

ется факт локализации максимальных показателей КБ в затылочных зонах (O1 – O2) при выполнении им заданий семантического анализа форм речевых стимулов, что также отражает возможность зрительного гнозиса.

Анализ ЭЭГ всех испытуемых в условиях выявления ими части речи из предложений с обычными и искусственно созданными словами показал, что именно при их выполнении активны, пусть и избирательно, области мозга топографически солокализованы с первичным центрам речи – Вернике и Брока, которые латерализованы.

Достигнув цели и выполнив поставленные задачи, нами были сделаны следующие **выводы**:

1. На основе локализованности полярных значений коэффициента биспектра выявили типологические тенденции когнитивной активности мозга в виде активности передне и заднелобных ассоциативных зон мозга – зон активационной настройки на выполнение мыслительной операции.

2. Сравнительный анализ коэффициентов биспектра успешно выполненных мыслительных операций показал, что типологические особенности сопровождают выполнение арифметических и речесинтаксических заданий, при этом проявляется функциональная латерализация, тогда как выполнение звуковых и аналитико-синтетических мыслительных операций в большей степени индивидуализировано и реализуется при межполушарных взаимодействиях.

3. Применение коэффициента биспектра дает возможность топографически выявить активность определенных зон мозга, включенных в когнитивные процессы, описав их пространственно и функционально.

УДК 004.415.2

А.М. Унакафов

АДАПТИВНЫЙ МЕТОД ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕССОВ ТРЕНИРОВКИ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО САМОКОНТРОЛЯ ЧЕЛОВЕКА

В последние десятилетия в связи с изменениями в жизни человека, проблема психологических стрессов приобретает все возрастающую научную и практическую актуальность. Факторы, способные вызывать деструктивные стрессы (дистрессы), разнообразны – это и социально-экономические проблемы, и сложности в личной жизни, и неудачи или переутомление на работе. Результатом непреодоленного стресса могут стать неврозы, психологические расстройства, психосоматические и функциональные заболевания, требующие своевременного, сложного и зачастую – дорогостоящего лечения. Положение затрудняется тем, что устранение таких нарушений чисто фармакологическим путем затруднено или невозможно из-за недостаточной эффективности, противопоказаний, привыкания и побочного действия. Это придает особую значимость вопросам разработки нефармакологических способов предотвращения и коррекции патологических сдвигов функционального состояния человека.

Одним из наиболее эффективных путей борьбы с устойчивыми стрессовыми состояниями и их последствиями является коррекция психоэмоционального состояния человека. Недостатком психологических методов коррекции является их недостаточная объективность и, как следствие, очень высокие требования к опыту и профессионализму специалиста, проводящего процедуру. В связи с этим, в последнее время широко развиваются психофизиологические методы коррекции психоэмоционального состояния и также программно-аппаратные способы поддержки проведения реализующих эти методы процедур.

Большая часть существующих психофизиологических методов основана на использовании механизма биологической обратной связи (БОС) [4]. БОС представляет собой комплекс процедур, при которых человеку посредством технических средств обратной связи подается информация о текущем состоянии его физиологической функции, помогающая обучиться ее саморегуляции и впоследствии изменять эту функцию произвольно. Достоинством методов основанных на механизме БОС является то, что большинство из них обеспечивают не коррекцию эмоционального состояния (т.е. воздействие извне), а тренировку человека, выработку у него навыков эмоционального самоконтроля и стрессоустойчивости.

Рассмотрим существующие методы программно-аппаратной поддержки коррекции эмоционального состояния человека. По возможности метода подстраивать процесс коррекции под особенности конкретного человека можно выделить 3 вида методов.

1. **Неадаптивные методы** – методы, в которых отсутствует механизм коррекции процедуры в зависимости от состояния пациента. Настройка метода производится человеком-специалистом. Общий недостаток неадаптивных методов связан с необходимостью тщательного подбора адекватных параметров воздействия.

