Дальнейшая разработка проблемы нам представляет в систематизации и создании реестра социальных технологий, выявлении оценочных критериев их эффективности, внедрении наиболее прогрессивных технологий в практику медико-социальных учреждений.

ПОЛИГАУССОВЫЙ АЛГОРИТМ ВЫДЕЛЕНИЯ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Чабдаров Ш. М., Щербакова Т. Ф., Коробков А. А., Можгинский В. Л., Култынов Ю. И., Улитина Е. А.
Казанский государственный технический университет им. А. Н. Туполева, Казань

Диагностика физиологического состояния человека по электрическим сигналам, генерируемым мозгом и сердцем, на сегодняшний день является одним из основных направлений в медицине. Получаемая при этом информация не всегда удовлетворяет врачей из-за её ограниченности. Поэтому активно развиваются методы более тонкой диагностики заболеваний и патологий органов человека по низкоамплитудным сигналам мозга и сердца. Такие сигналы, генерируемые мозгом человека, получили название вызванных потенциалов (ВП).

Вызванные потенциалы являются ответом головного мозга, на какое-либо внешнее раздражение, проявляющееся в виде низкоамплитудных электрических сигналов на фоне электроэнцефалограммы (ЭЭГ). Наиболее распространёнными типами раздражений, применяемых в медицинской диагностике, являются: звуковые сигналы, световые вспышки и раздражение нервных окончаний конечностей электрическим током небольшой амплитуды. Получаемые при этом реализации вызванных потенциалов называются, соответственно, слуховые, зрительные и соматосенсорные вызванные потенциалы.

Основное отличие ВП от ЭЭГ в том, что амплитуда ЭЭГ в десятки раз превышает амплитуду ВП. Поэтому зарегистрировать ВП методами, применяемыми для регистрации ЭЭГ невозможно. Традиционным методом, применяемым для регистрации и выделения ВП, является когерентное усреднение, основанное на суммировании реализаций ВП при большом количестве подаваемых стимулов. Но данный метод имеет такие существенные недостатки, как большое время регистрации и подавление высокочастотных компонент ВП за счёт не идентичности реализаций.

Выделяемый сигнал, как и помехи, могут быть представлены случайными процессами. Исследования показали, что значения напряжения отсчётов реализаций распределены не строго по нормальному закону. При этом распределение помех, включающих в себя ЭЭГ, на фоне которой осуществляется регистрация ВП и шумы измерения, может быть приближённо описано как нормальное. Для уменьшения времени выделения и повышения достоверности обработки в работе предлагается использовать методы статистической радиотехники и теории смесевого представления сигналов и помех, позволяющие аппроксимировать физически реализуемые случайные процессы смесью гауссовских распределений с любой заданной наперёд точностью.

Для описания реализаций ВП в виде смеси необходимо провести классификация выделяемых сигналов. В первую очередь ВП можно классифицировать по типу подаваемого раздражения на зрительные (ЗВП), звуковые или слуховые (СВП) и соматосенсорные (ССВП) вызванные потенциалы. В полученных группах возможна классификация по половому признаку, возрасту. При патологиях также необходима классификация, но её провести намного сложнее, чем для нормы. Это является следствием того, что при патологии очень большая вариабельность формы колебаний ВП. В результате классификации всё множество реализаций будет разделено на подмножества, каждую из которых в дальнейшем будем называть вероятностной компонентой, принадлежащей к гауссовскому параметрическому семейству распределений. В этом случае можно записать полигауссовую многомерную плотность вероятности вектора дискретных значений напряжения ВП:

$$w(\xi_\nu) = \sum_{m=1}^{M} q_m \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^K \det \sigma_\nu^{(m)}}} \cdot$$

$$\cdot \exp\left\{ -\frac{1}{2} \left| \xi_\nu^{\mathbf{T}} - \lambda_\nu^{(m)\mathbf{T}} \right| \sigma_\nu^{(m)-1} \left| \xi_\nu - \lambda_\nu^{(m)} \right| \right\},$$

$$\nu = \overline{1,\mathcal{V}},\ m = \overline{1,M},$$

где ξ_ν - вектор измерения, $\lambda_\nu^{(m)}$ - вектор математического ожидания, $\sigma_\nu^{(m)}$ - ковариационная матрица, q_m - вероятность появления компоненты с номером m, K - размерность вектора измерения.

Адекватное описание реализаций ВП можно представить в виде односвязного марковского процесса. В этом случае векторная модель будет определяться двумя уравнениями: уравнением сообщения и уравнением наблюдения, имеющие следующий вид:

$$\lambda_\nu^{(m)} = \mathbf{B}_{\nu-1}^{(m)} \lambda_{\nu-1}^{(m)} + \mathbf{n}_{\lambda\nu-1}^{(m)} + \Delta_{\lambda\nu-1}^{(m)},$$

$$\xi_\nu = \sum_{\mu=1}^{M} \delta(\mu - m) \cdot \lambda_\nu^{(m)} + \mathbf{n_0},\ \nu = \overline{1,\mathcal{V}},$$

$$m = \overline{1,M},$$

где $\delta(m-\mu) = \begin{cases} 1 & m = \mu \\ 0 & m \neq \mu \end{cases}$, $m = \overline{1,M}$, $\mu = \overline{1,M}$, $\mathcal{V}$ - номер отсчёта, m - номер вероятностной компоненты, $\lambda_\nu^{(m)}$ - вектор значений математического ожидания реализаций, $\Delta_{\lambda\nu-1}^{(m)}$ - вектор отсчётов значений смещения математического ожидания между компонентами, $\mathbf{B}_{\nu-1}^{(m)}$ - матрица коэффициентов, связывающих отсчёты на текущем шаге с отсчётами на предыдущем шаге размерностью ($K \times K$) (K – количество каналов измерения), $\mathbf{n_0}$ - вектор независимого век-

торного белого гауссовского шума с нулевым математическим ожиданием и корреляционной матрицей $\mathbf{V}_\nu$ размерностью ($K \times K$), $\mathbf{n}_{\lambda\nu-1}^{(m)}$ - вектор независимого векторного белого гауссовского шума с нулевым математическим ожиданием и корреляционной матрицей $\boldsymbol{\psi}_\nu$ размерность ($K \times K$). Обозначим q_m вероятность появления реализации, принадлежащей к той или иной компоненте под номером μ. Тогда по условию нормировки $\sum_{m=1}^{M} q_m = 1$. Диагональные элементы матрицы $\mathbf{B}_{\nu-1}^{(m)}$ характеризуют величину влияния предыдущего отсчёта реализации на текущий отсчёт одного канала, а недиагональные – влияние предыдущего отсчёта на текущий отсчёт между разными каналами.

Для синтеза алгоритма выделения низкоамплитудных биопотенциалов на основе модели в виде вероятностной смеси воспользуемся теорией проверки статистических гипотез. При этом в выражении для условной плотности вероятности при выдвижении гипотезы о том, что на входе присутствует компонента с номером m, будет участвовать неизвестные истинные значения сообщения $\lambda_\nu^{(m)}$. Согласно литературе вместо неизвестных истинных значений сообщения используются их оценки. Их можно получить с помощью фильтров Калмана, настроенных на соответствующие компоненты. Тогда выражение для условной плотности вероятности будет иметь вид:

$$w(\xi_\nu | H_m) = q_m \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^K \det \sigma_\nu^{(m)}}} \cdot$$

$$\cdot \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\xi_\nu^T - \hat{\lambda}_\nu^{(m)T}\right)\sigma_\nu^{(m)-1}\left(\xi_\nu - \hat{\lambda}_\nu^{(m)}\right)\right\},$$

где $\hat{\lambda}_\nu^{(m)}$ - вектор оценки фильтра, настроенного на m компоненту, $\sigma_{\xi\nu}^{(m)}$ - ковариационная матрица вектора измерения, ковариационная матрица, определяющаяся по формуле: $\sigma_\nu^{(m)} = \sigma_{\xi\nu}^{(m)} + \sigma_{R\nu}^{(m)}$. $\boldsymbol{\sigma}_{R\nu}^{(m)}$ - ковариационная матрица оценки фильтра.

