

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Качество высшего образования и система зачетных единиц // Высшее образование в России. – 2004. – № 5. – С. 14-18.
2. Кузнецова В.А. О методике подсчета трудоемкости образовательно-профессиональных программ в зачетных единицах // Проблемы введения системы зачетных единиц в высшем профессиональном образовании: Материалы к Всероссийскому совещанию 23 апреля 2003 года, г. Москва / Под ред. В.Н. Чистохвалова. – М.: Изд-во РУДН, 2003.
3. Кофман А. Методы и модели исследования операций / А. Кофман. – М.: Мир, 1977. – 432 с.
4. Романовский И.В. Алгоритмы решения экстремальных задач. – М.: Наука, 1977. – 352 с.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор С.Л. Беляков.

Кобак Валерий Григорьевич

Донской государственный технический университет.

E-mail: valera33305@mail.ru.

344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1.

Тел.: 88632738511.

Жолобов Вячеслав Дмитриевич

Новочеркасское высшее военное командное училище связи (военного института).

E-mail: kvi_spb@rambler.ru.

346418, г. Новочеркасск, ул. Атаманская, 36.

Тел.: +78635220931.

Чижов Александр Юрьевич

E-mail: Chig-sasa@mail.ru.

Kobak Valeriy Grigorevich

Don State Technical Universities.

E-mail: valera33305@mail.ru.

36, Atamanskaya Street, Novocherkassk, 346418, Russia.

Phone: +78632738511.

Zholobov Vjacheslav Dmitriyovich

Novocheerkassk the Higher Military Command Communication School (Military Institute).

E-mail: kvi_spb@rambler.ru.

36, Atamanskay Street, Novocheerkassk, 346418, Russia.

Тел.: +78635220931.

Chizhov Aleksandr Uriyovich

E-mail: Chig-sasa@mail.ru.

УДК 62-52

И.В. Щербань, К.В. Вдовюк, А.В. Вдовюк

**БЛОК ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ
СТИМУЛИРУЮЩИМИ ВОЗДЕЙСТВИЯМИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ
ФОНОВОЙ АКТИВНОСТИ НЕЙРОННОЙ СИСТЕМЫ ИСПЫТУЕМОГО
ЖИВОТНОГО***

Изучение вопросов деятельности нейронных систем осуществляется в экспериментах на животных посредством использования специализированных программно-аппаратных комплексов. Разработан и реализован блок обработки информации и управления тактильными стимулирующими воздействиями, обеспечивающий высокую функцио-

* Работа выполнена при поддержке гранта Министерства образования № 2.1.1/11794 2011 г.

нальность лабораторного комплекса и одновременно снижающий его общую стоимость. Блок выполнен на основе современной цифровой электронной базы с реализацией проблемно-ориентированной системы реального времени.

Фокальная электроэнцефалограмма животного; стимулирующие воздействия; микроконтроллер; биморф.

I.V. Scherban, K.V. Vdovjuk, A.V. Vdovuk

BLOCK OF INFORMATION PROCESSING AND CONTROL OF STIMULATING ACTIONS TO ESTIMATE THE PARAMETERS OF BACKGROUND ACTIVITY NEURAL SYSTEM OF TESTEE ANIMAL

Studying of questions of activity of neural systems is carried out in experiments on animals by means of use of specialized hardware-software complexes. The block of processing of the information and management of the tactile stimulating influences, providing high functionality of a laboratory complex and simultaneously reducing its total cost, was designed and implement. The block is created on the basis of modern digital electronic base with realization of problem-oriented system of real time.

Focalelectroencephalogram of animal; stimulating actions; microcontroller; bimorph.

Формализация задачи. Несмотря на актуальность вопросов, связанных с выяснением принципов организации нейронных систем, ответственных за билатеральное тактильное восприятие, а также способов кодирования пространственных параметров тактильных стимулов, исследованы они лишь в первом приближении [1]. Изучение подобных вопросов осуществляется на животных с использованием специализированных программно-аппаратных комплексов.

В настоящее время в НИИ "Нейрокибернетики" Южного федерального университета для сбора и обработки информации о нейронной активности животного используется программно-аппаратный комплекс, структурная схема которого представлена на рис. 1.