2. Увеличить эффективность тренировки можно за счет повышения индивидуальности подхода, что обеспечивают **адаптивные** методы. Эти методы содержат механизмы автоматической настройки воздействия на пациента в зависимости от его состояния, что позволяет ускорить достижение требуемых результатов тренировки. В сложных случаях гибкость адаптивного метода оказывается недостаточной, и тогда результат коррекции существенно зависит от опыта и профессиональных навыков проводящего процедуру психофизиолога.

3. Компенсировать дефицит высококвалифицированных специалистов и повысить эффективность тренировки могут **интеллектуальные** методы. Они включают механизм экспертного оценивания состояния тренирующегося, обеспечивают автоматическую выработку тактики воздействия и, при необходимости, выдачу рекомендаций специалисту, проводящему процедуру. В настоящее время задача разработки эффективного интеллектуального метода пока не решена и остается перспективной.

Успешность тренировки эмоционального самоконтроля человека-оператора с помощью БОС всегда зависит от уровня мотивации самого тренирующегося. В связи с этим целесообразно выделить **пассивные** и **активные** методы, различающиеся особенностями взаимодействия с пациентом.

В **пассивных** методах вопрос подъема мотивации тренирующегося лежит за рамками метода. Эти методы вполне эффективны для тренировки людей, чей уровень мотивации достаточно высок, а также в тех случаях, когда в процессе тренировки участвует квалифицированный специалист, который может обеспечить правильную настройку тренирующегося. В **активных** методах достаточный уровень мотивации обеспечивает сам метод, что позволяет облегчить, и иногда – существенно, работу психофизиолога.

Большая часть существующих методов программно-аппаратной поддержки тренировки эмоционального самоконтроля человека-оператора относятся к категории **неадаптивных**; причиной этого является простота их разработки. Широко используются простейшие методы поддержки тренировки [2, 5], сводящиеся к простому обеспечению предъявления тренирующемуся его психофизиологических реакций.

По сравнению с **пассивными** методами, **активные**, безусловно, более прогрессивны, так как дают больше возможности для автоматизации процесса тренировки. Пример **неадаптивного активного** метода предложен в работе [1]. Метод позволяет формировать различные варианты тренировок в очень широких пределах. Основным достоинством метода является комплексность: большое число вариантов проведения тренировки обеспечивает возможность составления индивидуальной программы тренировок для большинства

пациентов. Недостатком метода является низкая степень автоматизации – большая часть работы и принятие всех решений остается на специалисте. Освоение всех возможностей комплекса требует большого времени, а успешный подбор и конфигурирование процедур – высокого профессионального уровня врача.

В свете этого, большой интерес представляет подход, разработанный Е.И. Поповой с соавторами [3]. Его особенностью является то, что сам по себе психофизиологический метод тренировки подразумевает **активность** разрабатываемых на его базе методов. Суть подхода состоит в том, что тренирующемуся подаются нейтральные (например, звуковые) стимулы двух типов, затем, при привыкании тренирующегося к ним, стимул одного типа (например, звук более высокого тона) сочетают с дискомфортным воздействием (например, электровоздействием). После того, как у пациента вырабатывается условный рефлекс – реакция испуга на нейтральный сигнал, сопровождавшийся электровоздействием, его, с помощью БОС, побуждают подавлять этот страх, объясняя, что если он сможет преодолеть свою реакцию испуга при подаче сигнала так, что реакция не превысит определенно-го порога, то электровоздействия не будет. Если тренирующемуся удастся в течение процедуры не позволить своей реакции ни разу не превысить порога, курс тренировок считается успешно завершённым.

На основе этого подхода было разработано несколько методов программно аппаратной поддержки процесса тренировки стрессоустойчивости. Их общим недостатком являлась, с одной стороны, сложность их реализации в виде конечного комплекса, а с другой стороны, то, что они основывались на использовании устаревших уже на тот момент технических средств и, вследствие этого, были слабо автоматизированы.

