

УДК 616.7

## ОБЗОР МЕТОДОВ И СИСТЕМ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СТРЕССА ЧЕЛОВЕКА

Нгуен Д. К., Южаков М. М., Авдеева Д. К.

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Томск, Россия, e-mail: kqh1215@gmail.com*

Проведен анализ существующих систем и методов исследования эмоционального состояния человека. Рассмотрены субъективные и объективные методы. Рассмотрены тесты Люшера, Цунга, Спилберга-Ханина, шкала Гамильтона, методика Холмса и Рея. Рассмотренные методы проанализированы с позиции их эффективности и информативности. Рассмотрен эффект Кирилиана и технология оценки эмоционального состояния по виброизображению. Проведен обзор многоканальных систем сбора электрофизиологических параметров человека, таких как полиграфы и сомнографы. Сделан вывод, что существует возможность, используя нанозлектроды, существенно расширить информативность и качество снимаемой информации, используя объективные методы исследования. Также существует возможность расширить информативность методов, путем совместного использования субъективного и объективного метода, основываясь на достижениях нанотехнологий. Таким образом, можно получить новые научные знания и данные.

Ключевые слова: эмоциональное состояние, стресс, контроль, полиграф, нанотехнологии, наносенсор.

## REVIEW OF METHODS AND SYSTEMS TO STUDY EMOTIONAL STRESS OF HUMANS

Nguyen D. K., Yuzhakov M. M., Avdeeva D. K.

*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia, e-mail: kqh1215@gmail.com*

The analysis of existing systems and methods to study emotional state of a person was carried out. Subjective and objective methods, tests of Luscher, Tsung, Spielberg and Hanin, Hamilton scale, and Holmes and Rahe technique are considered in the paper. The considered methods are analyzed in terms of their effectiveness and information content. Kirlian effect and the method to assess emotional state according to vibration image are also observed. The multi-channel systems to collect electrophysiological parameters of a person such as polygraphs and somnographs are reviewed. It was concluded that nanoelectrodes enable the possibility to significantly expand the information content and quality of the recorded information using objective methods. It is also possible to expand the possibilities of methods due to advances in nanotechnology through sharing of subjective and objective methods. Thus, we can obtain new scientific knowledge and data.

Key words: emotional state, stress, control, polygraph, nanotechnology, nanosensor.

Здоровье является одним из основных факторов человеческого благосостояния. Человек ежедневно подвергается различным стрессовым ситуациям, которые вызывают различные эмоции от радости до гнева. Эмоциональный стресс человека влияет на его здоровье, так как эмоции имеют прямую и обратную связь со всеми системами и органами человека и зарождаются непосредственно в центральной нервной системе, контролирующей всю жизнедеятельность. Поэтому любые изменения в деятельности органов дыхания, сердечно-сосудистой системы, пищеварения, желез внутренней секреции или скелетной и гладкой мускулатуры приводят к изменениям в эмоциональном фоне человека. В свою очередь, состояние эмоционального фона также способно влиять на жизнедеятельность организма [8]. В данной статье рассмотрены методы и системы,

использующиеся для оценки эмоционального состояния человека. Они помогают определить наличие стрессового состояния и предупредить порождаемые стрессом болезни.

Существуют различные методы, способы и технические устройства для регистрации и оценки эмоционального стресса. Для экспресс-диагностики стресса используется ряд устных шкал и опросников, направленных на определение уровней тревоги и депрессии. Среди специализированных тестов, в первую очередь, следует выделить тесты Люшера, Цунга, Спилберга-Ханина, шкалу Гамильтона [5]. Обычно указанные тесты реализованы в виде компьютерных программ, которые позволяют автоматизировать процесс тестирования. Необходимо отметить, что среди применяемых технологий тестирования можно выделить два основных направления: явное и неявное тестирование. Первое направление предполагает прямое предъявление человеку вопросов, рисунков и других зрительных образов. Второе направление реализует неявное предъявление тестовой информации. Типичным примером могут служить цветовые тесты Люшера, которые можно в неявном виде заложить в графическую информацию и вывести на монитор компьютера. Такой подход позволяет создавать встраиваемые системы психоэмоциональной диагностики, которые не вызывают дополнительных неудобств у обследуемого человека при их использовании.

