

4. Результаты и выводы

Для выявления патологий по текстуре ультразвуковых снимков после сегментации и классификации текстур врач принимает решение. Чтобы повысить эффективность принятия решений, в автоматизированную систему обработки ультразвуковых эхограмм целесообразно ввести подсистему экспертной оценки состояния исследуемых внутренних органов человека. Здесь разработана структура автоматизированной системы обработки ультразвуковых эхограмм для принятия решений, а также структура подсистемы экспертной оценки состояния органов. Определены принципы и алгоритмы функционирования подсистемы. Показано, что целесообразно реализовать такую подсистему на основе нейронной сети, так как это позволяет повысить эффективность ее работы при анализе патологий по перекрывающимся (нечетким) данным и выполнять в дальнейшем ее дообучение. Проведенные исследования позволяют выполнить разработку структуры нейронной сети для блока принятия решения, а также алгоритмов ее функционирования и дообучения.

Литература: 1. *Адамов В. Г., Привалов М. В.* Вибір ознак текстури для використання у методі текстурного аналізу ультразвукових ехограм // Вестник Херсонского государственного технического университета. 2003. №2(18). С.377-381. 2. *Адамов В.Г., Привалов М. В.* Текстурированная сегментация ультразвуковых эхограмм с применением

сглаживания статистик различия уровней серого // Наук. праці Донецького державного технічного університету. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація. Донецьк: ДонДТУ, 2000. Вип. 20. С. 132-139. 3. *Адамов В.Г., Привалов М.В.* Исследование влияния алгоритма фильтрации на точность работы модели модуля текстурной сегментации ультразвуковых эхограмм // Наук. праці Донецького державного технічного університету. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація. Донецьк: ДонДТУ, 2001. Вип. 25. С. 148-153. 4. *Shortliffe E. H., Scott A. C., Bischoff M. B and al.* ONCONIN: an expert system for oncology protocol management // In. Proc. 7th International Joint Conference on Artificial Intelligence, 1981. P. 876-881. 5. *Минский М.* Структура для представления знания / Сб. Психология машинного зрения / Под ред. П. Уинстона. М.: Мир, 1978. С. 249-338. 6. *Hayes-Roth F., Jacobstein N.* The State of Knowledge-Based Systems // Communications of the ACM, March 1994. Vol. 3, № 3. P. 27-39. 7. *Джексон П.* Введение в экспертные системы. Третье издание. М.: Вильямс. 2001. 624 с.

Адамов Владимир Григорьевич, канд. техн. наук, доцент кафедры АСУ ДонНТУ. Научные интересы: системы принятия решений, обработка изображений, компьютерные сети. Адрес: Украина, 83000, Донецк, ул. Афанасьева, 5, тел. (062) 304-90-17 (раб.)

Привалов Максим Владимирович, ассистент кафедры АСУ ДонНТУ. Научные интересы: системы принятия решений, обработка изображений, компьютерные сети, системы искусственного интеллекта. Адрес: Украина, 83000, Донецк, ул. Терешковой, 1, 123, тел. (062) 304-90-20.

УДК 615.47:616-072.7

БЕСПРОВОДНАЯ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПОДАВЛЕНИЯ ЭПИЛЕПТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ BLUETOOTH

БЕЙ Д.С., ЧУМАКОВ В.И.

Рассматриваются возможности использования малогабаритной биотелеметрической системы на основе интегральной технологии BLUETOOTH в нейрофизиологии для анализа ЭЭГ и подавления эпилептических приступов.

1. Задача анализа ЭЭГ

В результате исследований в области нейрофизиологии, проводимых в последние годы, было доказано, что активность головного мозга является необходимым и достаточным условием сознания. Человек может чувствовать, думать, приводить в движение мышцы, видеть, слышать только с помощью мозга. Головной мозг является хранилищем памяти, эмоций, личности. Однако в результате различного рода явлений, таких как авария, дорожное происшествие, болезнь может измениться баланс между человеком и окружающим миром. Из-за этого организм может утратить важнейшие как биологические, так и человеческие функции: способность ходить, есть, общаться, любить.

В здоровом состоянии кора головного мозга генерирует периодические электрические сигналы — ритмы электроэнцефалограммы (ЭЭГ), следующие в определенном порядке (рис.1).

