

PLANNING AND IMPLEMENTATION ASPECTS OF STUDY OF EXPERIMENTAL PSYCHO-PHYSIOLOGICAL CONDITIONS OF EXTREME ACTIVITY OPERATORS

Kuzovyk V.D., Bulygina E.V., Gordeyev A.D.
Department of Biocybernetics and Aerocosmic Medicine
Institute of Aerocosmic System Control, National Aviation University
1, Komarova Str., Kiev, 03058, Ukraine
Ph.: (044) 4067198, e-mail: bikam_nau@mail.ru

Abstract — The developed methods of the electroencephalographic research with the aim to obtain quantitative parameters of transient brain biorhythm signals which provide the evaluation process of psycho-physiological brain parts condition of extreme activities operators.

АСПЕКТЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОПЕРАТОРОВ ЭКСТРИМАЛЬНОГО ВИДА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Кузовик В. Д., Булыгина Е. В., Гордеев А. Д.
Кафедра биокibernетики и аэрокосмической медицины, институт автоматизированных систем управления национального авиационного университета
ул. Комарова, 1, Киев, 03058, Украина
тел.: (044) 4067198, e-mail: bikam_nau@mail.ru

Аннотация — Разработана методика реализации электроэнцефалографических исследований с целью получения количественных параметров переходных процессов сигналов биоритмов мозга, обеспечивающих реализацию процесса оценивания психофизиологического состояния отделов головного мозга операторов экстремальных видов деятельности.

I. Введение

В современном мире существует потребность качественного и быстрого оценивания и прогноза состояния психофизиологического здоровья операторов экстремальных видов деятельности (лётчиков, полярников, спортсменов) [1]. Важнейшим органом, контролирующим и регулирующим функционирование организма оператора, является мозг. Одним из средств оценивания психофизиологического состояния (ПФС) отделов мозга является диагностический комплекс — кефалоэлектроэнцефалограф [2, 3].

Современные исследования отделов мозга, с помощью существующих электроэнцефалографов, имеют ряд недостатков, одними из которых являются: качественный, а не количественный анализ сигналов биоритмов головного мозга оператора; отсутствие анализа индивидуальных особенностей оператора (категория темперамента, параметры ригидности) и ряд других.

Как показывают результаты наших исследований, существует возможность прогноза ПФС отделов мозга оператора с помощью параметров переходных процессов. Для получения достоверных количественных параметров переходного процесса (ПП) необходимо качественно спланировать и эффективно реализовать экспериментальные исследования. В данной работе рассмотрены аспекты планирования и реализации электроэнцефалографического экспериментального исследования с целью получения количественных значений параметров переходных процессов биосигналов головного мозга для оценивания ПФС операторов экстремальных видов деятельности.

II. Основная часть

Для получения эффективных результатов реализации процесса экспериментальных исследований, приведем характеристику сущности ПП для ЭЭГ и

определим основные параметры, которые используются для оценивания ПФС операторов экстремальных видов деятельности.

В теории управления систем переходной процесс представляет собой реакцию динамической системы на приложенное к ней внешнее воздействие, с момента приложения этого воздействия до некоторого установившегося значения во временной области. Аналогичный характер переходного процесса в ЭЭГ можно получить с помощью фото- и фоностимуляции оператора как объекта исследования.

При этом, переходной процесс для оператора, без психофизиологических дисфункций отделов мозга, представляет собой биосигнал со стабильными параметрами амплитуды (U), времени (τ) и частоты (f). Такой процесс можно проанализировать за такими параметрами: перерегулирование (σ), время переходного процесса (T), степень затухания (ψ), колебательность (M), спектральная плотность (S).

Благодаря стабильности параметров ПП существует возможность его аналитического и инженерного анализа в ЭЭГ, что, в свою очередь, даёт возможность реализовать процесс оценивания вероятностного прогноза ПФС отделов мозга оператора.

При экспериментальных исследованиях, съём и анализ параметров ПП биосигналов мозга имеет определенные трудности, вызванные особенностью характеристик биосигналов мозга: низкие значения амплитуды (U) и частоты (f), невысокая латентность (τ) переходного процесса, стохастичность процесса изменения сигналов. При этом, необходимо строго учитывать факторы влияния на ПФС исследуемого оператора и изменения параметров психологического состояния оператора в момент реализации исследования. Учитывая отмеченное, необходимо разработать методику реализации эксперимента, которая обеспечивает качественное измерение параметров

переходного процесса для реализации процедуры оценивания ПФС оператора экстремальных видов деятельности.

Для решения поставленной задачи, разработан алгоритм реализации экспериментальных исследований, имеющий следующие этапы:

1. Классификация операторов их категориям темперамента с определением параметров ригидности, а так же обеспечение условий динамического контроля эмоционального состояния оператора.
2. Заполнение специальной карточки оператора.
3. Настройка аппаратуры для реализации эксперимента.
4. Настройка и реализация процедуры единичной фотостимуляции.
5. Настройка и реализация процедуры многократной фотостимуляции.
6. Настройка и реализация процедуры единичной фоностимуляции.
7. Настройка и реализация процедуры многократной фоностимуляции.