Цветовой тест Люшера применим для исследования как взрослых людей, так и детей. Тесты Люшера основываются на известном методе цветовых выборов. Процедура обследования обычно предполагает выбор тестируемым самого приятного в данный момент для него цвета из расположенных перед ним цветовых таблиц. Несмотря на видимую простоту, тесты Люшера несут значительную информацию. С их помощью можно выявить степень раздражения, степень усталости, степень нервного напряжения. Тесты Люшера обычно применяются не только для определения психоэмоционального состояния, но также для психокоррекции. В этом случае на первом этапе составляется психологический портрет с выявлением доминирующих отрицательных эмоций. Обычно при составлении психологического портрета выделяют четыре основные характеристики: ситуативную, индивидуально-типологическую, деятельностьно-ситуативную и деятельностьно-стереотипную. На втором этапе, на основании полученных данных осуществляется подбор индивидуального курса компенсации отрицательных эмоций методом цветокоррекции [2]. На третьем этапе реализуется индивидуальный курс цветокоррекции, для повышения эффективности которого одновременно используются, к примеру, звуковые воздействия. В настоящее время разработан и применяется на практике целый ряд специализированных программных средств, позволяющих не только

осуществить диагностику психоэмоционального состояния, но и его коррекцию. Типичными программами, представленными на рынке, являются, например, программы «Психомат» и «Цветопсихосоматика» [2].

Если тесты Люшера основываются на методе цветowych выборов, то тест Спилберга-Ханина является способом самооценки уровня тревожности в данный момент и личностной тревожности [5]. Тест разработан Спилбергом и адаптирован Ханиным и состоит из 40 вопросов. Тест Спилберга-Ханина может выяснить уровень личностной тревоги, который зависит от особенностей характера тестируемого. Тест широко применяется, например, при медицинских обследованиях детей для определения их психоэмоционального состояния до и после проведения операции. В отличие от тестов Люшера тесты Спилберга-Ханина ориентированы только на прямое «открытое» использование. Тесты допускают автоматизированную обработку данных при использовании персонального компьютера. Как и тесты Люшера, тесты Спилберга-Ханина являются активными и допускают реализацию по технологии БОС (Биологическая Обратная Связь).

В отличие от теста Спилберга-Ханина, Шкала Гамильтона [9] используется для точной оценки уровня синдрома тревожности человека на основе общих психометрических тестов. Интерпретация результатов обследования может осуществляться как квалифицированным психиатром, так и специализированными программными средствами. Методика тестирования предполагает обследование по четырнадцати пунктам. Необходимо отметить, что шкала Гамильтона для оценки тревоги широко используется, например, в медицине для определения и снижения эмоционального напряжения пациентов до проведения операций. С этой точки зрения шкала к настоящему времени прошла достаточно широкую экспериментальную апробацию и доказала свою состоятельность. Достоинством шкалы является использование двух групп независимых факторов, отвечающих соответственно за сенсорные и мышечные симптомы. Для анализа экспериментальных данных и определения степени их влияния на итоговый показатель – степень тревоги традиционно использовался корреляционный анализ. Для повышения достоверности результатов экспериментальных исследований используются методы планирования эксперимента, например, при обследовании специально подобранных групп, характеризующихся наличием тестируемых с тревожным состоянием, различными расстройствами, которые сопровождаются выраженной тревогой; нормальной психикой. По аналогии с тестами Спилберга-Ханина шкала Гамильтона ориентирована только на прямое «открытое» использование. Это обусловлено тем, что в отличие от тестов Люшера, которые представляют собой цветowe гаммы, предпочтение к которым человек может

проявлять неосознанно, тесты Спилберга-Ханина и шкала Гамильтона предполагают осмысленные ответы на поставленные вопросы.