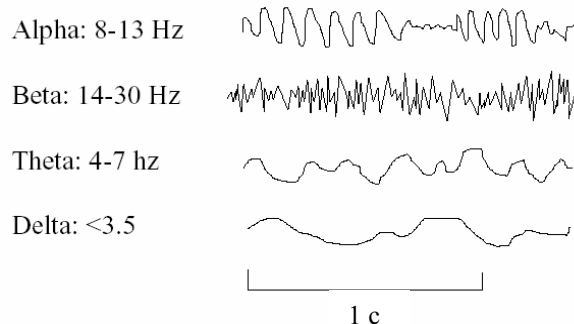


Рис.1. Типичный вид временных диаграмм ритмов ЭЭГ

Однако существует патологический случай, когда этот порядок нарушается в результате изменения характера и периода следования электрических разрядов нервных клеток (нейронов) коры головного мозга — эпилепсия. Происходит своего рода электрический “шторм”, берущий свое начало в нейронах, нестабильных наследственно в результате генетического дефекта (при различных типах наследственной эпилепсии), либо в нейронах, ставших нестабильными из-за метаболических аномалий, вызванных, например, низким содержанием глюкозы в крови или обусловленных действием алкоголя (рис.2).

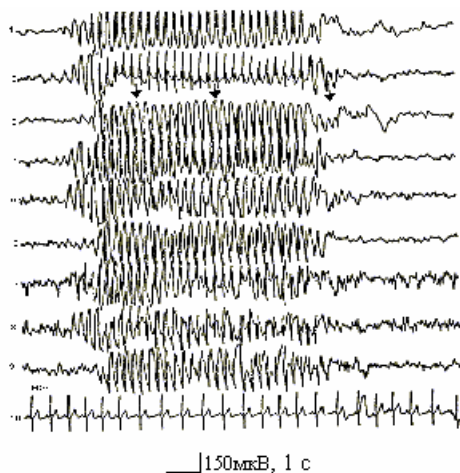


Рис. 2. ЭЭГ больного эпилепсией

Кроме того, разряды, не свойственные здоровому головному мозгу, могут также возникнуть в отдельном участке мозга как следствие травмы. Все описанные ситуации приводят к временному изменению или полной потере сознания. Отсутствие возможности поставить быстрый и точный диагноз при этом может привести к долговременной болезни головного мозга или даже к смерти.

Тщательно собранные данные международных служб свидетельствуют о том, что приблизительно 1 взрослый человек из 200 страдает от эпилепсии [1]. Если также принять во внимание младенцев, страдающих эпилепсией вследствие лихорадки (обычно это временная проблема), и взрослых, которые хотя бы один раз испытали эпилептический припадок, то относительное число страдающих данной болезнью возрастет до 1 человека из 80. Из упомянутых выше фактов ясно, что эпилепсия является серьезной и довольно острой проблемой, требующей быстрой диагностики и медицинского вмешательства.

В настоящее время существует много аппаратных методов диагностики эпилепсии: компьютерная томография (КТ), ЯМР-сканирование, сканирование при помощи радиоизотопов [2]. Всем этим методам присущи существенные недостатки. Например, КТ использует инъекции специального подкрашивающего вещества, улучшающего качество изображения. Однако внутривенное введение данного вещества может стать фатальным в случаях, когда пациент страдает аллергией или астмой. Кроме того, цена одного компьютерного томографа достигает \$500000. При ЯМР-сканировании инъекции не проводятся, однако цена такого медицинского оборудования в четыре раза превышает цену КТ. (Сканер для радиоизотопных исследований стоит в среднем \$2000000). Другим недостатком диагностики с помощью данной аппаратуры является то, что эпилептический припадок, как правило, появляется и исчезает внезапно, после чего у больного наступает временная амнезия, и он не может сказать, был ли у него эпилептический удар. Описанная выше аппаратура требует больших временных затрат на диагностику и принятие решения.

Поэтому возникает задача создания недорогого устройства для быстрой диагностики эпилепсии в момент проявления эпилептического припадка.

