

# **СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРИНЦИПА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ В КОРРЕКЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА У СОТРУДНИКОВ СИЛОВЫХ ВЕДОМСТВ ПРИ СМЕННОМ РЕЖИМЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Управление Федеральной службы безопасности по Санкт-Петербургу и Ленинградской области  
(Россия, Санкт-Петербург, Литейный пр., д. 4);  
Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России  
(Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2)

Проведен анализ научных публикаций о возможностях применения лечебно-реабилитационных методов на основе принципа биологической обратной связи для коррекции нарушений эмоционального состояния военнослужащих со сменным характером деятельности. В ходе военно-профессиональной деятельности военнослужащих комплекс психогенных и физических факторов оказывает выраженное негативное влияние на их психическое состояние, физиологические функции и профессиональную работоспособность. Согласно представлениям ряда исследователей, циклически меняющиеся процессы являются саморегулятором системы, работающей посредством обратной связи. При ритмическом воздействии на центральную нервную систему – метода тренинга биологической обратной связи (БОС-тренинга), опосредованном через зрительный и слуховой анализаторы, удается дезорганизовать сложившийся патологический паттерн активности мозга и вызвать функциональные сдвиги нужной направленности. Приведены сведения об эффективности применения БОС-тренинга у больных с различными заболеваниями, однако указано на недостаточность сведений о механизмах его терапевтического эффекта и сложностей в интерпретации результатов. Сделан вывод о необходимости исследований, направленных на совершенствование подходов к выявлению и коррекции дезадаптационных нарушений у данной категории военнослужащих, в том числе с применением БОС-тренинга. При этом необходима разработка подходов, которые могли бы продемонстрировать эффективность метода при сравнении с другими альтернативными методами коррекции функционального состояния военнослужащих со сменным режимом деятельности. Представлены результаты экспериментов по коррекции функционального состояния с использованием БОС-тренинга у 42 сотрудников Федеральной противопожарной службы МЧС России.

Ключевые слова: военнослужащие, пожарные, сотрудники силовых ведомств, экстремальная психология, сменный режим деятельности, десинхроноз, функциональное состояние организма, эмоциональные нарушения, психологическая коррекция, биологическая обратная связь.

Известно, что сменный труд приводит к развитию десинхроноза и рассматривается как стресс-фактор, приводящий к нарушениям фазовой архитектуры циркадианной системы организма. Вопросы влияния напряженности труда, как фактора десинхронизации суточных биоритмов операторов, фактически остаются открытыми [50, 53].

В этой связи исследования десинхронизации у такого рода специалистов при сменном труде представляются актуальными. Возможность диагностики десинхроноза, как патологического состояния, позволит судить о работоспособности и надежности операторов, а также прогнозировать нарушения состояния здоровья [3].

В настоящее время является общепризнанным, что средовые факторы, влияющие на внутренние ритмы организма, могут приводить в ближайшей или отдаленной перспективе к расстройствам функционирования. Изучение патогенеза этих процессов позволяет определить направления разработки и совершенствования лечебно-профилактических и реабилитационных мероприятий, направленных на коррекцию состояния здоровья, обусловленных нарушениями временной организации биологической системы [25].

В качестве одной из причин наблюдающегося общего повышения заболеваемости населения болезнями, связанными с расстройствами регуляции, в том числе сердечно-сосудистыми

Зарипов Арат Ахмадуллович – нач. психофизиол. лаб. мед-сан. части Упр. Федер. службы безопасности России по Санкт-Петербургу и Ленингр. обл. (Россия, 191123, Санкт-Петербург, Литейный пр., д. 4);

Потапов Ростислав Викторович – ст. эксперт психофизиол. лаб. мед-сан. части Упр. Федер. службы безопасности России по Санкт-Петербургу и Ленингр. обл. (Россия, 191123, Санкт-Петербург, Литейный пр., д. 4); e-mail: rostislav1977@yandex.ru;

Ашанина Елена Николаевна – д-р психол. наук, проф. Всерос. центра экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), e-mail: liola@nm.ru.

ми заболеваниями (ССЗ), заболеваниями центральной нервной системы (ЦНС), ряд исследователей рассматривают повышение чувствительности к десинхронизирующим средовым факторам под влиянием нарастания уровня стрессовых нагрузок в популяции.

В то же время, в психодиагностической и лечебной практике чаще приходится сталкиваться с явлениями дезадаптации у военнослужащих, подвергающихся хронической нервно-психической перегрузке при повседневной деятельности [54, 58]. Особую озабоченность вызывают лица, служба которых связана с постоянным напряжением внимания при сменном режиме работы, в некоторых случаях значительно выраженные дезадаптационные нарушения приводят к тяжелым происшествиям.

Цель работы – анализ научных публикаций о возможностях применения лечебно-реабилитационных методов на основе принципа биологической обратной связи (БОС) в коррекции нарушений эмоционального состояния лиц со сменным характером деятельности.

**Патогенез десинхроноза.** Практически все процессы, протекающие в организме человека, характеризуются закономерным повторением одного и того же состояния через определенные промежутки времени. Это явление получило название биологического ритма [2]. Ритмические процессы можно рассматривать как эволюционное отражение в живом организме ритмики внешней неживой среды – смены дня и ночи, времен года, приливов и отливов. Биоритм выступает в роли адаптационного механизма, позволяющего эффективно функционировать в ритмично изменяющемся мире, подстраивая внутренние процессы в организме к периодическим изменениям внешней среды [42]. Известно, что вне зависимости от типа суточной ритмики лишение сна в равной степени, как и его избыток или инверсия фаз, оказывают негативное влияние на состояние здоровья человека [35].

Выделяют экзогенные ритмы как реакцию организма на периодическое воздействие внешних факторов и эндогенные ритмы – самоподдерживающиеся колебания, обусловленные активными процессами в системе, в данном случае – в человеческом организме. Ритмическая активность организма относительно автономна, генетически детерминирована и может быть реализована в условиях изоляции от внешних водителей ритма. Гелиофизические (суточные и сезонные колебания освещенности, изменения магнитного поля), метеорологические (атмосферное давление,

температура воздуха, влажность) и социальные (ночное освещение, ритм питания и двигательной активности) ритмы выступают в роли внешних синхронизаторов, способствуя тому, что большинство биоритмов в организме человека являются смешанными [6].

Наименьшими внутренними водителями ритма являются клетка, проницаемость мембраны, а также уровень катаболических и анаболических процессов, который колеблется с периодом от нескольких минут до суток. Совокупность клеток генерирует определенные ритмы на уровне тканей, синхронизация этих ритмов иерархически осуществляется эндокринной и нервной системами. Основными синхронизаторами ритмики организма принято считать супрахиазматические ядра гипоталамуса и эпифиз, которые, в свою очередь, подстраивают свою ритмическую активность под внешние ритмы, обеспечивая организму оптимальные условия функционирования [43].

В настоящее время известно более 400 только циркадианных ритмов [9]. В норме между ритмическими процессами внутри организма либо между биоритмами и средовыми задающими ритм факторами существуют установившиеся фазовые соотношения. Рассогласование их получило название десинхроноза.

Десинхроноз может быть внутренним – при нарушении согласования ритмов внутри организма, а также внешним – при нарушении синхронизации внутренних ритмов с внешними воздействиями [44]. Выделяют острый, возникающий при внезапном рассогласовании в действии на организм внешних и внутренних водителей ритма, и хронический десинхроноз – результат стабильной, затянувшейся во времени дизритмии, а также явный, с манифестными как соматическими, так и психическими нарушениями, и скрытый, протекающий бессимптомно, незаметно для пациента [21].

Реакцией биологических объектов на десинхроноз ожидаемо является адаптационный стресс с выходом за рамки физиологической нормы. Нарушенный биоритм изменяет течение иных, связанных с ним, биоритмов, это переводит десинхроноз из местного в системный процесс [24].

К настоящему времени в хрономедицине сформирована серьезная теоретическая база проведения исследований ритмических процессов в организме и изучения влияния на них внешних десинхронизирующих факторов. В рамках этой дисциплины проводятся выявление десинхронозов при ряде заболеваний, оценка возможностей воздействия на патоло-

гические процессы с учетом индивидуальных особенностей ритмики органов, систем и организма в целом [47]. Так, например, эндогенный десинхронизм рассматривается рядом авторов в качестве одного из этиологических факторов артериальной гипертензии [11].

**Общие принципы лечебно-диагностических, профилактических и реабилитационных мероприятий.** В настоящее время общепризнано, что в ходе военно-профессиональной деятельности военнослужащих комплекс психогенных и физических факторов оказывает выраженное негативное влияние на их психическое состояние, физиологические функции и профессиональную работоспособность [57]. В свою очередь неблагоприятное влияние режима деятельности сопровождается истощением компенсаторных ресурсов, увеличением риска развития психических нарушений и осложнением их течения, и, в конечном итоге, это приводит к увеличению показателей соматической и психоневрологической заболеваемости [3, 8, 49].