Для самооценки депрессивных состояний, для скрининг-диагностики при массовых исследованиях и в целях предварительной, а также доврачебной диагностики используется шкала Цунга [1]. Аналогично рассмотренным ранее методикам Гамильтона и Спилберга-Ханина, данная методика основывается на системе тестовых вопросов, которые могут быть адаптированы к конкретной области психоэмоционального состояния обучающихся в процессе проведения занятий. Отличительной особенностью шкалы Цунга следует считать возможность учета периодичности того или иного события.

К недостаткам рассмотренных тестов следует считать отсутствие возможности учитывать весовые коэффициенты для вопросов. Данный недостаток удается устранить при использовании методики Холмса и Рея. Основной методикой определения стрессоустойчивости, разработанной Холмсом и Реем, является экспериментально установленный факт, что многим физическим и психическим болезням, как правило, предшествовала серия серьезных событий или изменений в жизни человека. В результате проведенных исследований Холмс и Рей разработали шкалу, в которой каждому жизненно важному событию соответствует определенное число баллов в зависимости от степени стрессогенности. Обычно к так называемым стрессогенным факторам относят большую радость и большое горе, свадьбу и развод, ссору и примирение супругов, повышение и понижение в должности на работе. Можно выделить стрессогенные события, обуславливающие психоэмоциональное состояние обучающихся, например, неудовлетворительная отметка на предыдущем экзамене [3].

Преимуществом выше перечисленных шкал являются простота и быстрота исследования и обработки результатов. Недостатками этих методов являются очевидность для испытуемого направленности вопросов, что часто нарушает реакцию на обследование в виде ощущающего искажения ответов в случаях, когда у человека имеется потребность выглядеть в глазах экспериментатора определенным положительным образом. Так как возможность выявления и коррекции таких искажений в упомянутых тестах не предусмотрена, достоверность результатов оказывается невысокой. Во-вторых, такого рода шкалы не позволяют проводить динамическое наблюдение за испытуемым, поскольку при первом исследовании ответы легко запоминаются и нередко автоматически воспроизводятся при повторных опросах, что искажает результаты повторного тестирования.

Для повышения достоверности результатов наиболее эффективными методами оценки психоэмоционального стресса являются объективные методы, которые не зависят

от мнения исследуемого. Одним из объективных методов является электробиоллюминесцентный (ЭБЛ) [4]. ЭБЛ метод исследования основан на регистрации и оценке изменений электробиоллюминесценции – свечения, которое возникает под действием высокочастотного высоковольтного разряда вокруг живых организмов (эффект Кирлиана). Российский исследователь Я. О. Наркевич-Йодко еще в конце 19 века обнаружил, что свечение у больных людей отличается от здоровых [4]. Ценность эффекта Кирлиана заключается в том, что параметры индуцированного излучения зависят от свойств исследуемого объекта. Поэтому регистрация и анализ индуцированного излучения дают возможность сделать обоснованное заключение об энергетическом состоянии объекта. В норме короны свечения вокруг пальцев (электрограммы) – равномерные и гармоничные. При ухудшении здоровья в коронах свечения возникают изменения – маркеры различных патологических состояний. Перспективность современного применения метода ЭБЛ обусловлена следующими основными факторами: неинвазивность исследований, безопасность и полная стерильность, снятие информации, например, только с конечностей человека; возможность слежения за развитием процессов во времени; низкая себестоимость самого обследования. Недостаток этого метода состоит в том, что для получения необходимого сигнала объект должен быть помещен в высокочастотное высоковольтное поле, исходя из этого, нарушается принцип получения биоэнергетического сигнала. Этот принцип заключается в том, что средство измерения не должно активно воздействовать на объект. Кроме того, методом ЭБЛ получают не действительное изображение, а программно построенную ауру всего человека или его части, например, лица.

