задания от исполнителя требуется быстрое и точное восприятие как вербальной (цифровые значения координат), так и структурной информации (конфигурация стрелки). При этом оперирование информацией включает действия декодирования, сложения, вычитания, актуализируя при этом заданную систему координат трехмерного

пространства. Действия испытуемого требуют высокой концентрации и хорошего переключения внимания, поскольку существует необходимость с одной координатой производить действие сложения, с другой - вычитания.

Успешность выполнения теста оценивается по интегральному показателю успешности (ИПУ) [5]. Максимальные значения ИПУ находятся в пределах 16-17 усл. ед., минимальные – в пределах 1 у.е. Кроме этого, по показателям физиологических реакций в период тестирования определяется индекс эмоционального напряжения характеризующий «физиологическую стоимость» выполнения задания. [5]

Разработанный блок методик в период герметизации применялся как для «загрузки» добровольцев в период повседневной деятельности, так и для контроля состояния психофизиологических качеств и операторской работоспособности в целом на выбранных этапах стендовых испытаний (длительной герметизации).

Доказанными достоинствами данного методического блока являлись: достаточная степень интенсивности разномодальных нагрузок на основные психофизиологические качества; отсутствие тренирующего эффекта после достижения индивидуального максимума успешности деятельности (к 4-5-му тестированию); высокая «чувствительность» эффективности деятельности от текущего функционального состояния; надежность и повторяемость результатов, автоматизированная, быстрая и количественная их оценка; вычисление интегрального показателя операторской работоспособности по результатам всех выполненных методик с учетом их «коэффициента значимости» и ряд других.

Подведение итогов выполненных нескольких стендовых испытаний по оценке допустимости длительного пребывания человека в нормобарических гипоксических средах различного состава показало, что разработанная методика позволила получить достоверную информацию о влиянии заданных условий на операторскую работоспособность человека.

Заключение. Предлагаемая методика моделирования операторской деятельности и оценки операторской работоспособности может быть предложена для проведения профессионального отбора операторов корабельных и других сложных эргатических систем, а также при проведении исследований и испытаний, где в динамике наблюдения оценивается состояние психофизиологических качеств человека.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Билый А.М., Васильков А.М. Психофизиологические предикторы интеграции человека и системы на современных кораблях ВМФ России // Морская медицина. - 2018. - Т 4, № 3. С. 64–74.
- 2 Благинин А.А. Психофизиологическое обеспечение надежности профессиональной деятельности операторов сложных эргатических систем: автореф. дис. ... д-ра психол. наук. - СПб., 2005. - 48 с.

3 Мосягин И.Г., Воронов В.В. Возможные пути решения проблем обитаемости кораблей и судов Военно-Морского Флота // Морская медицина. - 2017. - Т. 3, № 1. - С. 55–66.

4 Петрукович В.М. Иванов А.О., Зотов М.В., Федоров С.И. Влияние гипоксии на умственную работоспособность операторов с различными стратегиями переработки информации в оперативной памяти // Вестник СПбГУ (Сер. 12). - 2015. - Вып.3. - С. 27-37.

5 Петрукович В.М. Методика оценки способности авиационного штурмана оперировать цифровой информацией в структуре пространственного образа // Вестник БПА: Актуальные проблемы психофизиологии. – 2000. – Вып. 34. – С. 56-58.

6 Платонов К.К., Гольдштейн Б.М. Профессиональная психофизиологическая подготовка лиц экстремальных профессий. – М.: Наука, 1987. – С. 44-63.

7 Тягнерев А.Т., Безкишкий Э.Н., Лобозова О.В. и др. Проблема контроля функционального состояния и работоспособности плавсостава Военно-Морского Флота в процессе профессиональной деятельности // Морская медицина. - 2019. - Т. 5, - № 4. С. 74–83.

8 Ушаков И.Б., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А. Паттерны функциональных состояний человека-оператора. - М.: Наука, 2010. - 390 с.

9 Basner M., Mollicone D., Dinges D. Validity and sensitivity of a brief psychomotor vigilance test (PVT-B) to total and partial sleep deprivation // Acta Astronautica. – 2011. - № 69. - P. 949-959.

10 Treisman A.M., Gelade G. A. A feature-integration theory of attention // Cognitive Psychology. - 1980. - Vol. 12 (1). – P. 97-136.