Общепризнано, что ранняя диагностика снижения резервных возможностей организма и выявления психосоматических нарушений даст реальную возможность регулировать функциональное состояние, что, безусловно, должно способствовать сохранению профессионального здоровья военнослужащих в условиях сменного режима службы. Важнейший структурно-функциональный блок многоуровневой системы психологического сопровождения этой группы специалистов должен включать мероприятия по комплексной оценке и мониторингу состояния их здоровья. Мероприятия этого блока должны быть ориентированы на оценку влияния условий и особенностей профессиональной деятельности военнослужащих и состояния их здоровья с учетом функциональных резервов организма, а также раннее выявление начальных признаков заболеваний.

Другой блок такой системы должен включать комплекс мероприятий по медицинскому сопровождению, разработку многофункциональной информационной диагностической системы контроля и прогнозирования функционального состояния специалистов.

Представляется необходимым также отметить, что, по нашему мнению, в основу организации работы по медико-психологическому сопровождению данной категории лиц должно быть положено понятие о медико-психологической реабилитации как об интегративном процессе, базовыми задачами которого являются

развитие и укрепление у военнослужащего умения справляться с физическими и особенно психическими нагрузками и стресс-факторами профессиональной деятельности, развитие психологической устойчивости личности, активных coping- (стресс-преодолевающих) стратегий и установок личности на восстановление, сохранение и поддержание здоровья, профессиональной работоспособности и долголетия [5].

Практическая реализация этих направлений требует применения специальных средств и методов, создания системы адекватного организационного и научно-методического обеспечения, а также учета целого ряда основополагающих принципов.

Один из важнейших принципов медико-психологического сопровождения рассматриваемой категории военнослужащих с психосоматическими нарушениями – профилактически ориентированный подход, который состоит в том, что конечной целью, а точнее целевой функцией всей системы сопровождения и коррекции является не устранение психосоматических нарушений или лечение возникающих заболеваний, а комплексный учет условий и особенностей профессиональной деятельности, мониторинг состояния здоровья, раннее выявление нарушенных функций и обеспечение работоспособности, профессионального здоровья и долголетия военнослужащих [28].

Следующий принцип медико-психологического сопровождения – комплексность – подразумевает включение в состав системы сопровождения таких важных компонентов, как учет физиолого-гигиенических факторов и условий деятельности, организация мониторинга состояния здоровья и психики, интеграция медицинских (фармакологических, физиотерапевтических, бальнеологических и др.), психологических и психотерапевтических мероприятий. Это крайне актуально в связи с необходимостью обеспечения донозологического уровня диагностики и коррекции нарушенных функций у военнослужащих, осуществляющих свою деятельность в сменном режиме.

Принцип целенаправленности, в соответствии с которым в ходе проведения медико-психологического сопровождения данной категории лиц воздействие должно оказываться, прежде всего, на те звенья возможных патологических процессов, заболеваний и психических нарушений, которые, главным образом, могут в последующем определять его клиническую и патопсихологическую кар-

тину. По нашему мнению, это положение имеет важное научно-практическое значение, так как определяет необходимость использования комплекса медико-психологических способов и средств, ориентированных на различные уровни воздействия.

Личностно-ориентированный подход должен стать одним из основных методологических принципов рассматриваемой системы, он требует обязательного включения в программы и методики контроля и коррекции состояния здоровья личного состава методов психологической диагностики, психотерапевтических и психокоррекционных методик и технологий, ориентированных на оптимизацию психической сферы личности военнослужащих и негативное воздействие психологических стресс-факторов, в частности десинхронозов, развивающихся при сменном режиме деятельности [7].

Наконец, экономическая эффективность должна определять необходимость применения наиболее простых в технологическом исполнении, но эффективных методик и технологий медико-психологического сопровождения военнослужащих, работающих в сменном режиме. Одним из современных немедикаментозных подходов к совершенствованию нормальных и коррекции нарушенных или работающих не оптимально функций организма является коррекция функционального состояния человека на основе принципов биоправления [22].

**Применение методов БОС.** Согласно представлениям ряда исследователей, циклически меняющиеся процессы являются саморегулятором системы, работающей посредством обратной связи. Изменения электрических процессов и их межцентральных отношений в коре большого мозга при ритмических афферентных воздействиях предложено рассматривать с позиции представления об очагах стационарной активности, которые возникают при раздражениях в мозге. Динамические очаги стационарной активности, в свою очередь, создают также перестройку функциональных связей мозга [40, 48].

Важную роль в установлении связей электрических процессов играет корковая зона проекции неспецифических таламических систем, в которой суммируются и модулируются ритмические процессы под влиянием импульсации разной модальности. Ритмическое воздействие включает в активность корково-подкорковые, таламокортикальные и корково-корковые циклы возбуждения, а

также циклы, распространяющиеся на новую кору и структуры лимбической системы. Показано, что ритмика, вызываемая афферентным раздражением, хотя и отличается от предшествующей фоновой, но ритмическое последствие позволяет рассматривать это явление как один из механизмов формирования фоновой активности [33, 37].

Ритмическая активность, вызванная раздражителем, при сложной психической деятельности отражает задержку следового возбуждения и имеет отношение к процессам памяти, вызывая реверберационные процессы в мозге, имеет место процесс пространственно-временной перестройки импульсной активности нейронных популяций – формирование паттерна долговременной памяти, определяющего в дальнейшем мозговую деятельность [34].

При ритмическом воздействии на центральную нервную систему через зрительный и слуховой анализаторы удается дезорганизовать сложившийся патологический паттерн активности мозга и, таким образом, вызвать функциональные сдвиги нужной направленности. Такие, формируемые искусственно, функциональные сдвиги получили название артифициальных стабильных функциональных связей. Высказывается мнение, что под воздействием ритмических аудиовизуальных колебаний происходит наибольшее повышение числа активных носителей электронов (медиаторов) и, следовательно, увеличение мощности электрического поля, что, в свою очередь, приводит к новым конформационным изменениям белковых молекул, входящих в состав пре- и постсинаптических мембран, и их более устойчивой фиксации в районе синапса [9].

Близким по механизму действия коррекционным методом является целенаправленное воздействие на центральную нервную систему аудиовизуальных колебаний. Показано, что при взаимодействии различных внешних факторов колебательно-волновой природы с колебаниями нервной системы и достижении резонанса происходит перестройка ритмики нервных клеток, сопровождающаяся соответствующим сдвигом протекающих в них обменных процессов [36, 42]. Совпадение частоты колебаний с диапазоном низкочастотных электроэнцефалографических (ЭЭГ) ритмов оказывает оптимизирующее действие на attentionно-мнестические и интеллектуальные функции [56].

Анализ литературных данных, касающихся комплексной характеристики психофизио-

логической сферы операторов с различной устойчивостью к стрессовым воздействиям, свидетельствует, что неуспешные операторы отличаются от успешных наличием признаков дисритмии [53]. Подобный вывод был сделан на основе взаимосвязи таких показателей, как фоновая биоэлектрическая активность головного мозга, особенности вегетативного реагирования на стандартную нагрузку с показателями эффективности операторской деятельности [32]. Во-первых, рядом авторов отмечается, что при гиперсинхронном типе электроэнцефалограммы, свидетельствующем о снижении активности коры и повышении активности подкорковых стволовых структур, эффективное выполнение операторской деятельности возможно лишь в режимах с низкой степенью сложности [32, 36]. Во-вторых, существуют многочисленные свидетельства того, что при моделируемой эмоциогенной нагрузке (значительное повышение низкочастотной составляющей спектра и индекса напряжения регуляторных систем организма на всех этапах пробы) отмечается повышенный тонус симпатической нервной системы [36]. Таким образом, при эмоциональном напряжении происходит закономерная перестройка биологических ритмов в виде изменения амплитудно-частотных параметров ритмической активности головного мозга. Данное состояние сопровождается низкой работоспособностью оператора и свидетельствует о необходимости проведения психокоррекции с целенаправленным воздействием на центральную нервную систему [45].

Лечение стрессовых расстройств в большинстве случаев проводится с применением психотропных средств седативного, анксиолитического и антидепрессивного действия, что сопровождается проявлением побочных эффектов, делающих невозможным их назначение активно работающему человеку. При этом использование нелекарственных методов для восстановления здоровья лиц, перенесших стресс различного происхождения, демонстрирует значительное улучшение их общего самочувствия [11]. В научной литературе приводятся данные использования БОС, наряду с другими нелекарственными методами терапии (гомеопатией, психотерапией, рефлексотерапией), при восстановлении и укреплении психофизиологических качеств операторов подвижного состава [10], в качестве терапии поражений головного мозга у пожарных (метод альфа-ЭЭГ-тренинга) [13], как эргономический способ коррекции функционального состояния

[2], а также как средство обучения физиологическому контролю [12].