Преодолеть вышеуказанные недостатки методов попытались разработчики из Санкт-Петербурга, они разработали систему Виброизображения (VibraImage). Эта система предназначена для регистрации, исследования и анализа психоэмоционального состояния человека, количественного определения уровней эмоций, детекции лжи, психофизиологической диагностики и дистанционного выявления потенциально опасных людей. Система позволяет автоматически оценивать психоэмоциональный стресс на основе вестибулярно-эмоционального рефлекса, с помощью программной визуализации вибро-ауры, полученной при обработке составляющих амплитудного и частотного виброизображения [10].

Зарекомендовавшими и эффективными способами для исследования уровня психоэмоционального стресса человека являются методы, в которых широко применяются электрофизиологические параметры человека. Существует множество методов, позволяющих выявить и зафиксировать электрофизиологические параметры человека. Основными методами регистрации электрофизиологических параметров человека

являются: электрокардиография (ЭКГ) – метод регистрации разности потенциалов электрического поля сердца, возникающего при его работе; электромиография (ЭМГ) – метод исследования биоэлектрических потенциалов, возникающих в скелетных мышцах человека и животных при возбуждении мышечных волокон; электроэнцефалография (ЭЭГ) – метод исследования головного мозга с помощью регистрации разности электрических потенциалов, возникающих в процессе его жизнедеятельности; электроокулография (ЭОГ) – метод регистрации разности потенциалов, возникающих при изменении движения глаза, потенциала сетчатки и глазных мышц; кожно-гальваническая реакция (КГР), определяющийся по изменениям биоэлектрических параметров кожи рук – разности потенциалов и импеданса. Эти методы позволяют регистрировать такие параметры, как возбуждение мышц, учащенное сердцебиение, отток крови от кожной поверхности человека, активность головного мозга и т.д. [13]. Согласно исследованиям, проводимым психологическими службами, эти методы позволяют регистрировать изменение эмоционального состояния человека.

Известен способ определения уровня стресса, включающий одновременное измерение любым известным методом частоты сердечных сокращений ( $f$ , мин<sup>-1</sup>) и артериального давления ( $АД$ , мм рт. ст.) с последующим расчетом, так называемого двойного произведения ( $ДП$ ) по уравнению (1):

$$ДП = f \times САД \times 10^{-2} \quad (1)$$

где САД – систолическое АД.

Недостатком способа является его низкая достоверность из-за недоучета индивидуальных различий  $f$  и  $САД$ . В результате этого у разных людей с неодинаковым уровнем стресса может оказаться одинаковым  $ДП$  и наоборот [11].

Известен метод оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы, включающий измерение параметров  $АД$ , запись сфигмограммы в течение одного дыхательного цикла, определение среднего значения одного кардиоцикла ( $T$ , мс), измерение времени нарастания пульсового  $АД$  ( $t$ , мс) и определение функционального состояния сердечно-сосудистой системы, оцениваемого как оптимальное, нормальное, удовлетворительное и неудовлетворительное при значениях  $t$  соответственно <105, 106–140, 141–155 и > 155 мс. В соответствии с формулой изобретения выраженность функционального стресса ( $S$ , усл. ед.) оценивают по уравнению (2) при  $t < 155$  мс.

$$S = \frac{23,6 \times ПАД \times ДАД}{(T \times (0,001 \times ПАД + 0,9591) - 5)} \quad (2)$$

И по уравнению (3) при  $t > 155$ мс:

$$S = \frac{22,9 \times \text{П АД} \times \text{Д АД} \times (0,007 \times \text{П АД} + 0,6892)}{(T - 41)}$$

(3)

где П АД и Д АД – соответственно пульсовое и диастолическое АД [11].

К недостаткам способа относятся его сложность, связанная с регистрацией сфигмограммы и обработкой ее параметров, а также недоучет индивидуальных различий АД и  $f$ , используемых для определения уровня стресса.

