

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СУБЪЕКТИВНЫХ И ОБЪЕКТИВНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КРИТИЧЕСКОГО УРОВНЯ УТОМЛЕНИЯ У ОПЕРАТОРОВ МЧС

А.Е. Бубнова

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации,
кафедра нормальной физиологии*

Утомление, развивающееся у представителей операторского состава МЧС, является состоянием, угрожающим своевременной и эффективной работе на объектах чрезвычайных ситуаций. Материалы и методы: был проведен двойной прямой/обратный перевод шкал, оценивающих уровень утомления (Fatigue Assessment Scale (FAS) и Checklist Individual Strength (CIS 8)), анализ субъективного уровня утомления 252 мужчин и женщин из операторского состава МЧС и диспетчерского состава государственной противопожарной службы МЧС в возрасте 24–47 лет, а также анализ психометрических качеств шкал после перевода. Объективная психофизиологическая оценка качества операторской деятельности проводилась с использованием программы Smile. Результаты: адаптированные нами шкалы FAS и CIS 8 продемонстрировали высокую надежность (альфа Кронбаха 0,84 и 0,85 соответственно) и одномерность. По результатам оценки обеих шкал были выделены группы по 50 человек с наличием и отсутствием утомления. Заключение: обнаружены взаимосвязи уровня утомления с выраженностью дневной сонливости и отсутствие его корреляции с качеством ночного сна. Достоверные отличия между показателями в группах с наличием и отсутствием утомления выявлены в наиболее сложном режиме моделируемой операторской деятельности.

Ключевые слова: операторский состав МЧС, утомление, шкала FAS, шкала CIS 8, операторская деятельность.

DOI 10.19163/1994-9480-2019-3(71)-91-95

THE SUBJECTIVE AND OBJECTIVE PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS COMPLEX ASSESSMENT OF THE CRITICAL LEVEL OF FATIGUE AMONG EMERCOM OPERATORS

A.E. Bubnova

*FSBEI HE «Volgograd State Medical University» of Public Health Ministry of the Russian Federation,
Department of normal physiology*

Fatigue among EMERCOM operators is condition that threatens timely and efficient work at emergency facilities. A double forward and back translation of Fatigue Assessment Scale (FAS) and Checklist Individual Strength (CIS 8) was performed. Methods. We measured a subjective level of fatigue among 252 EMERCOM operators aged 24–47 years including males and females and the psychometric qualities of the scales. Objective psychological assessment of operator activity was performed using test «Smile». Results. Scales FAS and CIS 8 demonstrated satisfactory internal consistency (Cronbachs alpha 0,84 and 0,85 respectively) and were unidimensional. After the level of fatigue was determined, operators were divided into two groups due to the presence of fatigue. Conclusion. The level of fatigue was correlated to the level of daytime sleepiness, there were not any correlations to night sleep quality. The error levels were significantly higher in the hardest type of the test among operators with fatigue.

Key words: EMERCOM operators, fatigue, scale FAS, scale CIS 8, operator activity.

Высокие нагрузки на сенсомоторную и психоэмоциональную сферу, быстрый темп изменений структуры актуальной деятельности являются неотъемлемой частью работы оператора МЧС. Соответственно к представителям данной профессиональной группы предъявляются повышенные требования: в их работе не допускаются снижение характеристик внимания, дневная сонливость и, вообще, какие-либо проявления эмоционального выгорания. Часто их эффективность на рабочем месте достигается напряжением всех ресурсов организма, что может приводить к выраженному переутомлению. Данное состояние является угрожающим как для надежного функционирования системы человек-машина в целом, так и для состояния здоровья самого оператора [2]. Зарубежными

исследователями используется термин «fatigue» для обозначения повышенного утомления, которое значительно снижает качество жизни, влияет на результативность деятельности и относится к устойчивому состоянию, часто возникающему на фоне полного здоровья и сохраняющемуся после отдыха [8]. Утомление устанавливается по субъективным и объективным признакам. Необходимость в субъективном компоненте связана с наличием личностной рефлексии, благодаря которой человек может сознательно оценить свое внутреннее состояние [3]. Объективный компонент позволяет выявить различную успешность выполнения сенсомоторной деятельности у операторов на фоне развивающегося утомления. Различия становятся существенными при усложнении операторской