Лечение и коррекция патологических состояний с применением метода адаптивного биоуправления с использованием устройств БОС в последнее время все шире используется отечественными и зарубежными специалистами [36]. Задачей сеанса биоуправления является тренинг произвольного контроля какого-либо физиологического параметра организма, а результатом нормализации этого параметра являются положительные сдвиги в общем состоянии пациента. Ряд авторов свидетельствуют об эффективности применения исключительно БОС-тренинга для пациентов с рядом заболеваний [33], другие – оценивают положительно его применение совместно с медикаментозной терапией [1, 34], третьи – высказывают мнение о недостаточной эффективности только БОС-тренинга при наличии выраженных эмоциональных нарушений и необходимости сочетать его в таких случаях с психофармакотерапией [26].

Методология биоуправления базируется на принципах операционного обусловливания, при котором подкрепление используется для выбора, усиления или ослабления поведенческого паттерна [17]. Биоуправление является обучающей технологией, посредством которой пациенты приобретают навык модулирования вегетативных функций. Электронное оборудование измеряет и отражает на экране монитора эти функции, давая немедленную обратную связь об их состоянии пациенту [52, 55].

Тренинги, осуществляемые с помощью БОС-процедур, предоставляют пациенту возможность развить волевой контроль вегетативных функций. БОС-терапия часто совмещается с релаксационными и другими поведенческими техниками. В литературе широко обсуждаются теоретические вопросы биоуправления, связанные с недостаточной достоверностью многих исследований в этой области, в результате чего за клинический результат биоуправления принимается плацебо-эффект, особенно при комбинированном воздействии БОС-процедур и других релаксационных техник [19, 38].

Отмечаются трудности в интерпретации результатов БОС-терапии, вычленения ее «активного начала» и плацебо-эффекта [41], связанные с тем, что БОС-терапия представляет собой собранные под одной крышей разнообразные лечебные воздействия, эффект которых должен оцениваться отдельно. Ряд авторов отмечают отсутствие каких-либо преимуществ метода биоуправления перед

другими психорелаксационными техниками либо относят его клинический эффект за счет классических психотерапевтических подходов, используемых в процессе тренинга [18].

Широко проводятся исследования предикторов эффективности биоуправления. Выявлено, что ведущими факторами, способствующими успешности освоения метода, являются личностные особенности пациентов. По данным Т.А. Айвазяна (1993), эффективность БОС-тренинга связана с такими личностными характеристиками, как радикализм, повышенная активность, склонность к экспериментированию, перемене деятельности [1]. S. Tsutsui (1993) показал, что эффективность БОС-тренинга зависит от степени мотивации, хорошей социальной адаптации, коммуникативности и мало связана с возрастом, протеканием болезни, социальными факторами [59].

Имеются сообщения о том, что предикторами эффективности БОС-тренинга по температуре тела и миограмме можно считать:

- низкий уровень невротизма и тревоги;
- достаточно высокий уровень личностной зрелости;
- интерналитет, лидерские тенденции;
- прагматичный подход к решению жизненных проблем, ответственность, упорство в достижении цели.

Сохранность оперативных функций интеллекта (высокий уровень концентрации внимания, отсутствие психической истощаемости) также может служить предиктором эффективности, однако при правильно подобранном режиме тренировок, уменьшении времени их проведения с постепенным наращиванием низкий уровень концентрации внимания может не быть помехой обучению методу биоуправления, достижению высокой эффективности тренинга [20].

Необходимым этапом при оценке эффективности БОС-процедур является подтверждение наличия долговременного эффекта при сравнении с другими техниками саморегуляции. В ряде работ приводятся доказательства наличия такого эффекта в различных модификациях биоуправления [31, 56].

Следует отметить, что теоретическая база биоуправления до сих пор остается недостаточно разработанной и несколько отстает от скорости развития его практического применения. Описаны две модели биоуправления, которые могли бы быть рационально применены в БОС-терапии: обучающая и релаксирующая [40].

Обучающая модель базируется на теории обучения и, по существу, является отраже-

нием метода проб и ошибок, аналогом «тренировки мастерства», который основан на упорных повторяющихся попытках научиться любыми возможными способами контролировать физиологические функции. Эта теория развилась на базе экспериментальной психологии и рассматривает биоуправление как инструментальное обусловливание висцеральных систем [55].

Релаксирующая, или антистрессовая, модель основана на представлении о стрессе как источнике стрессозависимых расстройств, таких как гипертония, головная боль, тревога и общепризнанных положениях о том, что физиологической реакцией на стресс является активация симпатической нервной системы, сопровождающаяся повышением артериального давления, выбросом в кровь множества гормонов, повышением уровня холестерина, липидов, сахара, тромбообразующих факторов [14, 25]. Следующая за ней парасимпатическая реакция обеспечивает трофическую функцию и позволяет восстановить затраченную энергию, синтезировать необходимые для активной деятельности ферменты, гормоны, опиаты и другие вещества по окончании стрессового воздействия [37, 51].

Качественно иной сценарий реабилитационных мероприятий, построенных на интерактивной модификации функций мишеней – локальных мозговых структур, пораженных при сосудистой, травматической и онкологической патологии, за счет формирования обратной связи on-line, организованной под визуальным контролем [31]. Нейрореабилитация, основанная на механизмах нейропластичности, позволяет инсценировать принципиально новый ход анализа восстановления функции, ангажируя дополнительные регионы мозга, не проявляемые традиционным клиническим анализом, идентифицируя все области, вовлеченные в патологический процесс.

В настоящее время известны несколько подходов к разработке интерфейсов мозг – компьютер. Основанием для первого такого подхода было открытие Д. Камиа возможности человека произвольным образом изменять выраженность спектральных компонентов собственной ЭЭГ [46]. Первоначально на этой основе были созданы технологии так называемого БОС-тренинга, наиболее разработанного в том числе и отечественными исследователями, например в школе акад. М.Б. Штарка. Методология БОС-тренинга позволяет человеку удерживать выведенные на экран те или иные ЭЭГ в пределах некоторого

коридора допустимых значений и тем самым поддерживать определенное целевое состояние функциональных систем организма.

С появлением БОС-тренинга была выдвинута идея о том, что произвольное управление показателями собственной ЭЭГ можно использовать для передачи сообщений или кодирования команд внешним исполнительным устройствам. Однако качество коммуникации или управления посредством технологии БОС по показателям скорости и точности выполнения команд не соответствовало целевым установкам подобного рода задач для человека-оператора [13]. За время применения БОС не было найдено регламентов для выработки навыка быстрого и детерминированного изменения спектра собственной ЭЭГ по волевому усилию. Как правило, для произвольного изменения ЭЭГ, например увеличения мощности альфа-активности, испытуемому требуется некоторый предварительный опыт, значительное время для «настройки», что оказалось доступным далеко не каждому пользователю.

Тем не менее, несмотря на проблемную эффективность техники саморегуляции ритмов мозга для коммуникационных технологий как таковых, опыт БОС-тренинга для человека-оператора, безусловно, должен способствовать увеличению эффективности его работы в контурах интерфейсов мозг – компьютер, поскольку располагает человека к фокусированию внимания на своих внутренних состояниях. Последнее особенно важно при работе человека в контурах так называемых независимых или активируемых только волевым усилием (self-passed) интерфейсов мозг – компьютер. Принцип работы независимых интерфейсов мозг – компьютер заключается в том, что детектируемые в качестве команд для управления или коммуникации изменения ритмов ЭЭГ вызываются произвольными усилиями человека-оператора вне какой-либо их связи с внешней сенсорной стимуляцией.

В настоящее время полагают, что релаксационные процедуры мобилизуют «глубокую энергию» (Селье) путем адаптационной перестройки гомеостатических систем организма (аутогенная тренировка, прогрессивная мышечная релаксация, некоторые виды медитации, БОС-процедуры). Они являются андотами к стрессозависимым расстройствам и позволяют дерепрессировать генетически детерминированные механизмы саморегуляции [14]. Предполагается, что тренинг, нацеленный на общее состояние релаксации в клинической

ситуации, может быть перенесен в обычную стрессовую ситуацию.

Таким образом, в целом компьютерное биоправление можно представить как сложную многогранную методологию, объединяющую в себе бихевиоральные, психологические, физиологические механизмы, оказывающую терапевтическое воздействие сразу на несколько патогенетических звеньев заболевания или патологического состояния. Однако имеющиеся на данный момент сообщения свидетельствуют о необходимости сравнительного анализа эффективности поведенческой и медикаментозной терапии, а также проведения более методологически грамотных исследований.

**Исследование физической работоспособности и нейрофизиологических показателей ЦНС у сотрудников Федеральной противопожарной службы (ФПС) МЧС России.** Исследование вопросов коррекции работоспособности сотрудников, работа которых связана с нарушением суточных биоритмов, проводили в подразделениях пожарных служб ФПС МЧС России. Одним из наиболее типовых подразделений пожарных служб ФПС МЧС России является пожарный караул, деятельность которого является ключевой для оперативной деятельности, поскольку именно личный состав караула обеспечивает пожаротушение и несет караульную службу. Караульная служба в пожарных частях ФПС МЧС России осуществляется посредством посменного несения боевого дежурства, осуществляемого в целях непрерывного поддержания боевой готовности. В соответствии с требованиями руководящих документов ФПС МЧС России служба караула строится по распорядку дня, но жестко с распорядком дня не связана, поскольку в отличие от других профессий караул может быть поднят по тревоге в любое время суток. Это определяет высокую значимость психологической готовности пожарных, которая приводит к их эмоциональному напряжению [16].