Другой способ определения уровня стресса, включающий измерение частоты сердечных сокращений и пульсового артериального давления, отличающийся тем, что дополнительно измеряют массу тела ( $M$ ), после чего определяют уровень стресса по формуле (4):

$$S = f \times \text{П АД} \times M^{1/3} \times K$$

(4)

где  $S$  – уровень испытываемого стресса;  $K$  – коэффициент, составляющий для мужчин и женщин соответственно  $0,8244 \times 10^{-4}$  и  $0,9357 \times 10^{-4}$ .

Известен способ, основанный на регистрации вегетативных показателей человека: частоты дыхания (ЧД), частоты сердечных сокращений (ЧСС) и кожно-гальванического сопротивления. По значению кросскорреляционных коэффициентов можно определить степень развития стресса [14].

Известен ряд контактных способов и измерительных систем получения общей психоэмоциональной информации о человеке, использующих физиологические параметры тела человека для оценки его психоэмоционального. Например, цифровые анализаторы кардиоритмов «Омега М», «Омега-С» и «Лотос», предназначенные для исследования функционального состояния пациента. Он основан на нейродинамическом анализе вариабельности сердечного ритма [4]. Дальнейшим развитием «Лотоса» является система «Оникс». Отличается данная система тем, что в «Ониксе» традиционные интегральные показатели состояния регуляторных систем организма дополняются отображением ритмов, которые в индийской медицине получили название «чакр». При этом следует отметить, что официальная наука, в частности, биология и биомедицина говорит, что в теле человека не существует физиологических структур, с которыми можно было бы сопоставить «чакры».

Компания «Инферум» города Екатеринбурга предложила аппаратно-программный комплекс РОФЭС-Е01С – регистратор оценки функционально-эмоционального состояния, который создан для индивидуальной комплексной диагностики организма. Этот комплекс предназначен для тестирования и контроля функционального состояния 17 основных

органов и систем организма, а также оценки психоэмоционального состояния человека (усталость, стресс, влияние эмоций на работу организма). Метод тестирования и контроля основан на воздействии на биологически активную точку МС-7, расположенную на внутренней стороне запястья левой руки, через которую ко всем органам посылается импульс микротока, вызывающий ответную реакцию. У человека каждый орган работает в строго определённом, присущем ему ритме. Отклики этих ритмов, возвращаются обратно в устройство, а затем сравниваются в программе с эталонными ритмами, которые свойственны организму здорового человека, соответствующего пола и возраста [15].

Кроме того, на рынке представлен класс систем – сомнографы. Сомнографы представляют собой специализированные диагностические системы для исследования патологии сна. Для этих целей ведется запись следующих данных: ЭЭГ, ЭОГ, ЭМГ, пульсоксиметрии, мониторинга воздушного потока при дыхании, записи издаваемых человеком звуков, в том числе – храпа и т.д. Записываемые виды параметров могут варьироваться в зависимости от того, какому параметру отдал предпочтение производитель. Из известных российских сомнографов наиболее распространен комплекс «МБН-СОМНОГРАФ». Также на рынке представлено множество зарубежных аналогичных систем. Существенным недостатком этого класса систем являются: сроки проведения обследования (от нескольких часов), стоимость оборудования, громоздкость этого оборудования, сложность обслуживания систем и возможность проводить исследования зачастую только в специально оборудованных для этого помещениях.

Полисомнографическая система AURA PSG LITE предназначена для проведения скрининга пациентов с нарушениями сна в лабораторных и внешних лабораторных условиях [6]. Скринер сна имеет 16-канальную усилительную систему AURA PSG LITE со встроенными входами электродов/датчиков и встроенным оксиметром, предназначенным для полисомнографии и программного обеспечения Twin. Опция Panorama – цифровое видео приложение, автоматическая опция подсчета стадий сна (FASS), программное обеспечение TWin Companion EKG Holter. Пользователь в состоянии выполнять такие функции, как проверка электродного импеданса и калибровка усилителя. Система AURA PSG LITE может быть использована для лабораторного и переносного скрининга сна с помощью беспроводной технологии Bluetooth™.