задачи, и, особенно, при повышенной нагрузке в случае возникновения чрезвычайной ситуации [6]. Функциональное состояние оператора также определяет уровень дневного бодрствования, меняющийся при переходе от монотонного наблюдения к активным действиям [11]. Кроме того, имеется недостаточно данных об особенностях ритмов сна и бодрствования у лиц с субъективными признаками повышенного утомления.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Адаптация и определение психометрических качеств шкал субъективной оценки утомления у операторов МЧС и анализ взаимосвязей выраженности утомления по данным шкалам с объективной физиологической оценкой успешности операторской деятельности.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводилось с участием 252 мужчин и женщин из операторского состава МЧС и диспетчерского состава государственной противопожарной службы МЧС в возрасте 24–47 лет, без наличия хронических заболеваний и неврологической патологии. Перед исследованием участники были информированы о целях и порядке обследования, которое выполнялось с соблюдением принципов биомедицинской этики. Все участники исследования работали не менее 40 часов в неделю (в среднем 48,5 часов). Оценка сомнологического статуса проводилась с использованием «анкеты балльной оценки субъективных характеристик качества сна» Шпигеля и «шкалы оценки дневной сонливости Эпворт» [5].

Уровень утомления оценивался с помощью «шкалы оценки усталости», Fatigue Assessment Scale (FAS), и «шкалы оценки индивидуальной выраженности усталости», Checklist Individual Strength (CIS 8) [12]. Шкала FAS разработана группой нидерландских исследователей под руководством Н.Ж. Michielsen, состоит из 10 положений, относящихся к ежедневному самочувствию. Категории ответов варьируют от «Никогда» до «Всегда». Даная шкала обладает высокой надежностью и доказанной эффективностью при исследовании усталости у пациентов с широким спектром заболеваний, а также у здоровых людей [10]. 5 утверждений соответствуют физической усталости, другие 5 – умственной усталости. Общая оценка варьирует от 10 до 50. Тест CIS разработан нидерландской исследовательской группой J.H.M. Vercoulen для определения различных проявлений усталости у лиц с заболеваниями и у здоровой популяции [13]. Входящая в его структуру шкала CIS8 состоит из 8 пунктов, позволяющих дать субъективную оценку чувства усталости и, часто, выступает в качестве основного измерителя при исследованиях утомления. В каждом утверждении исследуемые указывают оценку от 1 до 7, поясняя «да, это правда», либо «нет, это не правда». Шкала CIS8, включая общие вопросы по оценке утомления, показала хорошую внутреннюю согласованность и надежность.

Для объективной физиологической оценки утомления проводилось исследование моделируемой непрерывной операторской деятельности (тест «Smile»). Участник исследования должен был как можно быстрее и точнее совмещать на экране курсор манипулятора с непрерывно движущимся объектом слежения. Продолжительность выполнения непрерывной деятельности составляла 9 минут. Эффективность слежения оценивалась в течение трех периодов по 3 минуты каждый. При этом каждый последующий период операторской работы характеризовался повышением сложности выполняемых заданий, которое достигалось увеличением скорости и случайности траектории движения объекта слежения [4].

Статистический анализ данных выполнен с применением пакета «Statistica v. 10,0» («StatSoft Inc.», США). После двойного перевода шкал по уровню утомления была проведена оценка их психометрических качеств. Для оценки надежности были определены коэффициенты альфа-Кронбаха, отражающие внутреннюю согласованность. Степень, в которой все пункты измеряли одинаковое свойство, считалась удовлетворительной при значении альфа-Кронбаха более 0,7. Факторный анализ выполнялся для подтверждения одномерности шкал после их перевода. Корреляционные взаимосвязи определялись с помощью критерия Пирсона. Достоверность различий оценивалась с использованием критерия Стьюдента для парных выборок. Различия считались достоверными при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе был проведен двойной перевод шкал оценки уровня утомления: перевод опросников на русский язык автором и профессиональным лингвистом, затем обратный перевод носителем английского языка, студенткой-билингвом медицинской школы США, в совершенстве владеющей русским языком. После анализа всех переводов были составлены промежуточные варианты, апробированные на 200 здоровых лицах, сходных по возрасту и полу с исследуемой группой операторов, и, с учетом их замечаний, были составлены окончательные варианты шкал. Распределение показателей носило характер нормального, что позволило использовать средние величины и стандартные ошибки.