Нами проведен эксперимент, в котором участвовали 44 сотрудника ФПС МЧС России, из них 23 человека вошли в состав 1-й группы и 21 человек – 2-й (контрольной) группы. Группы были рандомизированы по состоянию здоровья и возрасту. Для коррекции функционального состояния пожарных применяли традиционные психокоррекционные мероприятия в комнате психологической регуляции (функциональная цветомузыка, аутотренинг). Дополнительно с сотрудниками 1-й группы проводили 5 сеансов БОС-технологий [5].

Медицинское (лечебное) применение метода БОС предполагает, что информация о работе органов и систем получается с помощью регистрирующей аппаратуры, усиливается и представляется человеку в виде сигнала, например, звукового или зрительного. Аfferентная информация идет по искусственным каналам, образующим новую «петлю» обратной связи. С физиологической точки зрения с помощью БОС человек обучается произвольно регулировать некоторые функции, например, частоту сердечных сокращений и дыхания, напряжение скелетной мускулатуры, тонус и кровенаполнение сосудов и т.д.

Для оценки эффективности применения БОС оценивали нейрофизиологические характеристики ЦНС, показатели физической работоспособности (с помощью измерения статического мышечного усилия, СтМВ) и функциональных резервов организма (пробы Штанге, Генча, Руфье).

Результаты этой оценки у сотрудников ФПС МЧС России до и после коррекции приведены в табл. 1, из которой видно, что физическая работоспособность лиц 1-й и 2-й групп в динамике существенно не отличалась. При этом в 1-й и 2-й группах выраженность позитивных изменений физической работоспособности и функциональных резервов организма была во многом аналогична. Так, в 1-й группе достоверные изменения показателей физической работоспособности и функциональных резервов организма отмечены в 80 % показателей, а во 2-й – в 40 %.

Эти данные свидетельствуют о том, что использованные в каждой из групп различные виды коррекции способствовали восстановлению физической работоспособности и функциональных резервов организма находившихся под наблюдением лиц. Однако более выраженные изменения физической работоспособности и функциональных резервов организма отмечены у лиц 1-й группы, где применялись психотехнологии БОС.

Оценка динамики изменения нейрофизиологических показателей ЦНС, характеризую-

щих уравновешенность и лабильность корковых процессов, возбудительный и тормозный процессы, а также уровень функциональных возможностей ЦНС, проводилась с помощью показателей тестов «Реакция на движущийся объект» (РДО) и «Диагностика функционального состояния ЦНС», которые являются информативными для оценки эффективности различных методов коррекции дезадаптивных нервно-психических состояний. С помощью этих тестов были изучены нейрофизиологические характеристики ЦНС в 1-й и 2-й группах сотрудников ФПС МЧС России до и после психокоррекции. Полученные в динамике сравнительные данные в каждой из групп обследуемых приведены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что сравнение нейрофизиологических характеристик ЦНС до и после окончания коррекции свидетельствует о нормализации показателей функционального состояния ЦНС у обследованных сотрудников ФПС МЧС России. В 1-й группе достоверные изменения показателей физической работоспособности и функциональных резервов организма отмечены в 69 % (в 9 из 12) показателей, а во 2-й – в 46 %.

По результатам теста РДО в 1-й группе после коррекции увеличилось количество точных реакций, что указывает на увеличение силы возбудительного процесса в коре головного мозга, а также показателей, характеризующих функциональное преобладание возбудительного процесса над тормозным и уравновешенность основных нервных процессов (среднее арифметическое, среднеалгебраическое, среднеквадратическое, количество запаздывающих реакций). Кроме того, в этой группе по данным теста «Диагностика функционального состояния ЦНС» увеличились такие показатели, как среднее время реакции, устойчивость реакций, уровень функциональных возможностей и функциональное состояние ЦНС.

Во 2-й группе, где коррекция нервно-психического статуса проводилась без психотехнологий БОС, но с применением общепринятых психологических средств, статистически до-

**Таблица 1**

Показатели физической работоспособности и функциональных резервов у сотрудников ФПС МЧС России до и после коррекции ( $M \pm m$ ), с

Показатель	1-я группа			2-я группа		
	до	после	p <	до	после	p <
Проба Штанге	44,2 ± 2,4	53,6 ± 2,7	-	43,5 ± 2,6	50,2 ± 2,6	0,05
Проба Генча	32,1 ± 2,2	42,8 ± 1,7	0,01	30,8 ± 2,5	38,6 ± 2,5	0,05
Проба Руфье	14,2 ± 1,2	11,7 ± 1,2	0,01	14,7 ± 1,4	12,3 ± 1,4	-
СтМВ, правая рука	38,2 ± 2,6	44,3 ± 2,4	0,05	39,2 ± 2,8	41,2 ± 2,3	-
СтМВ, левая рука	33,2 ± 3,6	40,3 ± 2,5	0,05	35,2 ± 2,7	39,2 ± 2,5	-



Таблица 2

Показатели нейрофизиологических характеристик ЦНС у сотрудников ФПС МЧС России до и после коррекции ( $M \pm m$ )

Показатель нейрофизиологической функции	1-я группа			2-я группа		
	до	после	p <	до	после	p <
Реакция на движущийся объект, с						
количество точных реакций	3,6 ± 0,5	4,9 ± 0,6	0,05	3,6 ± 0,5	4,9 ± 0,5	0,05
количество преждевременных реакций	6,3 ± 0,6	7,4 ± 0,6	-	6,5 ± 0,7	7,9 ± 1,0	-
количество запаздывающих реакций	15,9 ± 0,9	13,1 ± 0,8	0,05	16,0 ± 1,0	14,6 ± 0,8	-
среднее арифметическое отклонение (без учета знака)	6,8 ± 0,8	4,6 ± 0,7	0,05	6,9 ± 0,8	5,0 ± 0,8	0,05
среднее алгебраическое отклонение (с учетом знака)	3,3 ± 0,5	1,9 ± 0,7	0,05	3,4 ± 0,6	2,7 ± 0,9	-
среднее квадратическое отклонение	4,4 ± 0,5	3,0 ± 0,4	0,05	4,5 ± 0,6	3,5 ± 0,6	-
Диагностика функционального состояния ЦНС, с						
среднее время реакции	610,4 ± 45,0	420,0 ± 45,0	0,05	650,0 ± 60,0	490,5 ± 60,5	0,05
модальное время реакции	490,0 ± 55,0	410,7 ± 55,0	-	510,5 ± 55,0	400,0 ± 50,5	0,05
устойчивость реакции	-0,8 ± 0,7	0,8 ± 0,5	0,05	-0,7 ± 0,6	0,9 ± 0,6	0,05
максимальная частота	14,5 ± 0,8	16,7 ± 0,9	-	14,5 ± 0,7	16,4 ± 0,9	-
уровень функциональных возможностей ЦНС	1,7 ± 0,4	2,4 ± 0,4	0,05	1,8 ± 0,3	2,4 ± 0,3	0,05
функциональное состояние ЦНС	2,1 ± 0,4	3,2 ± 0,4	0,05	2,4 ± 0,6	2,8 ± 0,4	-

стоверные изменения отмечены у количества точных реакций, среднего арифметического отклонения (без учета знака) теста РДО, а также по данным среднего времени реакций, устойчивости реакций и уровню функциональных возможностей ЦНС по тесту «Диагностика функционального состояния ЦНС».

Полученные данные убедительно свидетельствуют о том, что применение психотехнологии БОС у сотрудников ФПС МЧС России является эффективным способом нормализации таких нейрофизиологических характеристик ЦНС, как уравновешенность возбуждения и торможения и других нервных процессов, а также сила возбудительного процесса и лабильность нервной системы. Однако изменения не достигали абсолютных величин (100 %). В свою очередь, это указывает на необходимость либо увеличения длительности психологической коррекции, либо использования дополнительных средств.

### Заключение

Несмотря на заметные успехи хрономедицины в последние десятилетия, проблема эффективности профессиональной деятельности, в том числе военно-профессиональной, психического, физического здоровья и качества жизни человека в условиях десинхронизации, остается малоизученной. Особый интерес для исследователей представляет огромная выборка людей, работающих ночью. До настоящего времени исследования влияния на состояние здоровья десинхронизации, сформированного в результате работы в ночные смены, посвящены, главным образом, соматическим нарушениям, оставляя практически без внима-

ния столь существенный компонент здоровья, как нарушения их функционального состояния. Проблема медико-психологического обеспечения надежности профессиональной деятельности военнослужащих и специалистов, работающих в сменном режиме, является одной из ведущих, ее нельзя считать решенной.