Сомнограф SleepTrek 3 Home Sleep Screener (США) [7], 6-ти канальный прибор для домашнего скрининга сна, представляющий регистратор физиологических данных для диагностики расстройств дыхания во время сна. SleepTrek 3, Type III Sleep Screener, использует датчики для записи сатурации кислорода, частоту пульса, воздушного потока дыхания, грудного и брюшного дыхательных усилий, позиции тела. SleepTrek 3

предназначен для использования под наблюдением или без наблюдения в домашних условиях. Устройство позволяет проводить регистрацию данных в течение 12 часов на CompactFlash карту.

TRACKIT, система амбулаторного мониторинга ЭЭГ и сомнологических исследований (Япония) [12], предназначена для записи ЭЭГ и полиграфических сигналов. 24 монополярных канала, 8 биполярных полиграфических каналов и 4 DC обеспечивают проведение амбулаторных исследований. Данные сохраняются на карту памяти формата CompactFlash. Существует возможность проводить в течение нескольких дней непрерывную регистрацию ЭЭГ. Для более подробного анализа можно использовать дополнительные программные приложения. Данный прибор предназначен также для применения за пределами медицинского учреждения.

Более известные приборы и системы, использующие получаемую по различным каналам физиологическую информацию, для исследования психофизиологического состояния человека, являются полиграфы или как их часто называют «детекторы лжи». На территории России наиболее часто используют полиграфы, такие как «Барьер-14», «Крис», «Риф», «Диана-02» и «Диана-04». Измерения на полиграфе имеют существенные недостатки: необходимость в ограничении подвижности; дискомфорт, связанный с креплением датчиков; громоздкая аппаратура; регистрацию и интерпретацию данных могут осуществлять только опытные операторы и эксперты. Современный полиграф представляет собой сенсорный блок с переносным персональным компьютером и датчиками съёма информации. Сенсорный блок предназначен для получения сигналов от датчиков, регистрирующих информацию о физиологических процессах, фильтрации и усиления этих сигналов, преобразования их в цифровой код и передачи его на компьютер для последующей обработки [13].

Из вышесказанного можно сделать вывод, что наиболее перспективные в плане повышения информативности являются объективные методы исследования психоэмоционального состояния человека. Дистанционные методы диагностики стрессовых состояний (например, технология виброизображения) имеют ряд преимуществ, но вместе с тем такая технология является достаточно дорогостоящей и требующей специального технического обслуживания, что налагает ограничения на ее повсеместное использование. В связи с этим на первый план выходят контактные методы, которыми пользуются с конца 19-го, начала 20-го века. Именно повышение информативности этих недорогих методов позволит существенно облегчить и упростить процесс диагностики стресса и тем самым снизить количество заболеваний, как несущественных, так и имеющие трагический исход. Низкая стоимость этих методов, кроме того, позволяет повсеместно

внедрять их и масштабировать на территорию всей страны. Что в свою очередь существенно скажется уже на экономических показателях всей страны, за счет снижения уровня заболеваемости населения.

Повысить информативность традиционных методов можно путем повышения разрешающей способности, используя для этого современные достижения материаловедения и нанотехнологий. Таким образом, повышение разрешающей способности систем для оценки эмоционального стресса человека является актуальной задачей в настоящее время. В Томском политехническом университете, в институте неразрушающего контроля комбинируют объективные и субъективные методы для более точного исследования эмоционального стресса человека. Для объективных методов разработаны и разрабатываются медицинские наносенсоры для съема биопотенциалов, имеющие более высокую стабильность электродного потенциала, стабильные контактные и поляризационные потенциалы, более низкое напряжение шума и сопротивление. Для тестирования пациентов будут применены существующие методы оценки эмоционального стресса человека, в которых будут использованы результаты как субъективного, так и объективного тестирования исследуемого. Симбиоз этих двух подходов, основанный на достижениях нанотехнологий, позволит получить новые научные знания и достижения.