Традиционно лечение пациентов, страдающих эпилепсией, проводится с помощью медикаментозных препаратов [3]. Но что делать в случае, когда мозг субъекта невосприимчив к таким препаратам, либо их применение вызывает у него аллергическую реакцию? Работы нейрофизиологов свидетельствуют о том, что проведение электрической стимуляции краниальных нервов (вагуса или тригеминального нерва) в начальных фазах эпилептического припадка в значительной степени снижает эпилептическую активность [4,5]. Для стимуляции на тригеминальный нерв помещается манжетный электрод, который при фиксировании спайк-волн на ЭЭГ формирует электрический импульс. При этом эпилептическая активность фиксируется специальными детектирующими алгоритмами, работающими в реальном масштабе времени. С их помощью проводится анализ ЭЭГ и в случае регистрации появившейся эпилептической активности (характерные волны, показанные на рис. 2 стрелками) сообщается о надвигающемся припадке. Достоинством такого метода является то, что он позволяет зарегистрировать характерные волны на ЭЭГ, которые появляются за несколько секунд или даже минут до начала конвульсий и потери сознания у пациента. В результате, с помощью анализа сигналов ЭЭГ и обработки их по определенным алгоритмам можно зафиксировать начальную стадию припадка и предпринять соответствующие меры по предотвращению его развития или полному устранению, либо принять адекватные меры во избежание его негативных последствий.

2. Реализация системы

Аппаратурная реализация системы, функционирующей согласно данному алгоритму, возможна на основе современных носимых микроконтроллерных устройств, обеспечивающих анализ ЭЭГ и передачу его результатов на устройство принятия решения или оператору. Сформулируем требования к структуре и конструкторской части телеметрической системы.

Прежде всего, информация, получаемая посредством ЭЭГ, должна быть точной и достоверной, чтобы исключить ложное срабатывание устройства, формирующего импульс стимуляции. Для этого необходима качественная регистрация ЭЭГ и адекватный алгоритм точного распознавания эпилептической активности. Требуется устройство записи ЭЭГ, в котором обеспечивается достаточное усиление сигнала и подавление синфазных помех. Кроме того, система должна быть беспроводной, с малой потребляемой мощностью и малыми габаритными размерами. Все это позволит пациенту свободно перемещаться в пределах, например, больничной палаты и обезопасит его от случайного поражения электрическим током сети.

Сигналы ЭЭГ от электродов подаются на блок предварительного усиления и фильтрации, где

происходит предварительная обработка сигналов. Усилитель выполнен в виде интегральной микросхемы большой степени интеграции, поскольку для снятия ЭЭГ при использовании большого количества электродов необходимо такое же число усилителей. Важнейшими требованиями, предъявляемыми к блоку предварительного усиления и фильтрации, являются высокий коэффициент подавления синфазного сигнала (до 120 дБ), достаточное усиление (100 дБ) и малая потребляемая мощность.

Далее сигнал ЭЭГ поступает на блок аналого-цифрового преобразования, где происходит оцифровка информации. После этого цифровой сигнал поступает в блок приемо-передатчика, связывающего носимый первичный датчик информации с базовым блоком, в котором реализована программа принятия решений.

В настоящее время в биотелеметрических системах быстро и широко развивается технология BLUETOOTH, с помощью которой можно передавать сигналы на расстояние от 10 до 100 метров без использования проводов. Типовая структурная схема кристалла приемо-передатчика BLUETOOTH показана на рис. 3.

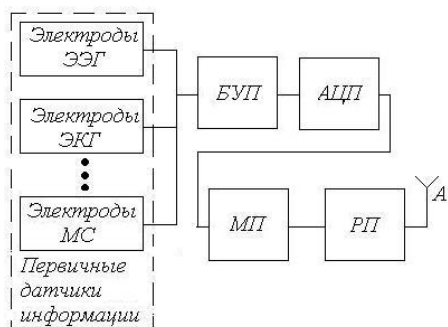


Рис. 3. Приемо-передатчик телеметрической системы на основе BLUETOOTH

Информация передается на частоте 2,4 ГГц, при этом значение потребляемого тока для передатчика при ACL типе передачи (асинхронный без установления соединения, скорость передачи 115,2 Кбит/

с) данных ЭЭГ с помощью UART составляет 29 мА. Чувствительность приемного устройства системы составляет 79 дБм, максимальная мощность передатчика 6 дБм, работоспособность обеспечивается в диапазоне напряжений питания $U_{\text{мин.}} = -0,4 \text{ В}$, $U_{\text{макс.}} = 3,6 \text{ В}$ [6]. Кроме того, в системе предусмотрены режимы с пониженной потребляемой мощностью, что значительно снижает энергетические затраты.