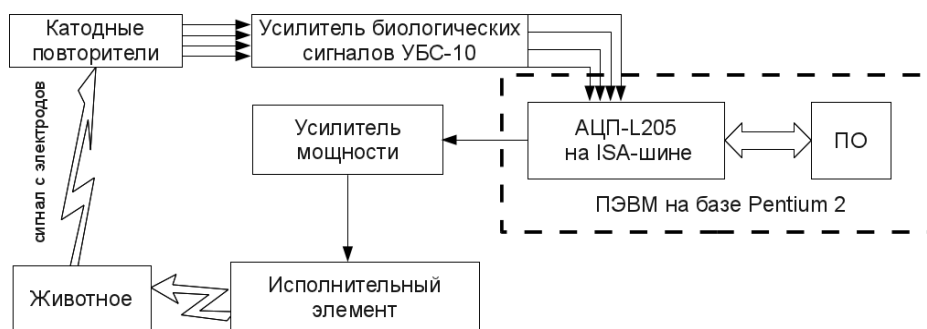


Рис. 1. Структурная схема программно-аппаратного комплекса

Опыты выполняются на белых беспородных крысах, обездвиженных и переведенных на искусственное дыхание. Голова крысы фиксируется с помощью игольчатых головодержателей. Фокальная электроэнцефалограмма (ЭЭГ) регистрируется одиночными стеклянными микроэлектродами. После предварительного формирования на усилителе биологических сигналов УБС-10 измеренная информация посредством аналого-цифрового преобразователя (АЦП) АЦП-L205 на ISA-шине вводится в персональную ЭВМ на базе микропроцессора Pentium 2. Управляющие сигналы формируются в ПЭВМ по результатам обработки измерений в реальном времени проведения эксперимента и, далее, соответствующими

исполнительными элементами преобразуются в стимулирующие воздействия различной физической природы (в тактильные, оптические, звуковые, магнитные и т.п. воздействия).

Фактически, вся функциональная часть данного комплекса реализована на ПЭВМ под управлением операционной системы (ОС) MS-DOS. Следовательно, помимо морального устаревания самого вычислителя, также отсутствует и возможность использования современного программного обеспечения (ПО). Этот факт объясняется тем, что при использовании современных операционных систем (Windows и т.п.) процессор переключается планировщиком с исполнения одной программы на другую буквально между любыми инструкциями кода, что, в результате, приведет к потере информации, задержкам управляющих воздействий и нарушению логики эксперимента. Следовательно, ограничены и функциональные возможности существующего комплекса по документированию, обработке и отображению информации, по использованию статистических методов апостериорного оценивания информации и идентификации моделей жизнедеятельности животных.

Схемотехническое решение задачи. С целью преодоления указанных ограничений, обеспечения требуемой функциональности комплекса при одновременном снижении его стоимости, анализирующая и управляющая части объединены в отдельный блок обработки информации и управления стимулирующими воздействиями (БОиУ). Структурная схема комплекса, использующего данный блок, представлена на рис. 2, а структурная схема самого блока – на рис. 3.