Безусловно, необходимы организация и совершенствование специальной медико-психологической реабилитации военнослужащих подразделений, специфика службы которых периодически или постоянно требует 24-часовой деятельности, связана с рядом ограничений: невозможностью длительного приема психотропных препаратов с седативным компонентом, сложностью организации и ведения психотерапевтических групп вследствие сменного режима службы. Одним из перспективных направлений совершенствования данной системы мероприятий является применение метода биологической обратной связи. При этом существует необходимость систематических исследований, которые могли бы продемонстрировать эффективность метода при сравнении с другими альтернативными методами коррекции состояния рассматриваемой группы лиц, показать длительность сохранения клинического эффекта, идентифицировать группы пациентов, которые наиболее «чувствительны» к данному методу. Многочисленные исследования подтвердили, что БОС-тренинг обуславливает сохранение клинического эффекта не менее чем на 6–12 мес. Однако механизмы действия и возможности метода изучены недостаточно.

В связи с тем, что в психодиагностической и лечебной практике все чаще приходится сталкиваться с явлениями дезадаптации,

обусловленными десинхронозом, у военнослужащих, подвергающихся хронической нервно-психической перегрузке при сменном режиме службы, представляется высокоактуальным проведение исследований, направленных на поиск и совершенствование подходов к выявлению и коррекции дезадаптационных нарушений у данной категории военнослужащих, в том числе с применением БОС-тренинга.

# Литература

1. Айвазян Т.А. Биообратная связь в лечении гипертонической болезни: механизм действия предикторы эффективности // Биоуправление-2. Теория и практика. Новосибирск, 1993. С. 105–107.
2. Алякринский Б.С. Проблемы скрытого десинхроноза // Космич. биология и авиакосмич. медицина. 1972. № 1. С. 32–37.
3. Андриков Б.Г., Зеренков П.А., Половов С.Ф., Демьяненко Н.Б. К вопросу об оптимизации форм и методов профилактики заболеваний военнослужащих // Тихоокеан. мед. журн. 2006. № 4 (прил.). С. 112–113.
4. Арутюнов А.Т., Решетняк В.К., Турзин П.С. Профессиональный стресс: эргономические способы коррекции функционального состояния // Бюллетень научного совета «Медико-экологические проблемы работающих». 2006. № 2. С. 46–51.
5. Ашанина Е.Н., Кулаков Д.В. Теория и практика коррекции дезадаптивных нервно-психических расстройств с помощью аудиовизуального воздействия и биологически обратной связи : монография. Изд. 2-е. СПб. : Политехника-сервис, 2012. 101 с.
6. Ашофф Ю. Биологические ритмы : в 2 т. М. : Мир, 1984. Т. 1. 414 с.
7. Бекер Д.Л. Клинико-социальная характеристика, терапия и профилактика психических расстройств, связанных со стрессом : автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2002. 26 с.
8. Беляев С.Д. Новая хронотерапевтическая технология лечения больных с НЦД // Вестн. новых мед. технологий. 2005. № 3/4. С. 72.
9. Болдырева Г.Н., Жаворонкова Л.А., Шарова Е.В. [и др.]. фМРТ-ЭЭГ-исследование реакций мозга здорового человека на функциональные нагрузки // Физиология человека. 2009. Т. 35, № 3. С. 20–30.
10. Бреус Т.К. Влияние солнечной активности на биологические объекты : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 2003. 42 с.
11. Бурдин В.Н. Десинхроноз в нозологии эссенциальной гипертензии // Соврем. пробл. науки и образования. 2008. № 6. С. 125–128.
12. Бухвостов А.В. Психологические особенности копинг-поведения сотрудников Государственной противопожарной службы МЧС России : автореф. дис. ... канд. психол. наук. СПб., 2004. 18 с.
13. Ващенко А.А., Кудрин Р.А. Информативность показателей эмоционального интеллекта при оценке операторских способностей человека // Актуальные проблемы экспериментальной и клинической

медицины : материалы науч. конф. Волгоград : Изд-во ВолГМУ, 2008. С. 25–26.

14. Величковский Б.Б. Многомерная оценка индивидуальной устойчивости к стрессу : автореф. дис. ... канд. психол. наук. М., 2007. 27 с.
15. Вовк О., Сметанкин А. Метод биологической обратной связи по дыхательной аритмии сердца в коррекции речи при заикании // Биологическая обратная связь : нейромоторное обучение в клинике и спорте. 1999. № 2. С. 15–22.
16. Волков С.И. Коррекция дезадаптивного нервно-психического состояния у сотрудников Государственной противопожарной службы МЧС России с помощью дыхательных психотехнологий // Вестн. психотерапии. 2006. № 19 (24). С. 60–69.
17. Ганин И.П., Шишкин С.Л., Кочетова А.Г., Каплан А.Я. Интерфейс мозг-компьютер «на волне Р300»: исследование эффекта номера стимулов в последовательности их предъявления // Физиология человека. 2012. Т. 38, № 2. С. 5–13.
18. Гребнева О.Л., Джафарова О.А., Мажирина К.Г. [и др.]. Оптимальное функционирование (High performance) в парадигме биоуправления // Профессиональное долголетие и качество жизни : тр. конф. М., 2007. С. 68–69.
19. Григорян Р.Д. Механизм колебаний функциональной надежности оператора компьютера // Проблемы программирования. 2008. № 23. С. 756–764.
20. Джафарова О.А., Донская О.Г., Зубков А.А., Штарк М.Б. Игровое биоуправление как технология профилактики стрессозависимых состояний // Биоуправление-4. Теория и практика. Новосибирск, 2002. С. 86–96.
21. Дмитрук А.И. Биоритмологические аспекты проблемы адаптации в спорте. СПб. : СПб. гос. ун-т физ. культуры им. П.Ф. Лесгафта, 2007. 58 с.
22. Долецкий А.Н., Кудрин Р.А. Построение прогностической модели успешности биоуправления с обратной связью на основе нейрофизиологических критериев // Бюл. Волгоградского науч. центра РАМН. 2006. № 4. С. 41–43.
23. Дынькин Б.Е., Соболева Т.Н. Профессиональная психологическая подготовка оператора подвижного состава с использованием тренажерных методов // Социальные и гуманитарные науки на Дальнем Востоке. 2013. № 2 (38). С. 191–197.
24. Ежов С.Н. Основные концепции биоритмологии // Вестн. ТГЭУ. 2008. № 2. С. 104–121.
25. Загускин С.Л. Ритмы клетки и здоровье человека. Ростов н/Д : Изд-во Юж. федер. ун-та, 2010. 292 с.
26. Зверева З.Ф., Торубаров Ф.С., Хворостина А.В. Изменения функционального состояния мозга у больных с пограничными нервно-психическими расстройствами после терапии методом электроэнцефалографического БОС-тренинга // Патол. физиология и эксперим. терапия. 2005. № 2. С. 15–19.
27. Зилов В.Г. Нелекарственная реабилитация посттравматических стрессовых расстройств различного происхождения // Вестн. Международной академии наук (русская секция). 2006. № 2. С. 31–34.

