

10. Загускин С.Л. Гипотеза о возможной физической природе внутриклеточной и межклеточной синхронизации ритмов синтеза белка // Известия АН, сер. биолог. – 2004. – №4. – С. 389-394.
11. Линг Г. Физическая теория живой клетки: незамеченная революция. – СПб.: Наука, 2008. – 376 с.
12. Гуров Ю.В., Загускин С.Л., Честнов М.М. Программа «Домашний доктор и учитель-Ф» // Свид-во о регистрации программы №2006613454 от 03.10.06.– 59 с.

Загускин Сергей Львович

Научно-исследовательский институт физики Южного Федерального университета.
E-mail: zag@ip.rsu.ru.
344022, Ростов-на-Дону, а/я 3408, тел.: (918)5144967.
Зав. лаб. биофизики и хронобиологии, академик МАЭН, д.б.н.

Zaguskin Sergey Lvovich

Southern Federal University, Physics Research Institute.
E-mail: zag@ip.rsu.ru.
P.B. 3408, 344022, Rostov-on-Don, 344022, Russia, Phone: (918)5144967.
Chef. Lab. biophysics and chronobiology, academician IAES, Dr. Biol. Sci.

Гуров Юрий Владимирович

Научно-исследовательский институт физики Южного Федерального университета.
E-mail: noisegen@mail.ru.
344090, Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 194, тел.: (908)1914297.
Аспирант.

Gurov Yury Vladimirovich

Southern Federal University, Physics Research Institute.
E-mail: noisegen@mail.ru
Stachki, 194, Rostov-on-Don, 344090, Russia, Phone: (908)1914297.
Post-graduate student.

УДК 616.8-073.7:004.9

Н.Л. Коржук, А.А. Индюхин, А.Ф. Индюхин, М.Ю. Хабарова

**ЦИФРОВОЙ КОМПЛЕКС ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКИ
НЕВРОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ**

Структура комплекса, состав программного обеспечения, новый способ обработки ЭЭГ. Алгоритм логической обработки. Пример выявленных достоверных отличий по частотам синхронизации по двум группам пациентов.

Электроэнцефалограмма; динамический анализ; минимальная мозговая дисфункция.

N.L. Korzhuk, A.A. Indukhin, A.F. Indukhin, M.Yu. Khabarova

**DIGITAL TOOLS OF THE EXPRESS BRAIN-DIAGNOSTICS OF
NEUROLOGIC INFRINGEMENTS**

A structure of the tools, a consistence of a software, a new method of EEG processing. An algorithm of a logical processing. An example of authentic differences by synchronization frequencies of two groups of the patients

Electroencephalogram; dynamic analysis; minimal brain dysfunction.

Регистрируемые со скальпа человека сигналы спонтанной и вызванной электрической активности – ЭЭГ – служат инструментальной основой неврологического заключения. В подавляющем большинстве случаев диагноста интересует, прежде всего, наличие судорожных проявлений (грубая патология), в то время как механизмы выявления других неврологических нарушений еще недостаточно отработаны [1]. Предлагается новаторская разработка, направленная на внедрение в клиническую практику высокотехнологичного диагностического оборудования, позволяющего проводить комплексную экспресс-оценку неврологического и психофизиологического состояния пациента: от выявления минимальных мозговых дисфункций до отнесения его в определенную нозологическую группу с учетом возрастных особенностей. Получаемые результаты могут представлять собой базисный материал для организации эффективного проведения нейрореабилитации и психокоррекции с лицами дошкольного и младшего школьного возраста.

Разрабатываемый комплекс соответствует по своей реализации (портативный прибор с минимальным временем обследования и выдачей заключения на миниатюрный экран) востребованному на современном этапе процессу проведения комплексного изучения состояния здоровья и динамики психофизиологического развития подрастающего поколения.

Предпосылкой разработки комплекса явились научные изыскания по поиску электрофизиологических маркеров по показателям когерентного анализа различных нозологических групп (нарушения слуха, зрения и задержка психического развития) [1], а также по частотам синхронизации ЭЭГ [2].

Электрофизиологический комплекс (рис. 1) предполагается построить на новом способе количественного анализа ЭЭГ – динамическом анализе, значительно ускоряющем и автоматизирующем обработку данных пациента.