По итогам тестирования группы из 252 операторов у 64,8 % опрошенных, набравших в среднем $(17,8 \pm 0,34)$ баллов по шкале FAS, не было выявлено признаков утомления. 35,2 % лиц, чей результат составил в среднем $(27,5 \pm 0,74)$ баллов, были отнесены к категории лиц с наличием утомления. По результатам шкалы CIS8, 71,7 % опрошенных со средним баллом $(19,4 \pm 0,83)$ не имели признаков утомления, а 28,3 % лиц имели признаки утомления и набрали в среднем $(36,8 \pm 0,97)$ баллов. Коэффициент альфа-Кронбаха шкалы FAS оказался равным 0,84. Психометрические характеристики шкалы FAS представлены в табл. 1.

Таблица 1

Основные психометрические характеристики шкалы FAS

Утверждение*	Среднее значение*	Вариативность*	Стандартное отклонение*	Множественные корреляции	Альфа-Кронбаха*
1	20,00	30,89	5,55	0,52	0,82
2	20,40	30,67	5,53	0,55	0,82
3	20,40	31,22	5,58	0,52	0,82
4	20,17	29,10	5,39	0,58	0,82
5	20,51	29,43	5,42	0,61	0,81
6	20,70	31,84	5,64	0,41	0,83
7	20,79	31,52	5,61	0,53	0,82
8	20,34	29,73	5,45	0,62	0,81
9	20,37	29,58	5,43	0,54	0,82
10	20,24	30,30	5,50	0,45	0,83

* Если пункт будет удален.

Факторный анализ по методу главных компонент шкалы FAS выявил первый вопрос, который отличался наибольшим процентом дисперсии – 41,8 (собственное значение 4,2), второй вопрос имел собственное значение около 1,0, но заметно уступал первому вопросу. Это указывает на наличие в структуре шкалы главного компонента и на одномерность опросника и подтверждается при анализе графика критерия каменистой осыпи, отражающего данные шкалы FAS. Внутренняя согласованность шкалы CIS8 по коэффициенту альфа-Кронбаха составила 0,85. Психометрические свойства шкалы приведены в табл. 2.

Таблица 2

Основные психометрические характеристики шкалы CIS8

Вопрос	Среднее значение*	Вариативность*	Стандартное отклонение*	Множественные корреляции	Альфа-Кронбаха*
1	24,00	90,06	9,49	0,54	0,83
2	25,12	86,01	9,27	0,64	0,82
3	25,45	94,08	9,69	0,48	0,84
4	25,39	84,64	9,20	0,75	0,81
5	23,79	88,30	9,39	0,55	0,83
6	25,11	88,79	9,42	0,58	0,83
7	24,38	88,05	9,38	0,56	0,83
8	24,72	88,58	9,41	0,60	0,83

* Если пункт будет удален.

Факторный анализ шкалы CIS8 показал, что первый вопрос отличался наибольшим процентом дисперсии – 39,6 (собственное значение 4,0), что также говорит о наличии в структуре шкалы главного компонента и одномерности опросника. Это подтверждается при анализе графика критерия каменистой осыпи, отражающего данные шкалы CIS8.

При исследовании корреляции шкал FAS и CIS8 была обнаружена положительная корреляционная связь средней силы ($r = 0,541$). В связи с этим дальнейшим критерием включения, указывающим

на наличие и отсутствие утомления у обследуемых, считались результаты по обоим шкалам. Таким образом, были выделены две полярные группы по 50 человек с наличием и отсутствием признаков утомления по шкалам оценки усталости «FAS» и индивидуальной выраженности усталости «CIS8». При детальном анализе утверждений по данным анкет было получено представление о выраженности различных проявлений утомления в выделенных группах (табл. 3, 4). В обоих случаях показатели структуры самооценки утомления в группах демонстрировали статистически значимые различия ($p < 0,05$).

Таблица 3

Выраженность различных проявлений утомления по шкале FAS в выделенных группах, ($M \pm m$)

Характеристика	Отсутствие утомления (10–21 баллов; $n = 50$)	Наличие утомления (22–50 баллов; $n = 50$)
Меня беспокоит усталость	2,2 ± 0,1	3,1 ± 0,1
Я устаю очень быстро	1,8 ± 0,1	2,8 ± 0,1
Я не делаю много дел в течение дня	1,8 ± 0,1	2,7 ± 0,1
У меня достаточно энергии для повседневной жизни	1,8 ± 0,1	3,1 ± 0,1
Я чувствую себя физически истощенным	1,6 ± 0,1	2,7 ± 0,1
Мне трудно начать что-либо делать	1,7 ± 0,1	2,3 ± 0,1
Мне проблематично ясно мыслить	1,5 ± 0,1	2,2 ± 0,1
У меня нет желания что-либо делать	1,8 ± 0,1	2,8 ± 0,1
Я чувствую себя умственно истощенным	1,7 ± 0,1	2,8 ± 0,2
Когда я делаю что-либо, я могу достаточно хорошо сконцентрироваться	1,8 ± 0,1	3,0 ± 0,1

В структуре шкалы FAS в группе с наличием утомления наибольший балл соответствовал первому положению об утомлении, а также положениям, противоположным этому состоянию, и в последующем подлежащим перекодировке (4-й пункт опровергает физическое утомление, 10-й пункт опровергает умственное утомление).