Суть реализации каждого из этапов представленного алгоритма состоит в следующем.

Для учёта индивидуальных особенностей оператора, кафедрой биокибернетики и аэрокосмической медицины национального авиационного университета, разработана методика классификации операторов за категориями темперамента и параметрами ригидности (этап 1). При этом, каждый оператор может быть причислен к одной из 16 категорий. Такой подход позволяет предварительно группировать операторов с близкими уровнями параметров ригидности и характеристиками психофизиологического состояния.

Психическое состояние оператора, которое может меняться от воздействия экстремальных факторов внешней среды пребывания, может быть определена в результате реализации динамического контроля эмоционального состояния с помощью, например, теста Люшера.

Карточка оператора (этап 2) включает в себя информацию измерений ретроспективных параметров физического состояния организма оператора (кровяное давление, температура тела), и информацию относительно параметров внешней среды пребывания оператора (атмосферное давление, погодные условия) на момент исследования.

Предварительный инженерный анализ суточных биоритмов оператора позволил определить оптимальное время суток для реализации электроэнцефалографического исследования. Таким периодом является 12—13 часов дня, 2 часа после завтрака, но за час до обеда.

Так как организм оператора имеет механизмы блокирования реакции на повторяемые стимулы, необходимо учитывать следующие особенности реализации эксперимента:

- для достижения состояния спокойствия оператора (постоянное проявление альфа-ритма) реализовывать весь процесс исследования необходимо с закрытыми глазами оператора;
- исследование параметров переходных процессов реализуется не более чем один раз в день;

- для эффективной записи фоновых режимов между этапами записи электроэнцефалограммы необходимо давать некоторое время на отдых оператору, освобождая от воздействия внешних стимулов.

Предварительно настраиваемые параметры аппаратуры для фотостимуляции (этап 3) являются следующими. Лампа накаливания под матовым стеклом устанавливается на расстоянии $l=(25...30)$ см от фронта глаз и имеет мощность $P_{\text{лм}}=200$ Вт (или для газоразрядной импульсной лампы под матовым стеклом — $P_{\text{лм}}=30$ Вт), интенсивность вспышки $I_{\text{лм}}=(0,24...0,35)$ Дж и спектр света — близкий к белому. Можно использовать мощные светодиоды, с параметрами, сопоставимыми лампе накаливания.

Для единичной фотостимуляции (этап 4): длительность вспышки $t_{\text{всп}}=50$ мс. Для многократных вспышек (этап 5): длительность вспышки $t_{\text{всп}}=50$ мс, частота вспышек $f_{\text{всп}}=12$ Гц, продолжительность серии вспышек $t_{\text{свсп}}=7$ сек.

Предварительно настраиваемые параметры аппаратуры (этап 3) для фоностимуляции являются следующими. Динамик размещается на расстоянии $l=25-30$ см от ушей с высотой звука $f_{\text{зв}}=10000$ Гц, и мощностью $P_{\text{зв}}=60$ Дб (при использовании наушников $P_{\text{зв}}=40$ Дб).

Для единичной фоностимуляции (этап 6) используется единичное звуковое прерывание с параметрами указанными выше. Для многократной фоностимуляции (этап 7): частота звуковых прерываний $f_{\text{пер}}=100$ Гц, продолжительность звуковых прерываний $t_{\text{пер}}=5$ сек.

Представленная методика реализована при проведении межконтинентального эксперимента в течение двух последних лет на украинской антарктической станции «Академик Вернадский» для 30 операторов. Для каждого из операторов определены их категории темпераментов и параметры ригидности, а так же получены результаты контроля динамических характеристик их психологического состояния. Получены параметры электроэнцефалограмм относительно переходных процессов биоритмов коры головного мозга с учетом действий факторов риска окружающей среды. Предварительно построены алгоритмы прогнозирования ПФС оператора до и после проведения антарктических экспедиций.

III. Заключение

В эксперименте принимали участие, в течение двух лет, 30 полярников антарктической станции «Академик Вернадский». Для участников эксперимента были измерены параметры переходных процессов сигналов биоритмов мозга до и после проведения антарктических экспедиций. Полученные результаты исследований позволили предварительно построить алгоритмы прогнозирования психофизиологического состояния операторов.

IV. References

- [1] Kuzovik V.D. Novitni zasoby ocinky operatoriv ekstremal'nyh vidiv dijital'nosti. *Visnyk IASU NAU*, 2005, No 5, pp. 52-58.
- [2] Kuzovik V.D., Koshevaja L.A. Nekotorye metodologicheskie aspekty ocenki effektivnosti medicinskogo vmeshatel'stva [Some methodological estimation of a medical interference effectiveness]. *Elektronika I sistemy upravlenija*, 2009, No 1 (20), pp. 18-37.
- [3] Kuzovik V.D., Gamov V.G., Onikienko Ju.Ju. Osoblyvosti programnogo zabezpechennja eksperimental'nyh dosliddzen' bioj'jektu. *Indzenerija programnogo zabezpechennja*, 2010, No 2, pp. 68-75.