Система ВТ состоит из 4-х частей: приемо-передатчика, устройства обработки принятой и передаваемой информации – контроллера (Baseband), а также программ менеджера связи и функций Host Controller Interface и протокола контроля логической связи и адаптации (реализуются на базе одного микропроцессора). Кроме того, требуется микросхема памяти. Все эти компоненты могут быть выполнены в одном корпусе, что упрощает техническое исполнение всего блока приемо-передатчика, т.е. система может быть реализована в виде носимого блока, непрерывно осуществляющего мониторинг ЭЭГ пациента.

В общем случае на основе системы BLUETOOTH могут быть выполнены и другие диагностические функции медицинской системы (МС): анализ ЭКГ, измерение антропологических параметров (давление, частота сердцебиений, частота дыхания), а также выполнение указанных функций в комплексе. В этом случае система выполняется многоканальной по входу, как показано на рис.3. На схеме показан блок управления и преобразования информации (БУП), аналого-цифровой преобразователь (АЦП), микропроцессор (МП), передающее устройство (РП) с антенной (А). Кроме того, в системе должны быть предусмотрены меры, препятствующие случайному, несанкционированному отключению первичных датчиков, срыву крепления приемо-передатчика на теле пациента и другим механическим повреждениям.

Помехоустойчивость в этой системе обеспечивается с помощью специальных методов кодирования и передачи информации. Данные передаются с

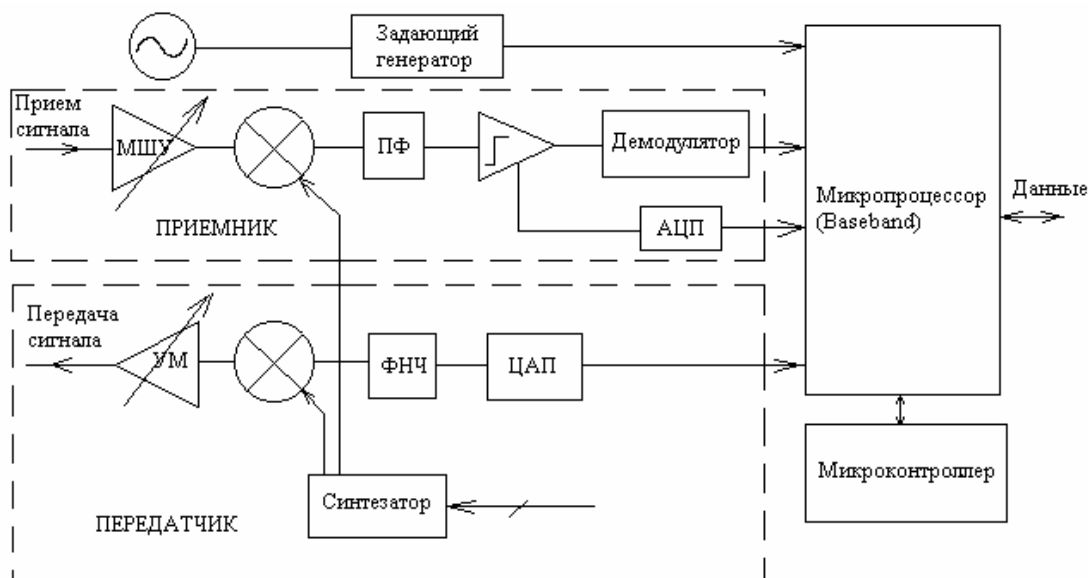


Рис. 4. Устройство микросхемы приемо-передатчика BlueCore01b

помощью частотно-манипулированных сигналов на 79 частотах, выбор которых обеспечивается со скоростью 1600 с^{-1} случайным образом с помощью тактового генератора.

Основным недостатком устройства является ограничение в дальности передающей системы, что позволяет использовать ее только в условиях стационара. Перспективой развития технологии BLUETOOTH является сопряжения ее с системой мобильной либо сотовой связи, что позволит передавать информацию практически на любое расстояние.