28. Зотов М.В., Петрукович В.М., Шостак В.И. Физиологические показатели устойчивости человека к воздействию информационного стресса // Вестн. СПб. ун-та : Сер. 12: Психология. Социология. Педагогика. 2009. Вып. 4. С. 255–261.
29. Киворкова А.Ю. Биоуправление в комплексе санаторно-курортного лечения жен военнослужащих // Вестн. Пятигор. гос. лингвистич. ун-та. 2013. № 1. С. 266–270.
30. Лахман О.Л., Колесов В.Г., Катаманова Е.В. [и др.]. Медицинская реабилитация при токсических энцефалопатиях у пожарных // Бюл. Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. 2003. № 2. С. 95–97.
31. Мажирина К.Г. Личностные особенности и динамика саморегуляции в процессе игрового биоуправления : автореф. дис. ... канд. психол. наук. Новосибирск, 2009. 22 с.
32. Машин В.А. Психическая нагрузка, психическое напряжение и функциональное состояние операторов систем управления // Вопр. психологии. 2007. № 6. С. 86–96.
33. Мельникова И.А., Низова А.В. Биологическая обратная связь (БОС): терапевтические возможности метода и перспективы его использования в психиатрии (аналитический обзор) // Рос. психiatr. журн. 2003. № 1. С. 68–72.
34. Мосейкин И.А. Применение биологической обратной связи в комплексном лечении дорсальной пояснично-крестцового отдела позвоночника // Журн. неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2003. Т. 103, № 4. С. 32–36.
35. Павленко О.В. Обзор нормативно-правового регулирования вопросов исчисления времени // Аналитич. вестн. 2009. № 16. С. 54–65.
36. Позова Г.Р. Психологические факторы успешности профессиональной деятельности планшетиستا : автореф. дис. ... канд. психол. наук. Ярославль, 2009. 23 с.
37. Пузин М.Н., Гендугова А.М., Бухаров Я.М. и др. БОС-тренинг в комплексной терапии больных с начальными проявлениями гипертонической энцефалопатии // Практ. неврология и нейрореабилитация. 2008. № 3. С. 24–26.
38. Резакова М.В., Мажирина К.Г., Покровский М.А. [и др.]. Динамическое картирование головного мозга и когнитивное управление виртуальным игровым сюжетом (исследование методами функциональной магнитно-резонансной томографии) // Бюл. эксперим. биологии и медицины. 2012. Т. 154, № 12. С. 669–674.
39. Савченко С.В. Психофизиологическая коррекция психосоматических нарушений у военнослужащих : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 2006. 358 с.
40. Самутин Н.М., Боев И.В., Старокожко Л.Е. [и др.]. Использование биологической обратной связи в реадaptации военнослужащих и членов их семей // Проблемы совершенствования медицинского образования и восстановительного лечения распространенных заболеваний. Ставрополь, 2006. С. 259–261.
41. Таймазов В.А., Голуб Я.В. Психофизиологическое состояние спортсмена. СПб. : Олимп-СПб, 2004. 400 с.
42. Улащик В.С. Биологические ритмы и хроно-терапия // Мед. новости. 1996. № 2. С. 2–8.
43. Alam M.A., Kumar S., McGinty D. [et al.]. Neuronal Activity in the Preoptic Hypothalamus During Sleep Deprivation and Recovery Sleep // J. Neurophysiol. 2014. Vol. 111, N 2. P. 287–299.
44. Alkadhi K., Zagaar M., Alhaider I. [et al.]. Neurobiological consequences of sleep deprivation // Curr. Neuropharmacol. 2013. Vol. 11, N 3. P. 231–249.
45. Barcala L., Grecco L.A., Colella F. [et al.]. Biofeedback Balance Training Using Wii Fit after Stroke: A Randomized Controlled Trial // J. Phys. Ther. Sci. 2013. Vol. 25. N 8. P. 1027–1032.
46. Blanchard E.B., Eisele G., Payne A. [et al.]. Controlled evaluation of thermal feedback in treatment of elevated blood pressure in unmedicated mild hypertension // Biofeedback and self-regulation. 1996. P. 167–189.
47. Bocca M.L., Marie S., Chavoix C. Impaired inhibition after total sleep deprivation using an antisaccade task when controlling for circadian modulation of performance // Physiol. Behav. 2014. Vol. 124. P. 123–128.
48. Bouchard S., Bernier F., Boivin E. [et al.]. Using biofeedback while immersed in a stressful videogame increases the effectiveness of stress management skills in soldiers // PLoS One. 2012. Vol. 7, N 4. P. 361–369.
49. Caldwell J.A., Caldwell J.L. Fatigue in military aviation: an overview of US military-approved pharmacological countermeasures // Aviat. Space Environ. Med. 2005. Vol. 76, Suppl. 7. P. 39–51.
50. Conway G.A., Hill A., Martin S. [et al.]. Alaska air carrier operator and pilot safety practices and attitudes: a statewide survey // Aviat. Space Environ. Med. 2004. Vol. 75, N 11. P. 984–991.
51. Engel B.T. Behavioral's view of behavioral medicine // Biobehavioral self-regulation. Tokio : Springer-Verlag, 1995. P. 355–361.
52. Gao K., Wiederhold B.K., Kong L., Wiederhold M.D. Methodology case study of the application of haptics to combat medic training programs // Stud. Health Technol. Inform. 2013. Vol. 191. P. 53–57.
53. Hansen D., Vranckx P., Broekmans T. [et al.]. Physical fitness affects the quality of single operator cardiocerebral resuscitation in healthcare professionals // Eur. J. Emerg. Med. 2012. Vol. 19, N 1. P. 28–34.
54. McLay R.N., Spira J.L. Use of a portable biofeedback device to improve insomnia in a combat zone, a case report // Appl. Psychophysiol. Biofeedback. 2009. Vol. 34, N 4. P. 319–321.
55. Nishimura C. Model of learning process for biofeedback and its relation to the neural network // Biobehavioral Self-regulation. Tokio : Springer-Verlag, 1995. P. 115–119.
56. Pollock S., Lee D., Keall P., Kim T. Audiovisual biofeedback improves motion prediction accuracy // Med. Phys. 2013. Vol. 40, N 4. P. 41705.
57. Silver S.M., Brooks A., Obenchain J. Treatment of Vietnam War veterans with PTSD: a comparison

of eye movement desensitization and reprocessing, biofeedback, and relaxation training // J. Trauma Stress. 1995. Vol. 8, N 2. P. 337–342.

58. Stetz M.C., Folen R.A., Yamanuha B.K. Technology complementing military behavioral health

efforts at tripler army medical center // J. Clin. Psychol. Med. Settings. 2011. Vol. 18, N 2. P. 188–195.

59. Tsutsui S., Tsuboi K., Nakagawa Y. Biofeedback therapy in chronic headaches – prognostic investigation // Current Biofeedback Research in Japan. 1993. P. 97–102.

Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh [Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2015. N 2. P. 86–99.

**Zaripov A.A., Potapov R.V., Ashanina E.N.** Sovremennye predstavleniya ob ispol'zovanii printsipa biologicheskoi obratnoi svyazi v korrektsii funktsional'nogo sostoyaniya organizma sotrudnikov silovykh vedomstv pri smennom rezhime deyatelnosti [Modern concepts of biofeedback for correction of the body functional state in defence and law enforcement officers with shift work]

Office of the Federal Security Service of Russia in St. Petersburg and Leningrad region  
(Russia, 191123, Saint-Petersburg, Liteiny ave., 4);  
Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia  
(Russia, 194044, Saint-Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2)

Zaripov Arat Akhmadullovich – Head of psychophysiological laboratory, Medical Unit, Office of the Federal Security Service of Russia in St. Petersburg and Leningrad region (Russia, 191123, Saint-Petersburg, Liteiny ave., 4);

Potapov Rostislav Viktorovich – senior expert, psychophysiological laboratory, Medical Unit, Office of the Federal Security Service of Russia in St. Petersburg and Leningrad region (Russia, 191123, Saint-Petersburg, Liteiny ave., 4); e-mail: rostislav1977@yandex.ru;

Ashanina Elena Nikolaevna – Dr. Psychol. Sci. Prof., Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, Saint-Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2); e-mail: elen.ashanina2015@yandex.ru.

**Abstract.** There have been reviewed the literature data on using treatment and rehabilitation methods based on the biofeedback principle to correct disorders in mental and emotional state of servicemen with shift activities. During military activities, complex psychogenic and physical factors have a significant negative impact on their mental state, physiological functions and professional performance. According to some researchers, cyclically changing processes self-regulate systems operating through biofeedback training. Via visual and auditory analyzers, abnormal patterns of brain activity can be disrupted, with desired functional changes using rhythmic effects on the central nervous system (the method of biofeedback training (BFB-training)). Information on the effectiveness of BFB-training in patients with various diseases is provided; however, the lack of information about mechanisms of its therapeutic effect and difficulties in interpreting the results are noted. It is concluded about the need for research aimed at improving the approaches to the identification and correction of maladjustment disorders in this category of servicemen, including the use of biofeedback training. Approaches to demonstrate the effectiveness of the method compared with other alternative methods for correction of functional state in military with shift activities are needed. The results of experiments on the correction of functional state using BFB-training in 42 officers of the Federal Fire Service of EMERCOM of Russia are presented.

**Keywords:** servicemen, firefighters, law enforcement officers, extreme psychology shift activities desynchronization, the functional state of the body, emotional disorders, psychological correction, biofeedback.

## References

1. Aivazyan T.A. Bioobratnaya svyaz' v lechenii gipertonicheskoi bolezni: mekhanizm deistviya prediktory effektivnosti [Biofeedback in the treatment of hypertension: mechanism of action and predictors of effectiveness]. *Bioupravlenie-2. Teoriya i praktika* [Biocontrol-2. Theory and practice]. Novosibirsk. 1993. Pp. 105–107. (In Russ.)
2. Alyakrinskii B.S. Problemy skrytogo desinkhronoza [Hidden desynchronization problems]. *Kosmicheskaya biologiya i aviakosmicheskaya meditsina* [Aerospace and environmental medicine]. 1972. N 1. Pp. 32–37. (In Russ.)
3. Andryukov B.G., Zerenkov P.A., Polovov S.F., Dem'yanenko N.B. K voprosu ob optimizatsii form i metodov profilaktiki zabolevaniy voennosluzhashchikh [The question of optimizing the forms and methods of disease prevention in servicemen]. *Tikhookeanskii meditsinskii zhurnal* [Pacific Medical Journal]. 2006. N 4 (supplement). Pp. 112–113. (In Russ.)
4. Arutyunov A.T., Reshetnyak V.K., Turzin P.S. Professional'nyi stress: ergonomicheskie sposoby korrektsii funktsional'nogo sostoyaniya [Occupational stress: ergonomic methods for correcting the functional state]. *Byulleten' nauchnogo soveta «Mediko-ekologicheskie problemy rabotayushchikh»* [the Bulletin of the Scientific Council "Medical and ecological problems of working people"]. 2006. N 2. Pp. 46–51. (In Russ.)
5. Ashanina E.N., Kulakov D.V. Teoriya i praktika korrektsii dezadaptivnykh nervno-psikhicheskikh rasstroistv s pomoshch'yu audiovizual'nogo vozdeistviya i biologicheskoi obratnoi svyazi [Theory and practice of correcting maladaptive neuro-psychiatric disorders with the help of audio-visual effects and biofeedback]. Sankt-Peterburg. 2012. 101 p. (In Russ.)
6. Ashoff Yu. Biologicheskie ritmy [Biological rhythms]: in 2 vol. Moskva. 1984. Vol. 1. 414 p. (In Russ.)
7. Beker D.L. Kliniko-sotsial'naya kharakteristika, terapiya i profilaktika psikhicheskikh rasstroistv, svyazannykh so stressom [Clinico-social characteristics, treatment and prevention of stress-related mental disorders]: Abstract dissertation PhD Med. Sci. Moskva. 2002. 26 p. (In Russ.)
8. Belyaev S.D. Novaya khronoterapevticheskaya tekhnologiya lecheniya bol'nykh s NTSD [New chronotherapeutic technology in patients with neurocirculatory dystonia]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii* [Journal of New Medical Technologies]. 2005. N 3/4. P. 72. (In Russ.)
9. Boldyreva G.N., Zhavoronkova L.A., Sharova E.V. [et al.]. fMRT-EEG-issledovanie reaktsii mozga zdorovogo cheloveka na funktsional'nye nagruzki [fMRI study of EEG brain responses to functional loads in healthy humans]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2009. Vol. 35, N 3. Pp. 20–30. (In Russ.)