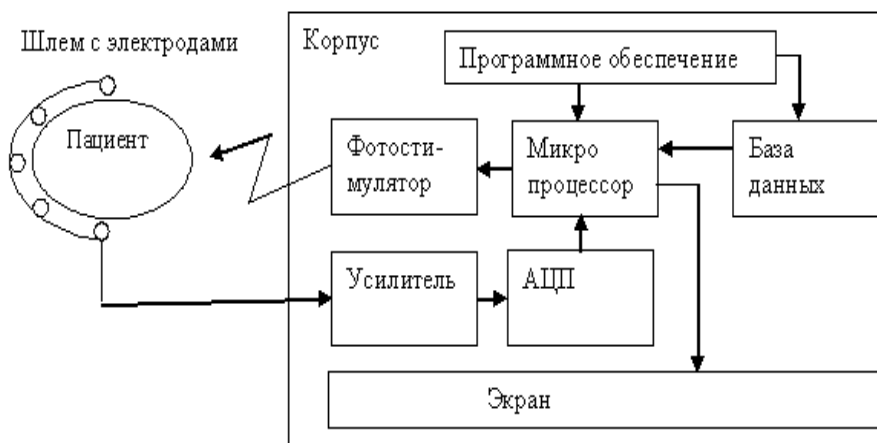


Рис. 1. Блок-схема электрофизиологического комплекса для диагностики неврологических нарушений

Регистрируемые сигналы подаются в вычислительное устройство на базе микропроцессора, автоматически определяющего частоту и уровень максимальной синхронизации для любой пары отведений, параметры когнитивных вызванных потенциалов на вспышку света и коэффициент корреляции между амплитудами сигналов (для выявления грубой патологии). Такой подход позволит определять диагностически значимые параметры фоновой и вызванной электрической активности мозга, дифференцировать по выявленным количественным показателям степень различных нарушений нервно-психического развития, уровень и обратимость нозологического состояния ребенка, а также индивидуальные границы нормы развития.

Исследование динамических явлений в нервной системе представляет большой теоретический и практический интерес, поскольку функциональное состояние, а также механизмы регуляции и управления деятельностью физиологических систем в первую очередь отражаются в динамике их параметров. Динамические процессы составляют основу современных представлений о механизмах интегративной деятельности мозга как результате функционирования его динамических образований, обеспечивающих оптимальность адаптации и уровня развития организма. Биопотенциалы головного мозга – высокоинформативный, оперативно изменяющийся показатель, который опережает сдвиги других физиологических показателей в микроинтервалах времени. Анализ временной динамики сдвигов в спектральной структуре ЭЭГ может дать ключ к пониманию механизмов формирования и функциональной роли дискретных ритмических компонентов электрической активности мозга в адаптационных процессах [3].

Программное обеспечение комплекса имеет четыре составляющих: модель динамического фильтра, корреляционный блок, логический алгоритм анализа данных пациента [4] и базу данных по различным нозологическим группам.

По соответствующей математической модели разработано программное обеспечение, которое обрабатывает записи ЭЭГ [2]. Входной сигнал динамического фильтра представляет собой либо исходные кривые, либо получается как произведение двух нативных кривых. В первом случае определяется коэффициент корреляции, при значимом уровне которого диагностируется грубая патология. Обработка ЭЭГ на участке подачи вспышек света от фотостимулятора позволяет выявить единичные реализации когнитивных вызванных потенциалов, что является важной психофизиологической характеристикой, позволяющей оценить соответствие возрастной норме и выявить определенные патологические состояния (предположительно, даже наркотическую зависимость). Во втором случае (исследование попарных произведений сигналов) оценивается интегративная деятельность головного мозга. При количестве отведений 16 рассматриваются 120 возможных входных сигналов. Фильтр настраивается на частоту максимальной синхронизации ЭЭГ.

Было проведено сравнение по максимальным частотам синхронизации ЭЭГ двух групп пациентов в возрасте от 6 до 9 лет: 20 нормальных детей и 20 детей с минимальной мозговой дисфункцией. Как показано ранее, именно частотные показатели содержат наибольшее количество электрофизиологических маркеров нозологических состояний [2, 4]. Даже по столь малой выборке получено 15 достоверных отличий между исследуемыми группами (рис. 2).