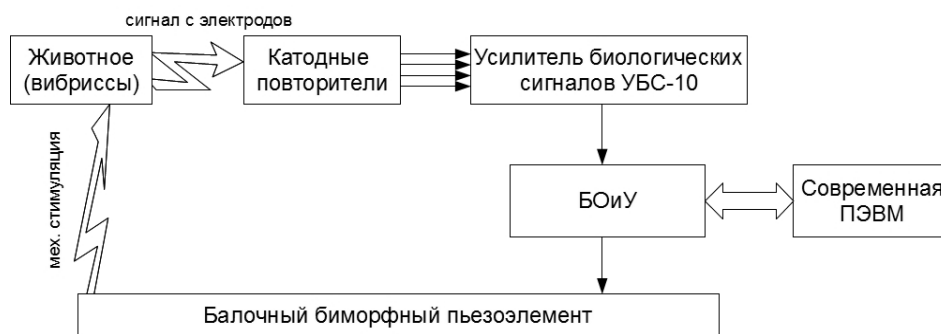


Рис. 2. Структурная схема комплекса, использующего БОиУ

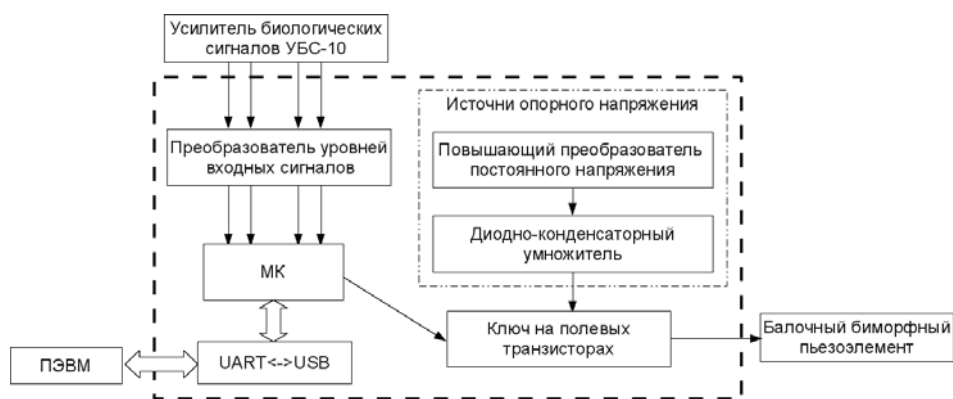


Рис. 3. Структурная схема БОиУ

Предусмотрена только механическая стимуляция вибрис подопытного животного – сгибание центральной вибрисы крысы с удержанием ее в отклоненном положении в течение 0,1–1,0 с. Механический исполнительный элемент представляет собой щуп, приклеенный к свободному концу пьезокерамической пластины биморфа [2], конец которого отклоняется в диапазоне амплитуд от 1,5 до 90 мкм.

БОиУ построен на основе современной цифровой электронной базы с реализацией проблемно-ориентированной системы реального времени и исключает ПЭВМ из замкнутого контура эксперимента. ПЭВМ в данном случае используется лишь для документирования и апостериорной статистической обработки требуемой информации. Таким образом обеспечивается возможность использования современных ОС и соответствующего программного обеспечения, что позволяет расширить возможности комплекса по документированию, обработке и представлению информации, по диагностике и прогнозированию состояния животного на основе современных математических методов оптимального оценивания и идентификации. Прямое сопряжение БОиУ с ПЭВМ обеспечивает максимально необходимую частоту проведения измерений с автоматической регистрацией измеренной информации и сохранением ее в электронных файлах.

Экономически выгодным и целесообразным в данном случае был выбор 8-разрядного МК RISK-архитектуры ATmega32, включающего большинство необходимых периферийных устройств. Данный МК имеет достаточно быстродействующее ядро AVR, сравнительно большой объем оперативной памяти (2 Кб), энергонезависимую постоянную память для хранения рабочей программы (32 Кб), интегрированные аналого-цифровой и цифроаналоговый преобразователи, снабжен портами ввода-вывода.

Программное обеспечение, созданное для выбранного МК в интегрированной среде разработки AVR Studio и протестированное в программном пакете SPICE эмуляции Proteus, обеспечивает цифровую фильтрацию входных сигналов, оценку мгновенной амплитуды и фазы потенциалов выбранного ритма, формирование управляющих сигналов положительной биологической обратной связи. Также реализована возможность формирования и передачи в ПЭВМ пакетов данных, используемых для последующей обработки и статистической оценки измеренной информации.

Цифровая фильтрация сигналов требуется для выделения необходимой полосы частот и работы блока в диапазоне колебаний потенциалов основных ритмов ЭЭГ.

Для фильтрации сигнала был использован полосовой фильтр, структурная схема которого изображена на рис. 4. Полосная фильтрация (с центральной частотой в точке f_c) осуществляется при помощи двух синусных фильтров нижних частот (ФНЧ) Баттерворда. Входная последовательность $x(i)$ обрабатывается при этом в двух ветвях схемы одновременно. В верхней происходит умножение $x(i)$ на $\sin(2\pi f_c i T)$, низкочастотная фильтрация и повторное умножение на $\sin(2\pi f_c i T)$. В нижней ветви выполняются аналогичные действия, но умножение производится на функцию $\cos(2\pi f_c i T)$. Благодаря первому умножению информация, располагающаяся в частоте f_c или около нее, смещается в 0 Гц. Эта составляющая сигнала пропускается ФНЧ. Повторное умножение возвращает отфильтрованный сигнал в первоначальную область частот.

Таким образом, обеспечена необходимая монотонность амплитудно-частотной характеристики и в полосе пропускания, и в полосе подавления, причем без использования сложных фильтров высокого порядка. Это позволило существенно сократить необходимые вычислительные затраты и обеспечить заданную точность реализации процедур фильтрации на выбранном МК.