10. Breus T.K. Vliyaniye solnechnoy aktivnosti na biologicheskie ob"ekty [Influence of solar activity on biological objects]: dissertation Dr. Med. Sci. Moskva. 2003. 42 p. (In Russ.)
11. Burdin V.N. Desinkhronoz v nozologii essentsial'noi gipertonii [Desynchronization in essential hypertension nosology]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2008. N 6. Pp. 125–128. (In Russ.)
12. Bukhvostov A.V. Psikhologicheskie osobennosti koping-povedeniya sotrudnikov Gosudarstvennoi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii [Psychological features of coping behavior in employees of the State Fire Service of EMERCOM of Russia]: Abstract dissertation PhD Psychol. Sci. Sankt-Peterburg. 2004. 18 p. (In Russ.)
13. Vashchenko A.A., Kudrin R.A. Informativnost' pokazatelei emotsional'nogo intellekta pri otsenke operatorskikh sposobnostei cheloveka [Information value of emotional intelligence indicators in the assessment of operator abilities]. *Aktual'nye problemy eksperimental'noi i klinicheskoi meditsiny: materialy konferentsii* [Actual problems of Experimental and Clinical Medicine: Proc. conf]. Volgograd. 2008. Pp. 25–26. (In Russ.)
14. Velichkovskii B.B. Mnogomernaya otsenka individual'noi ustoychivosti k stressu [Multidimensional assessment of individual resistance to stress]: Abstract dissertation PhD Sci. Psychol. Moskva. 2007. 27 p. (In Russ.)
15. Vovk O., Smetankin A. Metod biologicheskoi obratnoi svyazi po dykhatel'noi aritmii serdtsa v korrektsii rechi pri zaikani [Biofeedback with respiratory cardiac arrhythmia for speech correction in stuttering]. *Biologicheskaya obratnaya svyaz': neiro-motornoe obucheniye v klinike i sporte* [Biofeedback: neuromotor training in clinics and sports]. 1999. N 2. Pp. 15–22. (In Russ.)
16. Volkov S.I. Korrektsiya dezadaptivnogo nervno-psikhicheskogo sostoyaniya u sotrudnikov Gosudarstvennoi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii s pomoshch'yu dykhatel'nykh psikhotehnologii [Correction of maladaptive nervous and mental state in employees of the State Fire Service of EMERCOM of Russia with the help of breathing psychotechniques]. *Vestnik psikhoterapii* [Bulletin of Psychotherapy]. 2006. N 19. Pp. 60–69. (In Russ.)
17. Ganin I.P., Shishkin S.L., Kochetova A.G., Kaplan A.Ya. Interfeis mozg-komp'yuter «na volne P300»: issledovanie efekta nomera stimulov v posledovatel'nosti ikh pred'yavleniya [Brain-computer interface "P300 wave": study of the effect of stimulus number in the sequence of their presentation]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2012. Vol. 38, N 2. Pp. 5–13. (In Russ.)
18. Grebneva O.L., Dzhaferova O.A., Mazhirina K.G. [et al.]. Optimal'noe funktsionirovaniye (High performance) v paradigme bioupravleniya [Optimal functioning (High performance) in the paradigm of biocontrol]. *Professional'noye dolgoletie i kachestvo zhizni. ASVOMED-2007: trudy konferentsii* [Career longevity and quality of life. ASVOMED 2007: conf. proceedings]. Moskva. 2007. Pp. 68–69. (In Russ.)
19. Grigoryan R.D. Mekhanizm kolebaniy funktsional'noi nadezhnosti operatora komp'yutera [Oscillation mechanism of functional reliability in computer operators]. *Problemy programuvaniya* [Problems in programming]. 2008. N 23. Pp. 756–764. (In Russ.)
20. Dzhaferova O.A., Donskaya O.G., Zubkov A.A., Shtark M.B. Igrovoe bioupravleniye kak tekhnologiya profilaktiki stressavisimykh sostoyaniy [Game biocontrol as a technology for prevention of stress-dependent states]. *Bioupravleniye-4. Teoriya i praktika* [Biocontrol-4. Theory and practice]. Novosibirsk, 2002. Pp. 86–96. (In Russ.)
21. Dmitruk A.I. Bioritmologicheskie aspekty problemy adaptatsii v sporte [Biorhythmological aspects of adaptation in sport]. Sankt-Peterburg. 2007. 58 p. (In Russ.)
22. Doletskii A.N., Kudrin R.A. Postroyeniye prognosticheskoi modeli uspekhov bioupravleniya s obratnoi svyaz'yu na osnove neirofiziologicheskikh kriteriev [Building a predictive model of successful biocontrol with feedback based on the neurophysiological criteria]. *Byulleten' Volgogradskogo nauchnogo tsentra RAMN* [Bulletin of Volgograd Scientific Center of Russian Academy of Medical Sciences]. 2006. N 4. Pp. 41–43. (In Russ.)
23. Dyn'kin B.E., Soboleva T.N. Professional'naya psikhologicheskaya podgotovka operatora podvizhnogo sostava s ispol'zovaniem trenazhernykh metodov [Professional psychological training of the operator of the rolling stock with use of training methods]. *Sotsial'nye i gumanitarnye nauki na Dal'nem Vostoke* [The humanities and social studies in the Far East]. 2013. N 2. Pp. 191–197. (In Russ.)
24. Ezhov S.N. Osnovnyye kontseptsii bioritmologii [Basic concepts of biorhythmology]. *Vestnik Tikhookeanskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* [Bulletin of Pacific state university of economics]. 2008. N 2. Pp. 104–121. (In Russ.)
25. Zaguskin S.L. Ritmy kletki i zdorov'ye cheloveka [Rhythms of cells and human health]. Rostov-na-Donu. 2010. 292 p. (In Russ.)
26. Zvereva Z.F., Torubarov F.S., Khvorostina A.V. Izmeneniya funktsional'nogo sostoyaniya mozga u bol'nykh s pogranichnymi nervno-psikhicheskimi rasstroystvami posle terapii metodom elektroentsefalograficheskogo BOS-treninga [Changes in the functional state of the brain in patients with borderline neuro-psychiatric disorders after electroencephalographic biofeedback training]. *Patologicheskaya fiziologiya i eksperimental'naya terapiya* [Pathological physiology and experimental therapy]. 2005. N 2. Pp. 15–19. (In Russ.)
27. Zilov V.G. Nelekarstvennaya reabilitatsiya posttravmaticheskikh stressovykh rasstroystv razlichnogo proiskhozhdeniya [Non-drug rehabilitation of post-traumatic stress disorders of various origins]. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii nauk (russkaya sektsiya)* [Herald of International academy of sciences (Russian section)]. 2006. N 2. Pp. 31–34. (In Russ.)
28. Zotov M.V., Petrukovich V.M., Shostak V.I. Fiziologicheskie pokazateli ustoychivosti cheloveka k vozdeystviyu informatsionnogo stressa [Physiological indices of human resistance to the effects of information stress]. *Vestnik Sankt-Petersburgskogo universiteta. Seriya 12: Psikhologiya. Sotsiologiya. Pedagogika* [Vestnik of Saint Petersburg university. Series 12. Psychology. Sociology. Education]. 2009. Issue 4. P. 255–261. (In Russ.)
29. Kivorkova A.Yu. Bioupravleniye v komplekse sanatorno-kurortnogo lecheniya zhen voennosluzhashchikh [Biofeedback in the complex spa treatment of soldiers' wives]. *Vestnik Pyatigorskogo gosudarstvennogo lingvisticheskogo universiteta* [Pyatigorsk state linguistic university bulletin]. 2013. N 1. Pp. 266–270. (In Russ.)
30. Lakhman O.L., Kolesov V.G., Katamanova E.V. [i dr.]. Meditsinskaya reabilitatsiya pri toksicheskikh entsefalopatiyakh u pozharnykh [Medical rehabilitation of toxic encephalopathy in firefighters]. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk* [Bulletin of Eastern-Siberian Scientific Center of Siberian Branch of Russian Academy of Medical Sciences]. 2003. N 2. Pp. 95–97. (In Russ.)
31. Mazhirina K.G. Lichnostnye osobennosti i dinamika samoregulyatsii v protsesse igrovogo bioupravleniya [Personality characteristics and dynamics of self-regulation in the process of game biocontrol]: Abstract dissertation PhD Psychol. Sci. Novosibirsk. 2009. 22 p. (In Russ.)