В данной работе предлагается новый, модернизированный метод, разработанный с учетом развития вычислительной техники и опыта применения методики Е.И. Поповой. БОС в нем осуществляется с помощью кожно-гальванической реакции (КГР).

Курс обучения самоконтролю состоит из четырех этапов.

На **предварительном этапе** изучаются особенности фоновой активности пациента, определяется, может ли он приступить к процессу тренировки. Препятствием к этому может служить чересчур сильная спонтанная активность. В этом случае следует провести короткий курс дополнительных успокаивающих воздействий.

На **первом этапе** добиваются угасания у тренирующегося ориентировочного рефлекса на два новых раздражителя – звуковые сигналы высокого и низкого тона. Этап считают завершённым, если в начале очередного сеанса психоэмоциональная реакция на ОБА раздражителя достаточно слабая.

На **втором этапе** тренирующемуся предъявляются те же два раздражителя, сигнал высокого тона сопровождается дискомфортным электровоздействием. У тренирующегося вырабатывается условный рефлекс: сигнал высокого тона – “опасность”. Этап считают завершённым, если в начале очередного сеанса психоэмоциональная реакция (без дискомфортного электровоздействия) на сигнал высокого тона значительно превосходит реакцию на сигнал низкого тона.

На **третьем, заключительном этапе**, тренирующемуся предъявляют (в аудио и видео модальности) его реакцию на оба стимула, и он волевыми усилиями добивается подавления реакции организма на звук высокого тона. Если она не превысит текущего порога, для последующего сравнения он понижается. Если реакция превысит порог, автоматически наносится дискомфортное воздействие, а порог не изменяется. Этап считают завершённым, если за занятие не было ни одного электровоздействия, т.е. снижающийся на каждом шаге порог ни разу не был превышен.

Этап проходит в течение нескольких сеансов, каждый из которых состоит из 3-х частей: **калибровка, допуск к этапу** и, собственно, **этап**.

Калибровка представляет собой оценку реакции организма на нормированное тестовое воздействие (дискомфортное воздействие, глубокий вдох). Фиксируют максимальное значение КТР за это время, которое умножается на установленный специалистом коэффициент и используется в качестве порогового до окончания сеанса.

Целью проведения *допуска* является определение текущего состояния тренирующегося, т.е. этапа, который ему следует проходить. Для этого подаются звуковые сигналы высокого и низкого тона и измеряется реакция организма. В отличие от предшествующих методов, основанных на методике Поповой, при проведении допуска учитывается, какой этап пациент проходил в предыдущий раз. Это позволяет проводить допуск оптимальным образом. Так, например, учитывается, что на допуске ко второму и третьему этапу подача сигналов высокого тона без подкрепления дискомфортным электровоздействием может препятствовать выработке у пациента условного рефлекса.

Таким образом, адаптивность метода обеспечивается гибким автоматическим подбором порогов на основе анализа результатов калибровки и предварительного этапа.

Особенностью предлагаемого метода является то, что тренирующийся может осуществлять тренировку как самостоятельно, так и при участии психофизиолога или психотерапевта. Для этого предусмотрена возможность подачи стимулов как в ручном, так и в автоматическом режиме, регулирование пороговых значений и их установка по умолчанию, выбор этапа аналитическим блоком метода или проводящим процедуру специалистом.

Достоинством метода является его высокая автоматизированность – в самом методе заложены способы определения состояния тренирующегося как в целом (калибровка), так и по отношению к процессу тренировки (допуск), что позволяет без участия специалиста построить индивидуальный курс тренировок. В то же время, психофизиологу предоставляется возможность участия в процессе тренировки, что в ряде случаев может улучшать ее результаты.

Метод был реализован в рамках программно-аппаратного комплекса «ИНТЭКС». Комплекс прошел апробацию как в медицинских учреждениях, так и в научно-исследовательских подразделениях медицинских институтов. Опыт его клинического применения показывает, что использование реализованного в нем метода программно-аппаратной поддержки тренировки стрессоустойчивости, дает хорошие практические результаты.