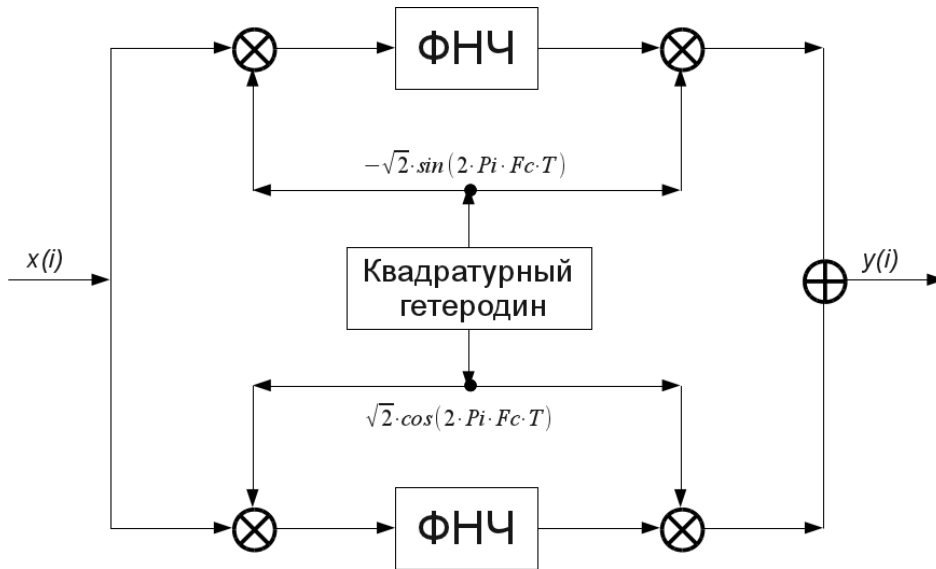


Рис. 4. Структурная схема алгоритма фильтрации

Порядок M ФНЧ вариативный – задается оператором в специальной программе инициализации на ПЭВМ перед началом испытаний из соображений точности обработки данных. Коэффициенты разностных уравнений каскадов фильтра подобраны таким образом, чтобы полюсы передаточной функции фильтра

$$|H(f)|^2 = \frac{1}{1 + \left(\frac{\sin(\pi f T)}{\sin(\pi B T)} \right)^{2M}},$$

где f – граница полосы подавления; B – граница полосы пропускания, находились в области, удовлетворяющей условиям устойчивости. Подробно алгоритм расчета коэффициентов рассмотрен в работе [4].

Расчет амплитуды потенциалов выбранного ритма выполняется согласно алгоритму квадратур, также рассмотренному в работе [4]. Оценка фазы производится путем сравнения отсчетов отфильтрованного сигнала с мгновенными значениями амплитуд опорного синусоидального сигнала.

Для реализации биологической обратной связи применяется тактильная стимуляция чувствительных вибрис, осуществляемая посредством механической деформации пьезокерамического биморфа. На электроды биморфа подается высоковольтное ШИМ-напряжение, тем самым вызывая в нем внутренние механические напряжения и, как следствие, изгибающую деформацию. Для формирования требуемых характеристик управляющего сигнала используется высоковольтный цифро-аналоговый преобразователь, включающий источник опорного напряжения 150 В и широтно-импульсный модулятор, интегрированный в МК (рис. 3).

Источник опорного напряжения состоит из повышающего преобразователя постоянного напряжения и диодно-конденсаторного умножителя.

Повышающий преобразователь постоянного напряжения выполнен на микросхеме серии МС34063 и имеет следующие параметры: входное напряжение $V_{in}=9$ В ($V_{in(min)}=8$ В); выходное – $V_{out}=30,5$ В; выходная сила тока $I_{out}=120$ мА.

Выбраны следующие номиналы элементов преобразователя напряжения: $L=180$ мкГн, $C_1=1$ нФ, $C_2=1000$ мкФ, $C_3=470$ мкФ $R_{sc}=0,33$ Ом, $R_1=1,3$ кОм, $R_2=3$ кОм, $R_3=180$ Ом, диод Шотки марки SR506.

Дальнейшее повышение напряжения до 150 В осуществляется реализацией диодно-конденсаторного умножителя с пятикратным коэффициентом умножения. Преимуществом данного типа умножителей является равномерное распределение нагрузки на выпрямительных диодах и одинаковое (в данном случае U_{out}) напряжение на конденсаторах.

Пьезоэлектрический биморф состоит из двух тонких пьезокерамических пластин, склеенных между собой после нанесения электродов и поляризации. Геометрические параметры каждой из пластин составили: 0,5 мм толщина, 70 мм длина и 12 мм ширина. Для изготовления биморфа использовалась пьезокерамика ПКР-7М.