3. Выводы

Рассмотренная беспроводная телеметрическая система позволяет произвести сбор данных ЭЭГ с поверхности головного мозга на расстоянии от 10 до 100 м, провести их анализ, зафиксировать появление характерных волн на ЭЭГ, предупреждающих о надвигающемся эпилептическом припадке, и предотвратить его посредством стимуляции тригеминального нерва головного мозга. Использование технологии BLUETOOTH, активно внедряемой в современных цифровых информационных системах, позволяет реализовать устройство в виде малогабаритного носимого блока, укрепленного на теле пациента. Передатчик устройства потребляет ток 29 мА, все приемо-передающее устройство может разместиться на плате размером $3 \times 3 \text{ см}$. Стоимость микросхемы приемо-передатчика составляет порядка \$5. Таким образом, данная

система может с успехом использоваться в клиниках для диагностики и лечения эпилепсии. При этом энергетические и материальные затраты сводятся к минимуму. Показаны перспективы развития многоканальной системы.

Литература: 1. <http://137.172.248.46/epilepsy.htm>. 2. *Остроухов В.Д.* Конспект лекций по курсу "Интроскопия". 3. *Зенков Л.Р., Ронкин М.А.* Функциональная диагностика нервных болезней, М.: Медицина. 1982. 432 с. 4. *Miguel L. Nicolelis* "Actions from thoughts", NATURE/VOL 49/18 January 2001. 5. *Erika E. Fanselow, Ashlan P. Reid and Miguel A. L. Nicolelis* Reduction of Pentylentetrazole-Induced Seizure Activity in Awake Rats by Seizure-Triggered Trigeminal Nerve Stimulation / The Journal of Neuroscience, November 1, 2000, 20(21). P.8160–8168. 6. Cambridge Silicon Radio, BlueCore 01b, DataSheet, www.csr.com

Поступила в редколлегию 30.07.2003

Рецензент: д-р физ.-мат. наук Рожницкий Н.Н.

Бей Дмитрий Сергеевич, стажер-исследователь каф. РЭУ ХНУРЭ. Научные интересы: моделирование биотелеметрических систем, программирование, цифровые технологии. Хобби: иностранные языки, программирование. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. (057)-7021-444.

Чумаков Владимир Иванович, д-р техн. наук, зав. кафедрой РЭУ ХНУРЭ. Научные интересы: генерирование мощных импульсных электромагнитных излучений и прикладные проблемы; радиоэлектронные медицинские системы и комплексы. Хобби: иностранные языки, музыка. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. (057)-7021-444.

УДК 658.5

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА НА СОСТОЯНИЕ ВОДНОГО ОБЪЕКТА

МУРАВЬЕВА И.С., ЧАЙНИКОВ С.И.

Рассматривается математическая постановка задачи, описывающей изменения показателей качества воды. Предлагается алгоритм для численного решения поставленной задачи. Проводится моделирование экологической обстановки в водном объекте, возникающей в результате аварийных ситуаций, вызванных разрушением плотины.

При планировании водохозяйственных мероприятий важное значение имеет учет качества воды. Это обусловлено тем, что вследствие развития промышленности, урбанизации обширных территорий и интенсивного развития сельского хозяйства происходят изменения состава водных объектов под влиянием сточных вод, содержащих различные минеральные и органические вещества. Увеличение емкостей шламонакопителей в связи с необходимостью сокращения занимаемых ими земель происходит за счет их наращивания. Рост высоты подпорных сооружений, а также ряд других причин

обуславливают повышение вероятности возникновения аварийных ситуаций, вызванных разрушением тела дамбы.

Цель статьи – реализация численного моделирования экологической обстановки в водном объекте в результате аварийной ситуации, вызванной разрушением тела дамбы.

Задачей статьи является проведение численного эксперимента для проверки эффективности разработанного алгоритма решения эволюционной задачи.

При проведении расчетов аварийный процесс делится на два этапа:

1. Разрушение тела плотины (размыв гребня и пляжной зоны, движение потока по внешнему откосу сооружения и размыв его).
2. Движение потока по прилегающей к плотине местности.

На первом этапе определяются параметры потока: скорость, расход, глубина, ширина.

На втором этапе – параметры зоны предполагаемого затопления.

Для выполнения расчетов в общем случае используется модель, описывающая динамику распространения субстанции в жидкой среде, следующего вида: