



Булыгина Е. В.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ НА КАЧЕСТВО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОПЕРАТОРА

Проведен системный анализ факторов, влияющих на качество процесса измерения и постановки диагноза при исследовании психофизиологического состояния оператора. Установлено, что рассмотренные факторы не имеют аналитического представления. Для их количественного оценивания предложен интегральный параметр, учитывающий мощность сигнала ЭЭГ.

Ключевые слова: биоритмы, электроэнцефалограф, кора головного мозга, психофизиологическое состояние, достоверность.

1. Введение

Для оценивания психофизиологического состояния (ПФС) оператора исследуется кора головного мозга с использованием электроэнцефалографа (ЭЭГ), который воспринимает потенциалы, измеряет их, обрабатывает и выдает информацию о биоритмах коры головного мозга (КГМ). При этом основной задачей использования ЭЭГ является, прежде всего, выявление или исключение признаков органического поражения центральной нервной системы. Многоэтапность исследования, присутствие субъективного фактора, невозможность формализации некоторых процедур не позволяют количественно оценить ПФС состояние оператора. Выявление факторов, влияющих на качество измерения и обработки биоритмов КГМ оператора позволяет вносить корректирующие действия при организации исследования, повышая тем самым достоверность результатов, что является актуальной проблемой, например, при проведении профотбора.

К факторам, влияющим на качество диагностирования ПФС оператора, относятся: объект исследования — оператор (мышечная активность, эмоциональное состояние, возраст, пол, неоднородность сопротивления кожного покрова головы); методика определения био-потенциалов (симметричность размещения, эквидистантность электродов); условия проведения исследований; средство измерений; обработка результатов; квалификация эксперта.

2. Анализ литературных источников и постановка проблемы

Установлено, что в настоящее время не удается получить объективную информацию для решения вопросов диагностирования КГМ [1–5]. Для повышения качества диагностирования ПВС оператора с применением ЭЭГ на основе анализа факторов, влияющих на результат измерения биоритмов оператора, предложить количественный интегральный показатель для исключения субъективизма при диагностировании ПФС оператора.

Целью работы является учет влияния факторов, повышающих достоверность диагностирования психофизиологического состояния оператора.

3. Результаты исследований факторов, влияющих на процесс диагностирования ПФС оператора

3.1. Фактор «оператор». Поскольку объектом исследования является КГМ, важно учитывать категорию темперамента, уровень ПФС оператора, сопротивление кожной поверхности головы. Измеряемые сигналы КГМ имеют стохастический характер, который в большей степени определяется ПФС оператора. В свою очередь, ПФС зависит от параметрических показателей, психического состояния центральной нервной системы, физиологических показателей и т. д. Отмеченные частные факторы определяют необходимость проводить классификацию людей как по параметрическим, физиологическим, так и по психическим признакам. Такой подход позволяет определить и систематизировать параметры ригидности (негибкости), что, в свою очередь, приводит к психофизиологической индивидуализации человека. Как показали исследования [6], в этом случае существенно возрастает достоверность результатов измерения биоритмов КГМ при проведении диагностирования психического и физиологического состояния отдельных частей мозга. В основу методики отмеченной классификации положен принцип распределения операторов по категориям темперамента. Для достижения этой цели разработаны и практически используются специальные программы [6, 7]. Кроме отмеченного, на достоверность результатов исследования КГМ влияет фактор сопротивления участков кожи головы в местах установки датчиков, неоднородность сопротивления которой искажает реальную картину распределения потенциалов. В биоэлектрическом поле КГМ, как известно [8], проявляются девять биоритмов, которые имеют перекрывающиеся параметрические характеристики, как по амплитуде, так и по частоте. Этот факт затрудняет выделение из биоритма составляющей, соответствующей отдельному биоритму, характеризующему определенную дисфункцию КГМ [8, 9].

3.2. Фактор «методика». При расположении электродов на голове обследуемого используемые схемы отведений должны отвечать основным требованиям. Во-первых, в схеме отведения должны быть представлены все основные отделы поверхности мозга; во-вторых,

электроды должны располагаться симметрично относительно срединной линии головы; в-третьих, расстояния между всеми соседними электродами должны быть одинаковыми, поскольку разность потенциалов зависит от расположения электродов.

3.3. Фактор «средство измерения». Измерительный канал ЭЭГ является сложным техническим устройством, включающим устройства восприятия измерительной информации, усиления, фильтрации, аналого-цифрового преобразования, а также устройства обработки данных. Для восприятия и преобразования биоритмов используют специальные датчики, которые по своим характеристикам относятся к абсолютно неполяризованным электродам. Эта особенность обеспечивает необходимый уровень эффективности регенерации хлорсеребряными электродами биосигналов КГМ [4, 9]. При этом на достоверность результатов измерения биоритмов оказывают влияние: возникновение электродных потенциалов и межэлектродного напряжения; наличие эффекта поляризации; наличие электрокинетического явления при механическом перемещении датчиков.