Построив отношение правдоподобия и взяв его логарифм получим следующее выражение:

$$\ln L_m(\xi_\nu) = \ln\left(\frac{w(\xi_\nu | H_m)}{w_{всп}(\xi_\nu)}\right) = \ln(q_m) + \frac{1}{2}\ln\left(\frac{\det \sigma_{\xi\nu}^{(m)}}{\det \sigma_\nu^{(m)}}\right)$$

$$+\frac{1}{2}\left(\xi_\nu^T \sigma_\nu^{(m)-1}\xi_\nu - \left(\xi_\nu^T - \hat{\lambda}_\nu^{(m)T}\right)\sigma_\nu^{(m)-1}\left(\xi_\nu - \hat{\lambda}_\nu^{(m)}\right)\right),$$

где

$$w_{всп}(\xi_\nu) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^K \det \sigma_{\xi\nu}}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\xi_\nu^T \sigma_{\xi\nu}^{-1}\xi_\nu\right\}$$ -

вспомогательная плотность распределения. Тогда правилом выбора гипотезы будет следующим:

$$\hat{m} = \arg\max_{0 \le m \le M-1} \ln L_m(\xi_\nu), \quad \nu = \overline{1, \nu},$$

где $\hat{m}$ - номер фильтра, настроенного на m-ую компоненту.

Структурная схема полигауссова алгоритма представлена на рис. 1.

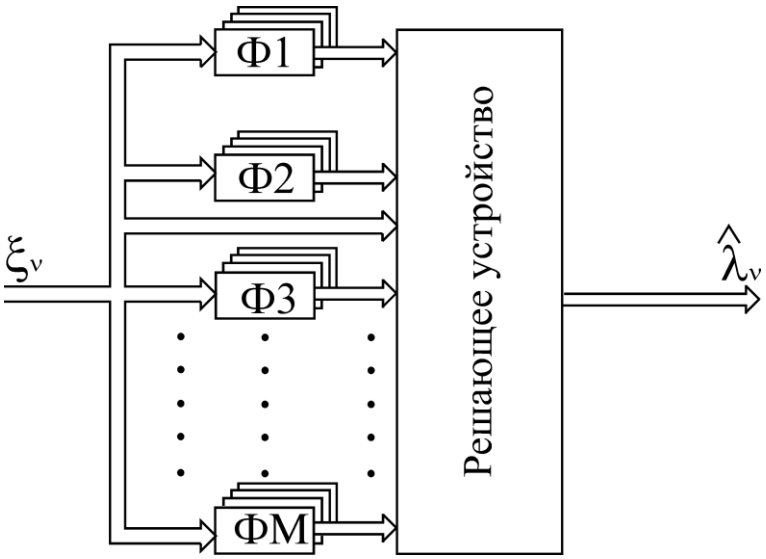

Рисунок 1.

Ф1 – ФМ – фильтры, настроенные каждый на свою компоненту. В решающем устройстве производится вычисление логарифмов отношений правдоподобия и принятие решения в соответствии с правилом выбора гипотез.

При анализе разработанного алгоритма выделения ВП было установлено уменьшение ошибки обра-

ботки в 1,3 раза по сравнению с алгоритмом, где используется один фильтр Калмана, моделью для которого является реализация ВП, являющаяся результатом усреднения по всем вероятностным компонентам. Решающее устройство в 75,2% случаях приняло правильные решения.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОНОМИКИ И ФИНАНСИРОВАНИЯ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

Шапошников В.И.
Государственная медицинская академия, Краснодар

В современных условиях развития нашей страны отмечается целый ряд нерешенных проблем в здравоохранении, главные из них: 1) переход от планового ведения этой отрасли народного хозяйства на рыночной принцип экономического развития, 2) достойное обеспечение медицинской помощью сельского населения, 3) полное отсутствие у значительной части лиц нашей страны контроля за состоянием своего здоровья, 4) серьезное отставание практического здравоохранения от достижений ведущих научных центров, 5) обеспечение действенного материального стимулирования лиц, производственная деятельность которых связана с медициной, 6) полномасштабное использование природных ресурсов в укреплении здоровья населения, 7) создание лекарственных препаратов и разработка новых технологий, позволяющих отказаться от закупки соответствующих аналогов в других странах мира.