При оценке структуры шкалы CIS8 в группе лиц с наличием утомления было выявлено, что согласно среднему значению набранных баллов выделяются как наиболее значимые положения 1 и 7, подтверждающие утомление, а также пункт 5, опровергающий утомление и в последующем подлежащий перекодировке. Таким образом, в обеих шкалах

у операторов ведущим являются первые утверждения об утомлении, а также отрицание позитивных положений о своем состоянии.

Таблица 4

Выраженность различных проявлений утомления по шкале CIS8 в выделенных группах, ($M \pm m$)

Характеристика	Отсутствие утомления (8–26 баллов; $n = 50$)	Наличие утомления (27–56 баллов; $n = 50$)
Я чувствую себя усталым	3,3 ± 0,3	5,1 ± 0,2
Я чувствую себя физически истощенным	1,8 ± 0,1	4,5 ± 0,3
Я чувствую, что я нахожусь в хорошей форме	1,0 ± 0,2	3,7 ± 0,2
Я чувствую себя обессиленным	1,5 ± 0,1	4,2 ± 0,2
Я отдохнувший	3,4 ± 0,3	5,6 ± 0,2
Физически я ощущаю, что я в плохой форме	2,1 ± 0,2	4,2 ± 0,3
Я легко устаю	2,6 ± 0,2	5,2 ± 0,2
Физически я чувствую, что я нахожусь в отличном состоянии	2,6 ± 0,2	4,5 ± 0,2

Корреляционный анализ показал, что в группе с наличием утомления были обнаружены достоверные положительные корреляционные взаимосвязи оценки дневной сонливости Эпворта с оценкой утомления по шкале «FAS» ($r = 0,625$), а также с оценкой утомления «CIS8» ($r = 0,434$). Результаты по шкалам «FAS» и «CIS8» характеризовались слабыми отрицательными связями с оценкой качества ночного сна ($r = -0,228$; $r = -0,253$). Корреляционный анализ в группе с отсутствием утомления выявил положительную связь оценки дневной сонливости Эпворта с оценками уровня утомления «FAS» ($r = 0,268$) и «CIS8» ($r = 0,337$). Значимые корреляционные взаимосвязи между оценкой качества ночного сна и уровнем утомления по шкалам FAS и CIS8 отсутствовали.

Далее исследовалась эффективность операторской деятельности в двух группах по 50 человек с наличием и отсутствием утомления на модели сенсомоторного слежения с использованием компьютерной программы «Smile». Результативность выполнения теста оценивалась по величине рассогласования. По данным значений ошибки для каждого режима сенсомоторного слежения ранее нами была выявлена средняя величина рассогласования, допустимая для обеспечения эффективной деятельности. Для 1-го режима данный показатель составил в среднем ($4,2 \pm 0,15$) мм, для 2-го режима – ($5,9 \pm 0,24$) мм и для 3-го режима ($9,1 \pm 0,29$) мм соответственно. Результаты оценки успешности моделируемой операторской деятельности обследуемых представлены в табл. 5.

Таблица 5

Показатели успешности операторской деятельности у операторов с наличием и отсутствием утомления: оценка качества слежения ($M \pm m$)

Группа обследуемых	Кол-во наблюдений	1-й режим слежения	2-й режим слежения	3-й режим слежения
Отсутствие утомления	50	3,00 ± 0,08	4,35 ± 0,11	6,90 ± 0,21
Наличие утомления	50	3,20 ± 0,09	4,50 ± 0,19	7,80 ± 0,26*

*Различия между группами в пределах одного режима слежения статистически достоверны ($p < 0,05$).