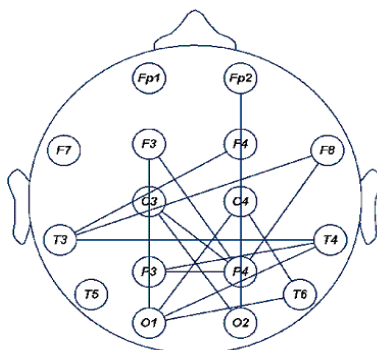


Рис. 2. Топография достоверных отличий по точному методу Фишера ($p < 0,05$) по частоте максимальной синхронизации ЭЭГ между двумя группами

Количество выявленных маркеров в данном случае меньше, чем при когерентном анализе [4]. Это имеет простую причину: функции когерентности рассчитываются традиционно по стандартным частотным диапазонам (тэта, альфа, бета), а частота синхронизации имеет единственное значение. При разделении частотных диапазонов (а это имеет смысл, во всяком случае, при оценке уровня синхронизации [2]) количество маркеров должно увеличиться.

Объективная информация по данным ЭЭГ может быть положена в основу логической модели, используемой для определения неврологического статуса пациента, соответствия уровня психофизиологического развития ребенка имеющимся возрастным нормам и в целом прогноза развития. На рис. 3 представлен схематично алгоритм (в самом приблизительном виде) отнесения пациента к одной из нозологических групп.

Информация о пациентах в компактном виде будет храниться в базе данных, причем при отнесении пациента к нозологической группе его данные могут быть включены в массив для экспертной оценки последующих пациентов. База может быть накоплена как в процессе регистрации, так и занесена в память по ранее сделанным записям на других компьютерных энцефалографах.

Разрабатываемая логическая схема позволит выявлять значимые электрофизиологические маркеры практически всех основных групп неврологических нозологий, нарушений зрительной, слуховой и речевой функций, минимальной мозговой дисфункции и, что особенно важно, позволит дифференцировать такой диагноз, как задержка психического развития ребенка.

Экспертная оценка предоставит возможность подробного пространственного анализа состояния активности мозга обследуемого, зональных взаимосвязей, тенденций синхронности и асинхронности функционирования определенных участков мозга, выявлять функциональный профиль межполушарной асимметрии. При этом результаты пространственного анализа электроэнцефалограмм важны даже не столько для медицинских работников, сколько для клинических психологов, педагогов-дефектологов и логопедов.

Электроэнцефалографическая экспертиза благодаря быстродействию придаст усилиям специалистов свойства биологической обратной связи, способствуя повышению эффективности тренинговых методик и навыков развития у ребенка саморегуляции гностико-практических и сознательно-мыслительных процессов, процессов концентрации и перераспределения внимания, что актуально как при отклонениях в поведении, так и задержке психического развития.