Для более высокой чувствительности биморф изготовлен без прокладки. Известно, что прокладка увеличивает механическую прочность, но уменьшает величину перемещения. Величина перемещения в данном случае является более важной. Следовательно, для работы с подобным биморфом актуальной является граничная величина максимального прикладываемого напряжения V_{max} , не вызывающего его повреждения при нормальных условиях окружающей среды:

$$V_{max} = 300 * (t - t_n) / 2 = 150 * (t - t_n),$$

где t – толщина пьезопластины (мм); t_n – толщина прокладки (мм).

Максимальное напряжение составляет $V_{max}=150$ В.

Связь БОиУ с ПЭВМ осуществляется посредством интерфейса USB 2.0, конвертируемого в БОиУ в интерфейс UART за счет использования микросхемы FT232RL. Необходимость подобного преобразования обусловлена ограниченным рядом периферийных интерфейсов, присутствующих в выбранном типе микроконтроллера. Применение же интерфейса USB позволяет использовать в составе комплекса любую современную ПЭВМ.

Заключение. Использование разработанного БОиУ в составе программно-аппаратного комплекса исследования нейронной активности животного позволило исключить ПЭВМ из замкнутого контура эксперимента. Блок построен на основе современной цифровой электронной базы с реализацией проблемно-ориентированной системы реального времени и обеспечивает обработку информации с ЭЭГ и формирование ответных сигналов, управляющих стимулирующими тактильными воздействиями.

В схеме БОиУ заложена и многофункциональность – он также позволяет реализовать прямую стимуляцию мозга животного электрическими импульсами, или иную сенсорную стимуляцию (звуковую, магнитную и т.п.). За счет его использования расширены возможности лабораторного комплекса в целом по документированию, обработке и представлению информации, по диагностике и прогнозированию состояния животного на основе современных математических методов оптимального оценивания и идентификации. Прямое сопряжение БОиУ с ПЭВМ обеспечивает максимально необходимую частоту проведения измерений с автоматической регистрацией измеренной информации и сохранением ее в электронных файлах.

Использование современной цифровой техники позволило снизить стоимость лабораторного комплекса, его энергопотребление, значительно повысить точность и надежность проведения экспериментов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Сухов А.Г., Бездудная Т.Г., Медведев Д.С.* Особенности посттравматической модификации синаптической передачи в таламо-кортикальном входе соматосенсорной коры крыс // Журнал Высшей нервной деятельности. – 2003. – Т. 53, № 5. – С. 622-632.
2. *Казаков В.К., Климашин В.М.* Биморфные пьезокерамические элементы // ПЬЕЗОТЕХНИКА-2002 // Материалы Международной научно-практической конференции «Фундаментальные проблемы пьезоэлектрического приборостроения». – М.: МИРЭА, 2002. – С. 226-232.
3. *Айфичер, Эммануил С., Джервис, Барри У.* Цифровая обработка сигналов: практический подход. – М.: Вильямс, 2004. – 992 с.
4. *Отнес Р., Эноксон Л.* Прикладной анализ временных рядов. Основные методы. – М.: МИР, 1982. – 428 с.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор А.Ф. Бабякин.

Щербань Игорь Васильевич

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет».

E-mail: shcheri@mail.ru.

344090, г. Ростов-на-Дону, ул. Мильчакова, 10.

Тел.: 88632696992.

Вдовюк Кирилл Владленович

E-mail: nymitr@gmail.com.

Вдовюк Артем Владленович

E-mail: vdovjuk.av@gmail.com.

Scherban Igor Vasilievich

Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education "Southern Federal University".

E-mail: shcheri@mail.ru.

10, Milchakova Street, Rostov-on-Don, 344090, Russia.

Phone: +78632696992.

Vdovjuk Kirill Vladlenovich

E-mail: nymitr@gmail.com.

Vdovuk Artem Vladlenovich

E-mail: vdovjuk.av@gmail.com.

УДК 378.14:004.9

Е.В. Корохова, А.А. Калашникова, В.В. Корохов

КЛАССИФИКАЦИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА И МЕНЕДЖМЕНТА ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Рассмотрено решение актуальной задачи классификации требуемых рынком компетенций и определение набора дисциплин, позволяющих сформировать эти качества у обучающихся. В результате опросов работодателей, а также поиска вакансий в области высоких технологий в сети Интернет, газетах и прочих источниках получен список требований рынка труда, предъявляемых к специалистам. Кластерный анализ компетенций проведен по методу Варда с учетом областей знаний, видов деятельности специалистов, используемых инструментов, типов занятий и т. п. Полученные кластеры компетенций служат основой для формирования учебного плана, отвечающего требованиям государственного образовательного стандарта и работодателей.

Компетенции; кластерный анализ; классификация.