



# Устройство мониторинга состояния больных эпилепсией

**Н. В. Авдеева**

Пензенский государственный университет, Россия, 440026 г. Пенза, ул. Красная, 40

**Д. И. Нефедьев**

Пензенский государственный университет, Россия, 440026 г. Пенза, ул. Красная, 40

**Г. А. Солодимова**

Пензенский государственный университет, Россия, 440026 г. Пенза, ул. Красная, 40

**Аннотация.** Рассматриваются методы и средства мониторинга состояния больного эпилепсией. Предлагается устройство, позволяющее распознавать признаки приближения эпилептических припадков и в случае угрозы их возникновения предупреждать опекунов или сиделку. Информация о состоянии больного может передаваться по любому из доступных беспроводных интерфейсов. Наличие такого устройства позволит этой категории людей вести социально активный образ жизни.

**Ключевые слова:** эпилепсия, электрическая активность нейронов, центральная нервная система, электроэнцефалография, беспроводный интерфейс, мониторинг состояния.

## A device for monitoring patients with epilepsy

**N. V. Avdeeva**

Penza State University, 40 Krasnaya Street, 440026, Penza, Russia

**D. I. Nefed'ev**

Penza State University, 40 Krasnaya Street, 440026, Penza, Russia

**G. A. Solodimova**

Penza State University, 40 Krasnaya Street, 440026, Penza, Russia

**Abstract.** Methods and means for monitoring a patient state with epilepsy are considered. A device that allows to recognize the signs of epileptic seizures, and to warn the guardians or the nurse, is proposed. Information about the patient's condition can be transmitted via any available wireless interfaces. The presence of such device will allow this category of people to maintain a socially active lifestyle.

**Key words:** epilepsy, electrical activity of neurons, central nervous system, electroencephalography, wireless interface, state monitoring.

Есть заболевания, которые преследуют человечество на всем протяжении его развития. К числу таких заболеваний следует отнести эпилепсию. Эпилепсия – это тяжелая и пока что неизлечимая болезнь, которая характеризуется внезапными, непредсказуемыми припадками с потерей сознания, судорогами и другими сопутствующими признаками. Современные лекарственные препараты дают возможность до определенной степени контролировать состояние больного, и все же ни один эпилептик не застрахован от неожиданного приступа. Социальное значение эпилепсии определяется прежде всего большой ее распространенностью. По данным мировой статистики, эпилепсией болеют

0,9–1 % всего населения. У 6–7 % детей в возрасте до 5 лет бывают от одного до нескольких эпилептических припадков. Наряду с припадками у многих больных отмечается прогрессирующее изменение характера, задержка развития интеллекта, эпизодически возникающие психозы.

Эпилепсия бывает врожденная (идиопатическая) и приобретенная (симптоматическая). Условием возникновения врожденной эпилепсии являются генетические дефекты головного мозга, вызванные недоразвитостью мозговых структур. Причинами возникновения приобретенной эпилепсии могут служить черепно-мозговые травмы, инфекционное поражение центрально-нервной системы (менингит, энцефалит), новообразования в головном мозге, хронический алкоголизм, наркомания.

Механизм протекания эпилептического припадка заключается в следующем. Передатчиком сигналов в пределах центральной нервной системы является электрический импульс, генерируемый на поверхности нейрона. «Лишние» импульсы могут возникать и в нормальных условиях, но для этого в головном мозге предусмотрены специальные защитные структуры, «гасящие» избыточную возбудимость клеток. В результате воздействия одного или нескольких перечисленных выше факторов в одном из полушарий головного мозга образуется конкретный эпилептический очаг, генерирующий избыточный электрический импульс (рис. 1).

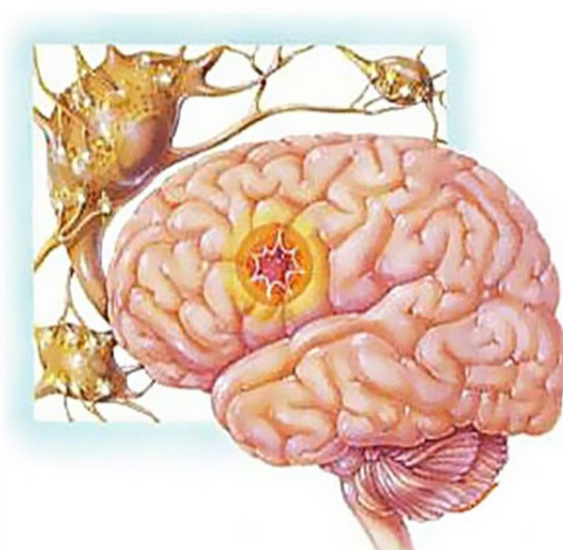


Рис. 1. Очаг эпилептической активности в коре головного мозга

В головном мозге возникает внезапная «электрическая буря», когда большие группы нервных клеток повторно и синхронно испускают электрические разряды. Защитные механизмы, препятствующие этому, уже не могут погасить излишнюю активность нейронов, так как при эпилепсии они повреждены, вследствие чего наблюдается аномальная электрическая активность нервных клеток, проявляющаяся время от времени характерными припадками (рис. 2).



Рис. 2. Нейроны головного мозга при возникновении эпилептического припадка

Так как при эпилепсии поражаются прежде всего структуры головного мозга, то традиционным методом диагностики эпилепсии является электроэнцефалография (ЭЭГ), отражающая отклонения в электрической активности мозга и позволяющая определить эпилептический очаг. Однако с эпилепсией есть две проблемы: во-первых, неизвестно, когда произойдет очередной припадок, во-вторых, во многих случаях неизвестно, что может спровоцировать припадки. Поэтому врачи не могут поймать моменты, чтобы снять электроэнцефалограмму мозга. Если только можно положить пациента в больницу, обвешать проводами и ждать несколько дней, а может, недель. К тому же регистрация ЭЭГ приводит к необходимости обработки больших объемов данных, анализ которых может быть интерпретирован только с помощью дорогостоящего автоматизированного оборудования, при этом длительное воздействие электродов на кору головного мозга может привести к фурункулезу кожных покровов [1].

Проблемой создания устройств контроля состояния больных эпилепсией занимаются многие ведущие фирмы. Так, французская компания BioSerenity представила решение, предназначенное для диагностики и мониторинга эпилепсии. Это «умная» одежда с биометрическими сенсорами ЭКГ, ЭЭГ и ЭМГ, которые постоянно фиксируют физиологические параметры человека. Такой метод позволяет несколько раз за день записывать показатели активности мозга. Если появляются признаки судорог, то в приложение отсылается соответствующий сигнал и смартфон начинает транслировать данные в реальном времени врачу и медицинским специалистам, что позволяет им сразу предпринять нужные действия. Обработка и анализ этих данных обеспечивается сопутствующим приложением на смартфоне. Все данные могут использоваться и для более глубокого анализа, для чего они загружаются в облачное хранилище (рис. 3). Доступ к этим данным может получать как лечащий врач, так и другие специалисты, которым предоставляется доступ [2].



Рис. 3. Одежда как инструмент диагностики эпилепсии

Американская компания Empratica создала электронный браслет Embrace, который носится на руке вместо часов и содержит температурный датчик и акселерометр. Обнаружив судорожную активность, браслет отправляет сообщение на телефон заданному абоненту. В устройстве используются электроды, которые контактируют с кожей, термометр для отслеживания температурных изменений и акселерометры для регистрации движений. Во время приступа повышается электродермальная активность, управляемая электрической гиперактивностью мозга. Быстрое изменение температуры и дрожание регистрируются устройством, и Embrace сразу же передает сообщение на смартфон, который оповестит о происшествии родственников или врача [3].

