

Г. А. КОЛОТЕНКО, А. Т. ФИЛАТОВ, д-р мед. наук,
В. И. КРЫГИНА

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРОВ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ. С О О Б Щ Е Н И Е 7

Повышение эффективности целенаправленной деятельности операторов АСУ тесно связано с моделированием функциональных состояний головного мозга. Появляется возможность сопряжения физиологических показателей человека с входными параметрами ЭВМ, которые регулируют и управляют логическими электронно-диагностическими устройствами в гибридно-интегральном и интегральном исполнениях. Решение этих проблем требует долголетней исследовательской работы. Цель данного сообщения — выявление некоторых свойств диалектики моделирования систем синхронных и асинхронных связей головного мозга человека в норме и патологии.

Изучение деятельности головного мозга как целостной единицы позволяет перевести исследование пространственно-временной связи в нейробионическую плоскость системного анализа, создавая тем самым перспективные методологические пути развития, совпадающие с основными направлениями микроэлектроники. Под системой связей головного мозга понимается множество степеней свободы, синтезированных, проявляющихся интегрально, кооперативно, т. е. так, что при изменении одной степени свободы связи меняются в целом. Степени свободы — это позиционные компоненты структур пространственно-временных организаций потенциалов головного мозга, наделенные весом и вариабельностью. Структуры систем связей раскрывают архитектонику пространственно-временных отношений головного мозга. Вес — мера проявления структуры. Изменение веса и структуры меняет степень свободы систем связей головного мозга.

Логико-семантическая интерпретация закодированного ЭЭГ материала позволяет строить объемные гомоморфные модели, наделенные полномочиями тезауруса. Под тезаурусом понимают множество смысловыражающих признаков закодированных синхронных и асинхронных потенциалов головного мозга. В такой концепции системы синхронных и асинхронных связей всего многообразия структур имеют смысл, если при различных функциональных состояниях они, имея одинаковую структуру, отличаются весом. В этом заключается дополнительная возможность объективной дифференциальной диагностики.

Использовать модель вместо систем синхронных и асинхронных связей головного мозга удобно по целому ряду причин:

1) модель позволяет представить системы связей между регистрируемыми зонами головного мозга в форме, удобной для восприятия; 2) модель образно иллюстрирует аппроксимированные пространственно-временные архитектоники связей мозга; 3) теория моделей разработана лучше, чем теория систем. Краткое описание сущности гомоморфного моделирования систем синхронных и асинхронных связей головного мозга дано в работах [1, 2].

Информация — множество сведений, выраженных в форме систем синхронных и асинхронных связей головного мозга. Информация относительно полна, если определена условиями. Мерой количества информации может быть аддитивная функция, учитывающая начальную неопределенность ситуации, разрешаемой множеством систем синхронных и асинхронных связей головного мозга.

Основная задача сопряжения систем синхронных и асинхронных связей головного мозга с ЭВМ и специализированными электронными устройствами состоит в том, чтобы практически использовать сведенное к однообразию первоначальное многообразие систем связей мозга, выступающих в форме возможностей и действительных случайностей. Отбор и коррелирование множества параллельных систем и подсистем приводит к достоверности событий и надежности. Множество параллельных вероятностных систем синхронных и асинхронных связей головного мозга в общей направленности приводит к перерастанию совокупности возможностей, выраженных разной степенью случайности, в действительность. При вероятной действительности достигается высокостабильная надежность функционирования целостного мозга как системы. Этот принцип работы головного мозга может быть заложен в основу бионических самоадаптирующихся устройств. Такие системы нельзя сравнить с параллельным метанием монет, так как при подбрасывании их отсутствует внутрисистемная связь. Этим существенно отличаются взаимосвязанные системы и подсистемы связей головного мозга от множества изолированно-локальных случайных событий, когда, в частности, целостное и единичное разорвано и несоединимо.