Таким образом, в каждом последующем периоде отмечалось увеличение ошибки-рассогласования в обеих группах операторов, но степень отклонения не превышала допустимую величину и не являлась критической. При этом статистически достоверные различия были обнаружены для результатов третьего режима деятельности при выполнении заданий высокой сложности, где операторы с наличием утомления показали статистически значимо менее высокую эффективность сенсомоторного слежения, чем операторы с отсутствием утомления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение развития утомления и своевременное определение достижения его критического уровня является необходимым в звене, задействованном в операторском сопровождении чрезвычайных ситуаций. Утомление развивается постепенно, кумулирует, приводя к снижению возможности реализации компетенций оператора, обеспечивающих безопасность на объектах, находящихся под его контролем [1, 9].

Адаптированные нами русскоязычные версии FAS («шкала оценки усталости») и CIS8 («шкала индивидуальной выраженности усталости») показали хорошие психометрические свойства: коэффициенты альфа-Кронбаха 0,84 и 0,85 соответственно; одномерность и однородность. Они могут быть использованы для эффективного выявления критического уровня утомления у операторов сенсомоторного профиля. Результаты оценки взаимосвязи между шкалами указывают на различия в их структуре субъективной оценки утомления. В связи с этим при выборе шкал для скрининга рекомендуется принимать во внимание данные оценки обоих опросников, в своей структуре дополняющих друг друга. Следует отметить, что ведущими утверждениями в группе с наличием утомления являются положение о чувстве усталости и отрицание положений о хорошем самочувствии. При этом нужно учитывать, что все работающие операторы ориентированы на подтверждение успешности своей профессиональной деятельности, то есть самооценка их состояния является изначально позитивной. Установлена прямая связь уровня утомления и выраженности дневной сонливости, при этом не удалось найти устойчивой взаимосвязи между оценкой качества ночного сна и утомления.

Выявление данных связей имеет значение для дальнейшей оценки адаптационных возможностей оператора в цикле «сон–бодрствование» и его дневного состояния сознания на рабочем месте [7]. При изучении объективного психофизиологического аспекта утомления достоверные различия между группами с наличием и отсутствием утомления обнаружены по показателям наиболее сложного режима сенсомоторного слежения, что указывает на разницу в качестве работы операторов сравниваемых групп и подтверждается показателем самооценки уровня утомления.

Таким образом, точность и своевременность установления развития критического уровня утомления у операторов МЧС должна обеспечиваться комплексной характеристикой состояния субъективной сферы и объективной физиологической оценкой моделируемой деятельности и/или выполнения реальных профессиональных задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бухтияров И.В. Оценка риска утомления у работников нервно-эмоционального труда / И.В. Бухтияров, О.И. Юшкова, М.А. Фесенко, А.Г. Меркулова // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 1. – С. 66–77.
2. Волков А.К. Система сетевого управления подготовкой и мониторинга деятельности операторов досмотровой техники // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2018. – № 1 (25). – С. 105–121.
3. Горбунова Т.В. Проблема диагностики умственного и физического утомления у учащихся старших классов разных общеобразовательных учреждений / Т.В. Горбунова, Г.М. Лаврухина, Ю.В. Шулико, Н.И. Гуляева // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). – 2016. – № 3–2. – С. 81–88.
4. Клаучек С.В. Физиологические основы эффективности операторской деятельности и ее биорезонансная коррекция / С.В. Клаучек, Р.А. Кудрин, Т.Н. Кочегура, С.А. Шмидт, Р.Е. Ахундова, А.С. Фокина. – Волгоград, 2009. – 218 с.
5. Полуэктов М.Г. Инсомнии // Сомнология и медицина сна: Национальное руководство. – М.: Медфорум. 2016. – С. 298–318.
6. Шахнарович В.М. Человеческий фактор и безопасность / В.М. Шахнарович, В.В. Щеголькова // ВНИИ ГОЧС: Научные статьи / Под общей редакцией В.А. Акимова / МЧС России. – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2011. – С. 168–173.
7. Bubnova A. Individual-typological peculiarities of the functional organization of the cerebral cortex and the dynamics of the efficiency of operator activity / A. Bubnova, A. Sheveleva, S. Klauchek // International Research Journal of Clinical Medicine (IRJCM). – 2016. – № 2. – P. 69–73.
8. Dawson D. Look before you sleep: Evaluating the use of fatigue detection technologies within a fatigue risk management system for the road transport industry / D. Dawson, A.K. Searle, J.L. Paterson // Sleep Med. Rev. – 2014. – № 18. – P. 141–152.
9. Deng N. Energy, fatigue, or both? A bifactor modeling approach to the conceptualization and measurement of vitality / N. Deng, R. Guyer, J. Ware // Quality of Life Research. – 2015. – Vol. 24, № 1. – P. 81–93.
10. Michielsen H.J. Psychometric qualities of a brief self-rated fatigue measure: the Fatigue Assessment Scale /

H.J. Michielsen, J.D. Vries, G.L. Van Heck // J. Psychosom. Res. – 2003. – Vol. 54, № 4. – P. 345–352.