В России подобных устройств серийно не выпускается. На кафедре «Информационно-измерительная техника и метрология» Пензенского государственного университета проводятся работы по созданию устройства, позволяющего проводить мониторинг параметров – биомаркеров приближения эпилептического припадка и в случае риска его возникновения предупреждать опекунов или сиделку больных эпилепсией. Разрабатываемое устройство предполагается выполнять в виде двух частей: браслета и пояса. В браслет будут вмонтированы электроды, которые контактируют с кожей для контроля электродермальной активности, электроды для реографического снятия пульса, а также терморезистор для отслеживания температурных изменений. В поясе размещается 3-осевой акселерометр для контроля ударов при падении во время приступа и система сбора и передачи данных. Параметры – биомаркеры состояния пациента преобразуются с помощью радиотрансивера в ра-

диосигнал. Радиотрансивер, расположенный на поясе больного, сразу же передает сообщение на смартфон, который оповестит о происшествии родственников или врача (рис. 4).

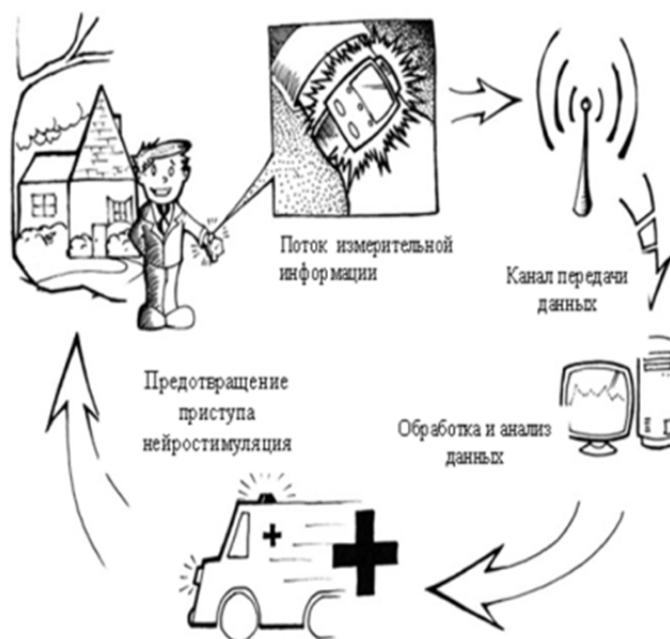


Рис. 4. Принцип работы устройства мониторинга состояния больного

Структурная схема разрабатываемого устройства контроля состояния больного эпилепсией приведена на рис. 5. Диагностический браслет содержит три канала: канал определения реограммы, в состав которого входят источник тока ИТ, система электродов СЭ1, нормирующий усилитель НУ17; канал для измерения влажности, в состав которого входят СЭ2, инструментальный усилитель ИУ, ПФ17; канал измерения температуры, в состав которого входят датчик температуры ДТ, преобразователь сопротивления в напряжение ПСН, НУ18.