### Список литературы

1. Алюшин М. В., Колобашкина Л. В. Оптимальное поведение и психоэмоциональное состояние: учеб. пособ. — М.: НИЯУ МИФИ, 2010. — 160 с.
2. Богдан М. Н. Генерализованное тревожное расстройство: диагностика, клиника и лечение // Клиническая и социальная психиатрия. — 2003. — Т. 13. — № 3. — С. 89-96.
3. Григорьева В. Н., Тхостов А. Ш. Способ оценки эмоционального состояния человека // Патент России № 2291720.2007. Бюл. № 2.
4. Игнатъев Н. К., Иволина Н. А. Электробиолюминесцентное исследование как чувствительный и информативный метод доклинической диагностики функционального состояния организма [Электронный ресурс] // Научно-медицинский центр «Беловодье». — URL: <http://smc-belovodye.ru/index.php/2013-12-27-04-22-52/46-2015-04-02-04-51-22> (дата обращения 25.09.2015).
5. Некрасова М. М., Полевая С. А., Парин С. Б., Шишалов И. С., Бахчина А. В. Способ определения стресса // Патент России № 2531443.2014.
6. Полисомнографическая система (ПСГ система) AURA PSG LITE [Электронный ресурс] // Медицинское оборудование, медтехника. Справочник – производители и поставщики

медицинской техники. — URL: <http://www.8a.ru/print/1429.php> (Дата обращения: 13.08.2015).

7. Полисомнографическая система (ПСГ система) SleepTrek 3 HomeSleepScreeener [Электронный ресурс] // Медицинское оборудование, медтехника. Справочник – производители и поставщики медицинской техники. — URL: <http://www.8a.ru/print/1418.php> (дата обращения: 12.09.2015).

8. Понятие психоэмоционального состояния человека // Здоровье без лекарств [Электронный ресурс] — URL: <http://www.o5a.ru/page,3,31-ponyatie-psixoyemocionalnogo-sostoyaniya-cheloveka.html> (дата обращения: 23.09.2015).

9. Попов В. В., Буланова Н. А., Литвин Е. И. Пограничные психические нарушения // Украинский журнал. — 2007. — № 1. — С. 90-97.

10. Система контроля психоэмоционального состояния человека [Электронный ресурс] // Элсис: сайт. — URL: <http://www.elsys.ru/vibraimage.php> (дата обращения: 19.09.2015).

11. Шейх-Заде Ю. Р., Шейх-Заде К. Ю. Способ определения уровня стресса // Патент России № 2147831.2000. Бюл. № 1.

12. Электроэнцефалограф TRACKIT [Электронный ресурс] // Медицинское оборудование, медтехника. Справочник – производители и поставщики медицинской техники. — URL: <http://www.8a.ru/print/10904.php> (дата обращения: 12.08.2015).

13. Южаков М. М. Разработка и исследование методов и технических средств нановольтового и микровольтового уровня для электрофизиологических исследований: дис. ...канд. техн. наук. – Томск, 2012.

14. Юматов Е. А., Судаков К. В., Тараканов О. П. Способ определения эмоционального стресса и устройство для его осуществления // Патент России № 2073484.1997. Бюл. № 1.

15. ROFES-E01C (РОФЭС) – функциональный экспресс тест здоровья организма [Электронный ресурс] // Потребительское общество «Арго». — URL: <http://argo-surgut.ru/rofes-e01s-rofes-funkcionalnyu> (дата обращения: 12.09.2015).

#### **Рецензенты:**

Новиков А. А., д.т.н., профессор кафедры материаловедения и технологии конструкционных материалов, ФГБОУ ВПО «Омский государственный технический университет», г. Омск;

Агафонников В. Ф., д.т.н., профессор кафедры конструирования узлов и деталей РЭС (КУДР), ФГБОУ ВПО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», г. Томск.