Разность электрических потенциалов на поверхности покровов головы имеет относительно небольшую амплитуду, в норме не превышающую 100–150 мкВ. Для регистрации таких слабых потенциалов используют усилители с большим коэффициентом усиления (порядка 20000–100000). Выделенный сигнал соответствующего биоритма в дальнейшем подвергается аналого-цифровому преобразованию, точность которого обусловлена его разрядностью, линейностью характеристики и влиянием температуры окружающей среды.

3.4. Фактор «обработка результата». Достоверность результатов зависит от эффективного использования методов обработки информации. При этом статистические методы обработки основываются на том, что фоновая ЭЭГ имеет характер стационарности и стабильности, хотя в действительности она квазистационарна. В последующем обработка биоритмов осуществляется с использованием преобразования Фурье, что позволяет получить волновые паттерн-фоновые ЭЭГ в частотной области и установить распределение мощностей по каждой частотной составляющей. Использование преобразования Фурье позволяет получить ряд характеристик биосигналов, таких, как спектральная плотность, характер и время переходного процессов. Принимая во внимание низкую частоту биосигналов и необходимость одновременного анализа частотных и временных параметров, применяется вейвлет-преобразование. Таким образом, выбор соответствующих методов обработки биопотенциалов повышает информативность выходных сигналов ЭЭГ, т. е. диагностическую значимость, что является важным моментом при формировании диагностического заключения.

3.5. Фактор «эксперт». Согласно рекомендациям [10] Международной федерации обществ электроэнцефалографии и клинической нейрофизиологии основным медицинским документом по ЭЭГ является клинко-электроэнцефалографическое заключение, написанное сертифицированным специалистом высшей квалификации. Специалист-эксперт является заключительным звеном в оценивании результата исследований. Его квалификация, практический опыт и субъективные характеристики с очевидностью влияют на достоверность, связанную с формулированием диагностического заключения.

4. Методический подход к количественному оцениванию факторов

Биоритмы являются квазистационарными сигналами и имеют стохастический характер. Для определения параметров такого сигнала, используя преобразование Фурье, можно установить интегральный параметр, который будет эквивалентен энергии биоритма. Его можно представить как площадь под огибающей кривой спектральной мощности сигнала. При исследовании психофизиологического состояния оператора случайным процессом $x(t)$ является флуктуация напряжения ЭЭГ, отслеживающий изменение биоритмов во время эксперимента. Поэтому величина $S_x(f)$ будет иметь размерность энергии. Энергия случайного процесса, каким является сигнал ЭЭГ, согласно теореме Парсеваля представляется выражением:

$$E_x = \int_{-\infty}^{+\infty} |x(t)|^2 dt = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df,$$

где функция $|X(f)|^2 = S_x(f)$ — спектральная плотность, характеризующая распределение энергии реализации случайного процесса по оси частот.

Спектральная плотность случайного процесса, исходя из теоремы Винера-Хинчина, может быть определена как преобразование Фурье от корреляционной функции:

$$S_x(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} k_x(\tau) \cdot e^{-j2\pi f\tau} d\tau.$$

При допущении $f=0$ и $\tau=0$, получим:

$$S_x(0) = \int_{-\infty}^{+\infty} k_x(\tau) d\tau \quad \text{или} \quad \sigma_x^2 = k_x(0) = \int_{-\infty}^{+\infty} S_x(f) df.$$

Таким образом, дисперсия σ_x^2 определяет полную энергию такого сигнала, которому соответствует площадь под кривой спектральной мощности.

5. Выводы

1. При проведении исследований ПФС оператора существенное влияние на достоверность результатов вносят факторы, не имеющие формального аналитического описания.

2. Для количественного оценивания ПФС оператора, связанного с результатом ЭЭГ, предложен интегральный показатель, представленный в виде энергии биоритмов КГМ, применение которого исключает субъективизм и повышает достоверность результата диагностирования ПФС оператора.