В настоящее время ведется разработка интеллектуального метода на основе метода «ИНТЭКС» с учетом опыта его применения. Интеллектуальным блоком метода будет осуществляться построение модели пациента на основе анализа данных фотоплетизмограммы, кожно-гальванической реакции и особенностей его личности, выявляемых путем психологического тестирования. В результате моделирования строится программа курса коррекции, обеспечивающая оптимальность переходов от одного режима к другому, и вычисляются базовые параметры процедур (длительность стимулирующих звуковых сигналов, значения порогов и т.д.).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Адамчук А.В., Захаров С.М., Скоморохов А.А.* Полифункциональный мультипараметрический реабилитационный комплекс для биоуправления. //Биоуправление-4: теория и практика. – Новосибирск, 2002. – С. 287–291.
2. *Попова Е.И., Тытарь А.Д. и др.* Способ регуляции эмоционального напряжения и устройство для его осуществления. Авторское свидетельство № 1482718. 01.02.1989.
3. *Каплан А.Я.* Вариабельность ритма сердца и характер обратной связи по результату операторской деятельности у человека //Журнал высшей нервной деятельности. – 1999. – Т.48. – С. 345–350.

4. Федотчев А.И., Бондарь А.Т., Ким Е.В. Адаптивное биоуправление с обратной связью и контроль функционального состояния человек //Успехи физиологических наук. – 2002. – Т.33. – №3. – С. 79–96.
5. Moss D. Heart Rate Variability (HRV) Biofeedback. //Psychophysiology today. – 2004. – V.1. – P. 4–12.

УДК 004.415.2

А.М. Унакафов, Е.И. Патана

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА КОЖНО-ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

Проблема контроля и коррекции функционального состояния человека-оператора имеет высокую актуальность в современных условиях. Повышение требований к деятельности человека при взаимодействии со сложным оборудованием приводит к росту нервно-эмоциональной нагрузки и формированию устойчивых стрессовых состояний, развитию неврозов и психосоматических заболеваний. Для своевременного выявления негативных изменений функционального состояния, их профилактики и устранения важным является контроль получения объективных данных о состоянии пациента, в частности – эмоциональном.

Методы контроля эмоционального состояния человека начали разрабатываться еще в шестидесятые годы XX века, в настоящее время описаны десятки конкретных методов и приемов [2], рекомендуемых для использования в диагностических целях. В качестве индикаторов динамики эмоционального состояния человека рассматриваются разнообразные показатели, в частности электроэнцефалограмма, электромиограмма, кожно-гальваническая реакция, частота сердечных сокращений, тонус сосудов, величина диаметра зрачка и многие другие. Однако важной и не вполне решенной на данный момент проблемой является интерпретация зафиксированных изменений; известно, что изменения физиологических показателей может быть связано как с реакциями человека на внешние факторы, так и с фоновой спонтанной активностью. Высокая спонтанная активность, как правило, является признаком возбуждения, часто – неблагоприятного эмоционального состояния [1]. Помимо диагностической ценности, анализ спонтанной активности важен при разработке методов тренировки эмоционального самоконтроля человека.

В частности, одной из задач такого анализа является выявление характерных уровней спонтанной активности [3]. В данной работе рассматривается построение модели эмоционального состояния пациента на основе анализа кожно-гальванической реакции (КГР) в состоянии покоя и выявления трех наиболее характерных уровней фоновой активности.

Будем рассматривать физическую составляющую КГР как дискретную случайную величину ξ , подверженную влиянию большого числа факторов, и, как следствие, распре-

деленную по нормальному закону $\xi \in N(m, \sigma^2)$ с плотностью

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}\right).$$

Предположение о законе распределения справедливо в силу центральной предельной теоремы (теоремы Ляпунова).