32. Mashin V.A. Psikhicheskaya nagruzka, psikhicheskoe napryazhenie i funktsional'noe sostoyanie operatorov sistem upravleniya [Mental load, mental stress and functional status in operators of control systems]. *Voprosy psikhologii* [Psychology Issues]. 2007. N 6. Pp. 86–96. (In Russ.)
33. Mel'nikova I.A., Nizova A.V. Biologicheskaya obratnaya svyaz' (BOS): terapevticheskie vozmozhnosti metoda i perspektivy ego ispol'zovaniya v psikiatrii (analiticheskii obzor) [Biofeedback (BFB): therapeutic potential of the method and prospects for its use in psychiatry (analytical review)]. *Rossiiskii psikhiatricheskii zhurnal* [Russian journal of psychiatry]. 2003. N 1. Pp. 68–72. (In Russ.)
34. Moseikin I.A. Primenenie biologicheskoi obratnoi svyazi v kompleksnom lechenii dorsalgii poynasichno-kresttsovogo otdela pozvonochnika [Application of biofeedback in treatment of lumbosacral dorsalgia]. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova* [S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry]. 2003. Vol. 103, N 4. Pp. 32–36. (In Russ.)
35. Pavlenko O.V. Obzor normativno-pravovogo regulirovaniya voprosov ischisleniya vremeni [Overview of regulatory issues of calculating time]. *Analiticheskii vestnik* [Analytical Bulletin]. 2009. N 16. Pp. 54–65. (In Russ.)
36. Pozova G.R. Psikhologicheskie faktory uspekhov professional'noi deyatel'nosti planshetista [Psychological factors of success in vocational activity of planchettist]. *dissertation PhD Psychol. Sci. Yaroslavl'*. 2009. 23 p. (In Russ.)
37. Puzin M.N., Gendugova A.M., Bukharov Ya.M. [et al.]. BOS-trening v kompleksnoi terapii bol'nykh s nachal'nymi proyavleniyami gipertonicheskoi entsefalopatii [Biofeedback training in the treatment of patients with early manifestations of hypertensive encephalopathy]. *Prakticheskaya nevrologiya i neiroreabilitatsiya* [Practical neurology and neurorehabilitation]. 2008. N 3. P. 24–26. (In Russ.)
38. Rezakova M.V., Mazhirina K.G., Pokrovskii M.A. [et al.]. Dinamicheskoe kartirovanie golovnogogo mozga i kognitivnoe upravlenie virtual'nym igrovym syuzhetom (issledovanie metodami funktsional'noi magnitno-rezonansnoi tomografii) [Dynamic mapping of brain and cognitive control of virtual gaming plot (research methods of functional magnetic resonance imaging)]. *Byulleten' eksperimental'noi biologii i meditsiny* [Bulletin of Experimental Biology and Medicine]. 2012. Vol. 154, N 12. Pp. 669–674. (In Russ.)
39. Savchenko S.V. Psikhofiziologicheskaya korrektsiya psikhosomaticheskikh narushenii u voennosluzhashchikh [Psychophysiological correction of psychosomatic disorders in soldiers]: Abstract dissertation Dr. Med. Sci. Sankt-Peterburg. 2006. 358 p. (In Russ.)
40. Samutin N.M., Boev I.V., Starokozhko L.E. [et al.]. Ispol'zovanie biologicheskoi obratnoi svyazi v readaptatsii voenno-sluzhashchikh i chlenov ikh semei [Using biofeedback in rehabilitation of servicemen and their families]. *Problemy sovershenstvovaniya meditsinskogo obrazovaniya i vosstanovitel'nogo lecheniya rasprostranennykh zabolevaniy* [Problems of improving medical education and rehabilitation treatment of common diseases]. Stavropol'. 2006. Pp. 259–261. (In Russ.)
41. Taimazov V.A., Golub Ya.V. Psikhofiziologicheskoe sostoyanie sportsmena [Psychophysiological state of an athlete]. Sankt-Peterburg. 2004. 400 p. (In Russ.)
42. Ulashchik V.S. Biologicheskie ritmy i khronoterapiya [Biological rhythms and chronotherapy]. *Meditsinskie novosti* [Medical news]. 1996. N 2. Pp. 2–8. (In Russ.)
43. Alam M.A., Kumar S., McGinty D. [et al.]. Neuronal Activity in the Preoptic Hypothalamus During Sleep Deprivation and Recovery Sleep. *J. Neurophysiol.* 2014. Vol. 111, N 2. Pp. 287–299.
44. Alkadhi K., Zagaar M., Alhaider I. [et al.]. Neurobiological consequences of sleep deprivation. *Curr. Neuropharmacol.* 2013. Vol. 11, N 3. Pp. 231–249.
45. Barcala L., Grecco L.A., Colella F. [et al.]. Biofeedback Balance Training Using Wii Fit after Stroke: A Randomized Controlled Trial. *J. Phys. Ther. Sci.* 2013. Vol. 25, N 8. Pp. 1027–1032.
46. Blanchard E.B., Eisele G., Payne A. [et al.]. Controlled evaluation of thermal feedback in treatment of elevated blood pressure in unmedicated mild hypertension. *Biofeedback and self-regulation*. 1996. Pp. 167–189.
47. Bocca M.L., Marie S., Chavoix C. Impaired inhibition after total sleep deprivation using an antisaccade task when controlling for circadian modulation of performance. *Physiol. Behav.* 2014. Vol. 124. Pp. 123–128.
48. Bouchard S., Bernier F., Boivin E. [et al.]. Using biofeedback while immersed in a stressful videogame increases the effectiveness of stress management skills in soldiers. *PLoS One*. 2012. Vol. 7, N 4. Pp. 361–369.
49. Caldwell J.A., Caldwell J.L. Fatigue in military aviation: an overview of US military-approved pharmacological counter-measures. *Aviat. Space Environ. Med.* 2005. Vol. 76, Suppl. 7. Pp. 39–51.
50. Conway G.A., Hill A., Martin S. [et al.]. Alaska air carrier operator and pilot safety practices and attitudes: a statewide survey. *Aviat. Space Environ. Med.* 2004. Vol. 75, N 11. Pp. 984–991.
51. Engel B.T. Behavioral's view of behavioral medicine. Biobehavioral self-regulation. Tokio : Springer-Verlag, 1995. Pp. 355–361.
52. Gao K., Wiederhold B.K., Kong L., Wiederhold M.D. Methodology case study of the application of haptics to combat medic training programs. *Stud. Health Technol. Inform.* 2013. Vol. 191. Pp. 53–57.
53. Hansen D., Vranckx P., Broekmans T. [et al.]. Physical fitness affects the quality of single operator cardiocerebral resuscitation in healthcare professionals. *Eur. J. Emerg. Med.* 2012. Vol. 19, N 1. Pp. 28–34.
54. McLay R.N., Spira J.L. Use of a portable biofeedback device to improve insomnia in a combat zone, a case report. *Appl. Psychophysiol. Biofeedback*. 2009. Vol. 34, N 4. Pp. 319–321.
55. Nishimura C. Model of learning process for biofeedback and its relation to the neural network. Biobehavioral Self-regulation. Tokio : Springer-Verlag, 1995. Pp. 115–119.
56. Pollock S., Lee D., Keall P., Kim T. Audiovisual biofeedback improves motion prediction accuracy. *Med. Phys.* 2013. Vol. 40, N 4. P. 41705.
57. Silver S.M., Brooks A., Obenchain J. Treatment of Vietnam War veterans with PTSD: a comparison of eye movement desensitization and reprocessing, biofeedback, and relaxation training. *J. Trauma Stress*. 1995. Vol. 8, N 2. Pp. 337–342.
58. Stetz M.C., Folen R.A., Yamanuha B.K. Technology complementing military behavioral health efforts at tripler army medical center. *J. Clin. Psychol. Med. Settings*. 2011. Vol. 18, N 2. Pp. 188–195.
59. Tsutsui S., Tsuboi K., Nakagawa Y. Biofeedback therapy in chronic headaches – prognostic investigation. *Current Biofeedback Research in Japan*. 1993. Pp. 97–102.

Received 08.09.2014