Литература

1. Nunez, P. L. Electric Fields of the Brain: The Neurophysics of the EEG [Text] / P. L. Nunez. — N-Y: Oxford University Press, 1991. — 197 p.
2. Бондаренко, М. Ф. Анализ взаимосвязей биоритмов головного мозга [Текст] / М. Ф. Бондаренко, С. Г. Золкин, Е. Н. Малокуцко // Искусственный интеллект. — 2006. — № 1. — С. 3–10.
3. Викторов, В. А. Принципиальные вопросы создания и производства приборов и комплексов для психофизиологических исследований [Текст] / В. А. Викторов, В. П. Гундаров,

- Е. П. Матвеев // Медицинская техника. — 1997. — № 2. — С. 4–7.
4. Бейгул, Е. А. Приборы и аппараты медицинские [Текст] / Е. А. Бейгул, Т. В. Горелова, Ю. Н. Завьялов и др. — М.: Информприбор, 1990. — 152 с.
 5. Lacey, I. Somatic response [Text] / I. Lacey // Psychological stress. — N.-Y., 1967. — P. 14–37.
 6. Хьелл, Л. Теории личности: основные положения, исследования и принципы [Текст] / Ларри Хьелл, Дэниел Зиглер. — М.: Питер, 2008. — 606 с.
 7. Айзенк, Г. Ю. Проверьте свои интеллектуальные способности [Текст] / Айзенк Ганс Юрген. — Рига: Виеда, 1992. — 176 с.
 8. Булигина, О. В. Концептуальная модель оценивания психофизиологического stanu операторов экстремальных видов деятельности [Текст] / О. В. Булигина, В. Г. Гамов // Вісник ЦНЦ ТАУ. — 2010. — С. 165–168.
 9. Прайор, П. Ф. Мониторный контроль функций мозга [Текст] / Памела Ф. Прайор. — М.: Медицина 1982. — 327 с.
 10. Recommendations for the Practice of Clinical Neurophysiology: Guidelines of the IFCN, 1999 [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: <http://www.clinph-journal.com/content/guidelinesIFCN>.

АНАЛИЗ ВЛИВУ ФАКТОРІВ НА ЯКІСТЬ ДІАГНОСТУВАННЯ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ОПЕРАТОРА

Проведено системний аналіз факторів, що впливають на якість процесу вимірювання та постановки діагнозу при дослідженні психофізіологічного стану оператора. Встановлено, що розглядувані фактори не мають аналітичного подання. Для їх кількісного оцінювання запропоновано інтегральний параметр, що враховує потужність сигналу ЕЕГ.

Ключові слова: біоритми, електроенцефалограф, кора головного мозку, психофізіологічний стан, достовірність.

Булигина Елена Вячеславовна, кандидат технических наук, доцент, кафедра биокibernетики и аэрокосмической медицины, Национальный авиационный университет, Киев, Украина, e-mail: badrakali@ukr.net.

Булигина Елена Вячеславовна, кандидат технических наук, доцент, кафедра биокibernетики та аерокосмічної медицини, Національний авіаційний університет, Київ, Україна.

Bulygina Olena, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, e-mail: badrakali@ukr.net

УДК 621.34.06

Корсунов А. Р.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ЛЕТНОГО СОСТАВА КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ГОТОВНОСТИ

В статье решается проблема формирования современными средствами с возможностями интеллектуализации диагностической базы данных для летного состава. При этом разработка подобных баз данных обеспечена необходимыми алгоритмами и методами моделирования. Предложено формирование массива физиологических данных в цифровом формате с реализацией автоматического контроля. Выработаны практические рекомендации использования разработанного метода.

Ключевые слова: автоматический контроль, база данных, реляционная модель, хранимые данные, модель биообъекта.

1. Введение

В качестве моделей данных в теории баз данных (БД) используются различные алгебраические структуры, обобщающие классические модели данных: реляционную, иерархическую и сетевую. Подобные структуры имеют сложную, иерархическую организацию как, например, файлы порядка более чем первого в «башне» файлов. «Башня» файлов определяет модель сложно структурированных данных, которая представляет по существу иерархические и реляционные подходы. Преимущество реляционной модели — в ее выразительности, а иерархической — в эффективности. «Башня» файлов, однако, более выразительная, чем реляционная модель. При этом она содержит все достоинства реляционного подхода, так как обладает ясной теоретико-множественной семантикой. Операции подобной модели являются расширениями, обобщениями и уточнениями операторов реляционной алгебры.

2. Анализ литературы

Для решения задачи компьютерного информационного обеспечения врача-исследователя и врача-клинициста в вопросах диагностики и лечения биообъекта решающую роль играет выбор подсистемы поддержки принятия решений [1]. Одним из основных критериев выбора является эффективность внутренней модели данных, поддерживаемой системой [2]. При этом необходимо разложить данные на неделимые «атомарные» элементы [3, 4]. Отсюда возникает проблема установления связи между указанными элементами.

По способу установления связи между данными различают иерархическую, сетевую и реляционные модели [5]. Иерархическая и сетевая модели предлагают наличие связей между данными, имеющими какой-либо общий признак [6]. В иерархической модели такие связи отражаются в виде дерева, где возможны только односторонние связи от старших вершин к младшим [7].