Системы синхронных и асинхронных связей головного мозга, имея одни и те же структуры, не всегда детерминированы. Они становятся такими потому, что ограничены стандартной системой регистрации, применяемой для определенных условий, обстоятельств, целей и задач исследований. Целостное функционирование головного мозга представляет иерархическое множество систем синхронных и асинхронных связей головного мозга, находящихся в непрерывном изменении. Самодвижение этих систем синхронных и асинхронных связей мозга, кажущееся случайным, слагает объективную необходимость. Случайность движения и самодвижения пространственно-временных связей головного мозга определяется случайными внешними и внутрен-

ними возмущениями. В зависимости от целенаправленности внешних возмущений можно корректировать движение пространственно-временных организаций головного мозга. Практическая необходимость приводит к «обратной управляемости» случайностью нейрофизиологических процессов.

В природе синхронизма и асинхронизма действуют бессознательные силы, определяющие общие направленности и представляющие совокупность разной степени вероятностных возможностей, которые стремятся к действительности и достоверности. Случайность — мера широкого диапазона. В одном из пределов она представляет достоверность — жесткую, детерминированную связь, характеризующую закономерность. Для различных ЭЭГ ни одна система синхронных и асинхронных связей головного мозга не достоверна. Вследствие индивидуальных особенностей она вероятностно-достоверна. При этом случайность систем синхронных и асинхронных связей головного мозга, с одной стороны, обусловлена кажущимися незакономерными причинно-следственными отношениями. С другой стороны, целостность параллельно-случайных, аналого-взаимосвязанных, взаимопроникающих систем и подсистем связей головного мозга приводит к достоверности: случайная действительность в системном взаимодействии перерастает в достоверную действительность.

В силу целостного функционирования головного мозга случайные синхронные и асинхронные события рассматриваются системно. Множество иерархических систем создает высокую надежность системы «организм—внешняя среда». Гамма вероятностных по природе связей в совокупности и цельности своей образует достоверную направленность отношений, перерастая из вероятностных и редко случайных событий (вследствие нерасторжимой сцепленности друг с другом) в закономерности связей. При сопряжении физиологических показателей с ЭВМ важно не только выделить вероятностные системы синхронных и асинхронных связей головного мозга, но и разработать систему, срабатывающую от случайных входных сигналов, получить на выходе достоверный дифференцируемый результат. Бионическое устройство, основанное на принципе внутрисистемных и межсистемно-подсистемных связей головного мозга, позволяет одновременно установить параллельно-последовательные причинно-следственные отношения.

Гомоморфная модель синхронных и асинхронных связей головного мозга формируется из пространственно-временной конфигурации биоэлектрической активности. При моделировании таких систем возникает образ: множество n -мерных координат (зон регистрации), между которыми устанавливаются переменные пространственно-временные связи разной интенсивности, находятся в непрерывном движении, возникновении и исчезновении. На первый взгляд картина усложненная, хаотически-случайная, многообразная, кажущаяся непознаваемой и угрожающе абст-

рактной. Именно поэтому у некоторых исследователей, остановившихся на пороге системного нейрокибернетического анализа ЭЭГ, возникло убеждение, что только многообразие есть сущность электрофизиологических случайных процессов.

Изменение систем синхронных и асинхронных связей головного мозга во времени неизбежно приводит к изменению их в пространстве, что при анализе в первую очередь заметно на структуре. При переходе от времени t к $t + \Delta t$ системы синхронных и асинхронных связей меняются в пространстве от p до $p + \Delta p$. Разнообразие и однообразие данных систем оказывается ощутимым в пространстве и во времени, начиная с той полосы, которую исследователь в состоянии обозреть, осознать и промоделировать. Переход от одной системы синхронных и асинхронных связей головного мозга к другой возможен только при помощи количественно-качественного преобразования структурных, весовых и переменных свойств этих систем. Как серебро Ag, железо Fe и другие вещества, разлагаясь, доходят до такого момента, когда различия между веществами становятся неотличимыми, так системы синхронных и асинхронных связей головного мозга в результате преобразований приобретают недифференцируемые количественные и качественные окраски.