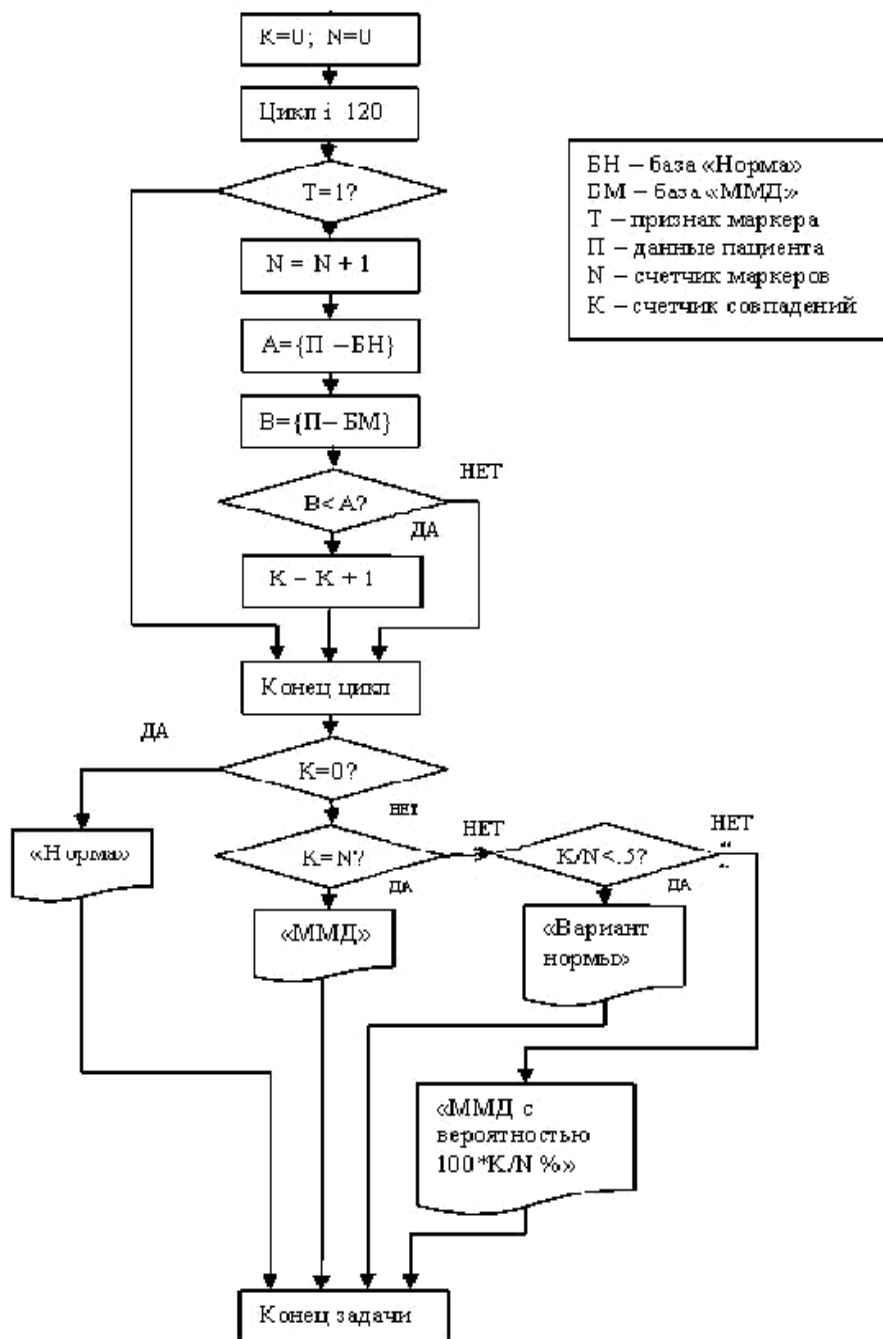


Рис. 3. Алгоритм отнесения пациента к одной из групп – «Норма» или «Минимальная мозговая дисфункция»

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Жеребцова В.А.* Системный анализ механизмов организации высших психических функций в онтогенезе / В.А. Жеребцова. Дисс. докт. биол. наук. – Тула, 2004. – 550 с.
2. *Индюхин А.Ф.* Программный комплекс поиска частот синхронизации ЭЭГ // А.Ф. Индюхин. Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск. Медицинские информационные системы. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2008. – № 5. – С. 79–82.
3. *Федотчев А.И.* Ритмическая структура ЭЭГ человека: современное состояние и тенденции развития // А.И. Федотчев, А.Т. Бондарь, И.Г. Акоев. Успехи физиологических наук. – 2000. – Т. 31. – № 3. – С. 39-53.
4. *Индюхин А.Ф.* Электрофизиологические маркеры для экспертной системы неврологических нарушений // А.Ф. Индюхин, Е.С. Новоселова, М.Ю. Хабарова, И.Э. Садовская, Е.В. Михалева. VI Сибирский физиологический съезд. – Барнаул: Принтэкспресс, 2008. – В 2 томах тезисы докладов. Т. II. – С. 202.

Коржук Николай Львович

Тульский государственный университет. Институт высокоточных систем им. В.П. Грязева.
E-mail: induke705@mail.ru.
300041, г. Тула, ул. Демонстрации, д. 12, кв. 43, тел.: (4872)350552.
Доцент, к.т.н.