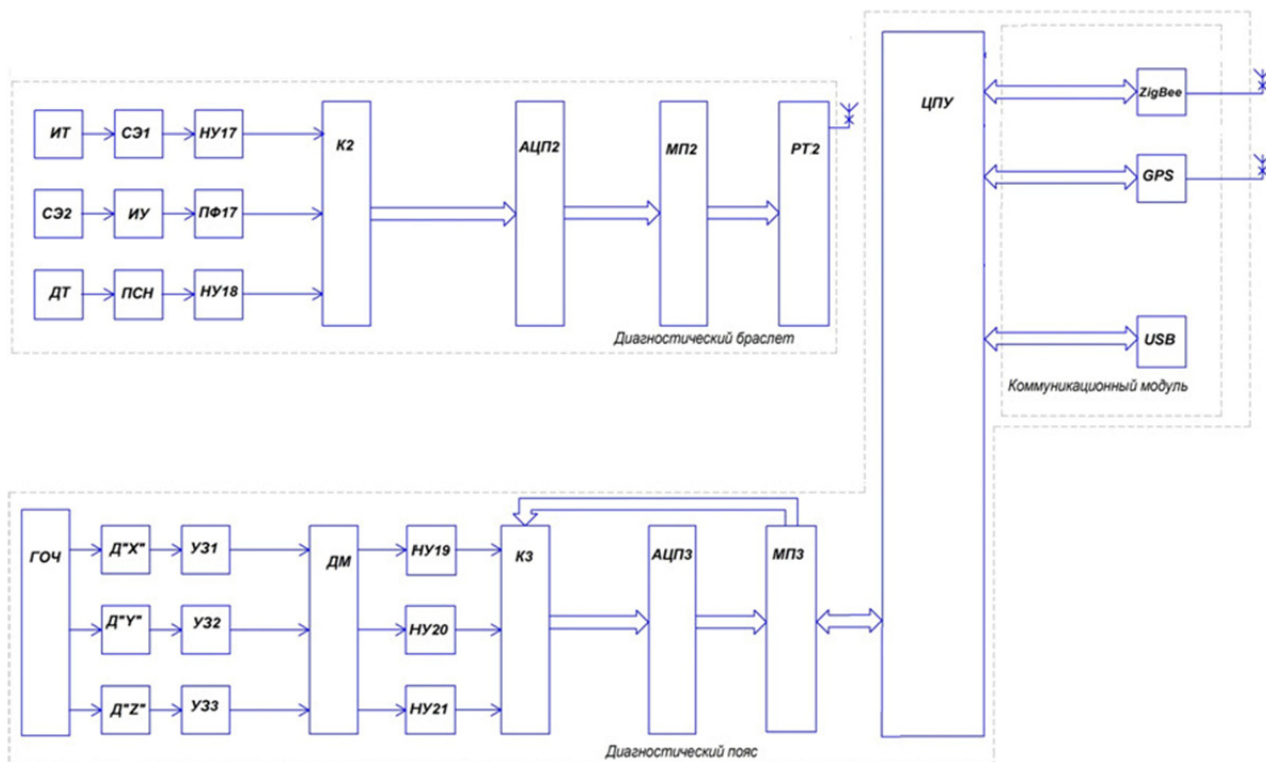


Рис. 5. Схема электрическая структурная устройства мониторинга больного эпилепсией

В диагностический пояс входят датчики координат по осям Д «Х», Д «Y», Д «Z», генератор опорной частоты ГОЧ, усилители заряда УЗ1...УЗ3, демодулятор ДМ. Центральное процессорное устройство ЦПУ, размещенное в поясе, служит для сбора информации со шлема и браслета, а также для передачи информации в блок приема, располагаемый у опекуна или у лечащего врача. ЦПУ поддерживает все виды беспроводных интерфейсов для передачи данных типа ZigBee и GPS, а также проводной интерфейс USB, используемый в процессе отладки устройства.

Появление такого устройства помогло бы изменить всю жизнь страдающих эпилепсией, так как пациенты будут уверены, что неожиданный приступ не поставит под угрозу их жизнь.

### **Библиографический список**

1. Харчук, С. М. Лечение эпилепсии по принципам доказательной медицины / С. М. Харчук, Д. А. Молчанов // Здоровье Украины. – 2006. – № 23.
2. Браслет для больных эпилепсией Embrace. – URL: <http://medbe.ru/novinki/braslet-dlya-bolnykh-epilepsiey-embrace/medbe.ru>.
3. Приложение на Apple Watch для обнаружения приступа эпилепсии. – URL: <http://evercare.ru/bioserenity>.

### **Авдеева, Н. В.**

Устройство мониторинга состояния больных эпилепсией / Н. В. Авдеева, Д. И. Нефедьев, Г. А. Солодимова // Инжиниринг и технологии. – 2017. – Vol. 2(2). – DOI 10.21685/2587-7704-2017-2-2-8