Все перечисленные проблемы тесно взаимозависимы друг от друга и для своего разрешения требуют разработки единого комплексного плана. Если еще два - три года назад стоял вопрос только об выживании отечественной медицины, то нынешняя экономическая ситуация в России позволяет уже продуманно переводить здравоохранение на рыночную основу и тем самым сделать медицину рентабельной отраслью. Для этого действия имеется и юридическая база - пункт 2 статьи 41 Конституции РФ (развитие частной системы здравоохранения в стране в качестве альтернативной государственной и муниципальной систем).

В настоящее время работу медицинских страховых компаний нельзя даже отнести к категории посреднической, так как в основном они заняты самофинансированием - за счет средств, отчисляемых промышленными предприятиями здравоохранению. Это мнение подтверждает следующее. Величина зарплаты медицинских работников полностью зависит об бюджетного финансирования - согласно тарифного разряда. Частные «пожертвования» населения за медицинские услуги вообще не поддаются контролю, так как идут напрямую в карман своим лечащим врачам. Единственными средствами, попадающие почти в полное распоряжение медицинских страховых компаний, оказываются как раз эти целевые отчисления. Для их распределения среди медицинских подразделений, создан «новый хозяйственный механизм», в основу которого положен анализ лечения каждого больного в той или иной больнице по критериям качества медицинской помощи. Эта «дополнительная» зарплата не только очень разная, но и, как правило, вовсе отсутствует - путем различных штрафных санкций (в основном за оформление медицинской документации) эти деньги изымаются из приработка медицинских работников и остаются в медицинских компаниях. Критерии качества лечения основаны на соблюдении «золотого срединного стандарта» - своеобразного прокрустова ложа, то есть наказываются и те кто плохо работает и те кто хорошо. Поощрительные же меры в этой системе вообще не предусмотрены. Плохая работа - это очень и очень субъективная оценка труда. И при желании, а это желание конечно имеется, всегда можно найти огрехи. Сложилась такая ситуация, что существующая форма медицинского страхования просто препятствует развитию медицины в нашей стране - стиль «середнячка» не является предпосылкой для прогресса.

Для этого надо в первую очередь создать банк «Здоровье», через который будут выдаваться кредиты как на строительство, так и на техническое оснащение частных медицинских объектов (возможно и еще большее расширение его финансовой деятельности), что обеспечит быстрое реагирование здравоохранения на запрос населения в деле оказания того или иного вида медицинской помощи. Этот же банк может субсидировать частным лицам средства на лечение и обследование. На нам взгляд, любые предложения по улучшению современного здравоохранения в России заслуживают критического рассмотрения. Это и побудило нас высказать свою точку зрения по существу всех поставленных вопросов.

ОСОБЕННОСТИ АДАПТИВНЫХ РЕАКЦИЙ СИСТЕМЫ ГЕМОСТАЗА ПРИ ОДНОКРАТНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ НА ФОНЕ ВВЕДЕНИЯ ГИДРОКОРТИЗОНА

Шахматов И.И., Вдовин В.М., Легких П.В.
Алтайский государственный медицинский университет, Алтайский филиал ГУ НИИ физиологии СО РАМН, Барнаул

Исследование выполнено на 83 белых беспородных крысах обоего пола. У животных первой опытной группы забор крови для оценки показателей гемостаза осуществлялся сразу после однократной длительной физической нагрузки в виде бега в тредбане на протяжении 4 часов со скоростью 8 м/мин. Второй опытной группе животных вводился внутримышечно гидрокортизон в дозе 12,5 мг/100 г массы тела с последующим забором крови через 4 часа после инъекции. Третью опытную группу составили животные, которые после инъекции гидрокортизона подвергались 4-часовой физической нагрузке в виде бега в тредбане со скоростью 8 м/мин. Также были сформированы контрольные группы животных. Первой контрольной группе животных за 4 часа до забора крови вводился подкожно физиологический раствор, вторую контрольную группу составили “интактные” животные.

В ходе исследований установлено, что однократная длительная физическая нагрузка в виде бега приводила к активации начальных и конечного этапов свертывания, умеренному росту уровня растворимых фибрин-мономерных комплексов (РФМК), снижению