Korzhuk Nikolay Lvovich

Tula state university. Institute of precision systems by V.P. Grjazeva.
E-mail: induke705@mail.ru.
Demonstration street, h. 12, f. 43, 300041, Tula, Russia, Phone: (4872)350552.
Senior lecturer, Cand. Tech. Sci.

Индюхин Алексей Алексеевич

Тульский государственный университет. Институт высокоточных систем им. В.П. Грязева.
E-mail: induke705@mail.ru.
300041, г. Тула, ул. Демонстрации, д. 12, кв. 43, тел.: (4872)350552.
Аспирант.

Indyukhin Alexey Alekseevich

Tula state university. Institute of precision systems by V.P. Grjazev.
E-mail: induke705@mail.ru.
Demonstration street, h. 12, f. 43, 300041, Tula, Russia, Phone: (4872)350552.
Post-graduate student.

Индюхин Алексей Федорович

Тульский государственный университет.
E-mail: induke705@mail.ru.
300045, г. Тула, ул. Новомосковская, д. 25, кв. 70, тел.: (4872)350552.
Доцент, к.т.н.

Indyukhin Alexey Fedorovich

Tula state university.
E-mail: induke705@mail.ru.
Novomoskovsk street h. 25, f. 70, 300045, Tula, Russia, Phone: (4872)350552.
Senior lecturer, Cand. Biol. Sci.

Хабарова Марина Юрьевна

Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого.
E-mail: physiology@tspu.tula.ru.

300903, г. Тула, пос. Косая Гора, ул. Пушкина, д. 18, кв. 6, тел.: (4872)357813.
Доцент, к.б.н.

Khabarova Marina Yurevna
Tula state pedagogical university by L.N. Tolstoy.
E-mail: physiology@tspu.tula.ru.
Lenin prospect, h. 125, 300026, Tula, Russia, Phone: (4872)357813.
Senior lecturer, Cand. Biol. Sci.

УДК 615.47

Е.В. Истомина, Б.А. Истомин, А.А. Лавреев, Е.А. Шамин

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭКГ-АНАЛИЗА

Рассматриваются вопросы повышения эффективности автоматического ЭКГ-анализа за счет применения оригинальной структуры кардиомониторной системы. Определяются перспективные алгоритмы цифровой обработки ЭКГ.

Частотно-временной анализ; электрокардиограмма; кардиомонитор.

E.V. Istomina, B.A. Istomin, A.A. Lavreev, E.A. Shamin

PERSPECTIVE DIRECTIONS OF A ELECTROCARDIOGRAM-ANALYSIS

In this article questions of increase of efficiency automatic an electrocardiogram-analysis at the expense of application of original structure heartbeat monitoring systems are considered perspective algorithms of digital processing of an electrocardiogram are defined.

Time-and-frequency analysis; electrocardiogram; heartbeat monitor.

С развитием информационно-коммуникационных технологий современные кардиомониторы становятся все более интеллектуальными. В настоящее время в процессе постановки диагноза активно используются все новые возможности: повышается многоканальность снятия электрокардиограммы (ЭКГ), активно развивается поверхностная многоэлектродная электрокардиография, появилась возможность сверхдлительного мониторинга работы сердечно-сосудистой системы пациента, широко используется векторный ЭКГ-анализ и электрокардиография высокого расширения. Все это требует систематизации всего процесса автоматической обработки электрокардиосигнала (ЭКС) и поиска новых, более эффективных подходов к диагностике сердечно-сосудистых заболеваний по ЭКС.

Всю практику ЭКГ-анализа можно представить как многоэтапный процесс, целью которого является выявление симптомов сердечно-сосудистых заболеваний и устранение их причин. Перечислим этапы этого процесса:

- 1) сбор данных;
 - 2) прямое преобразование данных;
 - 3) обработка данных, включая выделение врачебных информативных признаков и усиление их значимости на основе математического анализа;
 - 4) интерпретация результатов обработки;
 - 5) обратное преобразование данных;
 - 6) оценка степени расхождения входных и выходных данных;
 - 7) принятие диагностического решения.
- Повышение эффективности результатов кардиодиагностики зависит от ме-