11. Thomas L.C. Fatigue detection in commercial flight operations: Results using physiological measures / L.C. Thomas, C. Gast, R. Grube, K. Craig // Procedia Manufacturing. – 2015. – № 3. – P. 2357–2364.

12. Vries J.D. Assessment of fatigue among working people: A comparison of six questionnaires / J.D. Vries, H.J. Michielsen, G.L. Van Heck // Occupational and Environmental Medicine. – March, 2003. – P. 110–115.

13. Worm-Smeitink M. The assessment of fatigue: Psychometric qualities and norms for the Checklist individual strength / Worm-Smeitink M., et al. // J. Psychosom. Res. – 2017. – Vol. 98. – P. 40–46.

REFERENCES

1. Bukhtiyarov I.V. Ocenka riska utomleniya u rabotnikov nervno-emocionalnogo truda [Fatigue risk assessment for workers with neuro-emotional labor]. *Analiz riska zdorovyu* [Health risk analysis], 2018, no. 1, pp. 66–77. (In Russ.; abstr. in Engl.).
2. Volkov A.K. Sistema setevogo upravleniya podgotovkoy i monitoringa deyatelnosti operatorov dosmotrovoy tekhniki [Aviation security screeners training and monitoring activities management network system]. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshestve* [Models, systems, networks, economics, technology, nature and society], 2018, no. 1 (25), pp. 105–121. (In Russ.; abstr. in Engl.).
3. Gorbunova T.V. Problema diagnostiki umstvennogo i fizicheskogo utomleniya u uchashihysya starshih klassov raznykh obsheobrazovatelnykh uchrezhdeniy [The problem of diagnostics of mental and physical fatigue among high school students of various secondary schools]. *Sovremennye issledovaniya socialnykh problem (elektronnyy nauchnyy zhurnal)* [Modern studies of social problems (electronic scientific journal)], 2016, no. 3–2, pp. 81–88. (In Russ.; abstr. in Engl.).
4. Klauchek S.V. Fiziologicheskie osnovy effektivnosti operatorskoy deyatelnosti i ee biorezonansnaya korrekciya [Physiological basis of the efficiency of operator activity and its bioresonance correction]. Volgograd, 2009. 218 p.
5. Poluektov M.G. Insomnii [Insomnia]. Moscow: Medforum, 2016. P. 298–318.
6. Shahnarovich V.M. Chelovecheskiy faktor i bezopasnost [Human error and safety]. VNIИ GOCHS: Nauchnie statii. In V.A. Akimov (ed.). MCHS Rossii. Moscow: FGBU VNIИ GOCHS (FC), 2011. P. 168–173.
7. Bubnova A. Individual-typological peculiarities of the functional organization of the cerebral cortex and the dynamics of the efficiency of operator activity. *International Research Journal of Clinical Medicine (IRJCM)*, 2016, no. 2, pp. 69–73.
8. Dawson D. Look before you sleep: Evaluating the use of fatigue detection technologies within a fatigue risk management system for the road transport industry. *Sleep Med. Rev.* 2014, no. 18, pp. 141–152.
9. Deng N. Energy, fatigue, or both? A bifactor modeling approach to the conceptualization and measurement of vitality. *Quality of Life Research*, 2015, Vol. 24, no. 1, pp. 81–93.
10. Michielsen H.J. Psychometric qualities of a brief self-rated fatigue measure: the Fatigue Assessment Scale. *Psychosom. Res.* 2003, Vol. 54, no. 4, pp. 345–352.
11. Thomas L.C. Fatigue detection in commercial flight operations: Results using physiological measures. *Procedia Manufacturing*, 2015, no. 3, pp. 2357–2364.
12. Vries J.D. Assessment of fatigue among working people: A comparison of six questionnaires. *Occupational and Environmental Medicine*, March, 2003, pp. 110–115.
13. Worm-Smeitink M. The assessment of fatigue: Psychometric qualities and norms for the Checklist individual strength. *J. Psychosom. Res.*, 2017, Vol. 98, P. 40–46.

Контактная информация

Бубнова Анжелика Евгеньевна – к. м. н., доцент кафедры нормальной физиологии, Волгоградский государственный медицинский университет, e-mail: BubnovaAE@yandex.ru