Множества систем и подсистем головного мозга в каждый данный момент являются тем же самым и в то же время другим, беспрестанно стремясь уничтожить, разрушить единство противоречий, порождая новые противоречия, видоизменяя сами системы и подсистемы синхронных и асинхронных связей головного мозга. Как только противоречие прекращается, для системы связей головного мозга наступает существенный момент. Обратимость систем синхронных и асинхронных связей головного мозга невозможна, так как невозможно повторение случайного эвристического однообразия в бесконечном разнообразии. Это закон неповторимости. В силу этого закона адекватность заменяется аналогией, поэтому в ЭЭГ различных людей при одинаковых функциональных состояниях, несмотря на индивидуальные особенности, улавливается общая направленность систем синхронных и асинхронных связей головного мозга. Переход от одного качества систем синхронных и асинхронных связей головного мозга к другому возможен не только через структурное количество, но и через вес, переменность и другие свойства, которые составляют интегральную цельность множества систем и подсистем связей головного мозга в их дифференцируемо-единичном разнообразии.

Множества систем синхронных и асинхронных связей головного мозга меняют свои качества в следующих основных случаях:

- 1) при простом прибавлении, свидетельствующем о стремлении системы связей от локальности к диффузности, или вычете структуры компонент, утверждающем обратный процесс — пе-

переход от диффузности к локальности, аналогично тому, как меняется гомологический ряд соединений углерода:

$$F_s \rightleftharpoons F_s F_d \rightleftharpoons F_s F_d O_d \rightleftharpoons F_s F_d O_d O_s \rightleftharpoons \dots$$

(это характерно для признаков вариационных рядов различных иерархических рангов);

2) вследствие вариабельности при сохранении в системах синхронных и асинхронных связей головного мозга:

а) равного количества структурных компонент и разного веса:

$$v_{F_s O_s} \neq v_{F_d O_s} \neq v_{T_d T_s} \neq \dots$$

(например, $v_{F_s O_s} = 10$ бит, $v_{F_d O_s} = 20$ бит);

б) равного количества структурных компонент и равного веса:

$$v_{F_s O_s} = v_{F_d O_s} = v_{T_d T_s} = \dots$$

(например, $v_{F_s O_s} = 10$ бит; $v_{F_d O_s} = 10$ бит),

что характерно для признаков однородных вариационных рядов;

3) если системы при различных функциональных состояниях имеют одну и ту же структуру и вариабельность, но различный вес v :

$$v'_{F_s O_s} = v''_{F_s O_s} = v'''_{F_s O_s} = \dots, v'_{F_s O_s} = 10 \text{ бит}, v''_{F_s O_s} = 20 \text{ бит}.$$

Существенна также вариабельность прямых и обратных, отрицательных и положительных, заключенных в формах генерации и регенерации систем синхронных и асинхронных связей головного мозга. Все эти свойства систем условно синтезированы и разделены при нейрокибернетическом анализе ЭЭГ. Единство противоречий структурного и весового схождения и расхождения пространственно-временных организаций потенциалов головного мозга, вариабельности, разная скорость движения и самодвижения позволяют вскрыть относительный механизм перехода от одного качества систем и подсистем к другому. В связи с этим можно оживить формулы Лоренца о сокращении длины при повышении скорости. Если повышение скорости связать с ростом веса систем синхронных и асинхронных связей, то для ЭЭГ-нормы с увеличением частоты повторения, веса, свидетельствующем об ЭЭГ-активации, возрастает степень проявления локальных систем синхронных и асинхронных связей головного мозга. Коммутационные системы синхронных и локально-синхронных связей головного мозга в таком случае более быстродействующие, чем диффузные.

Устойчивое неравновесие систем синхронных и асинхронных связей головного мозга стремится к их относительному равновесию, движение и самодвижение этих систем нарушает относительное равновесие потенциально, как только появляется тен-

денция к равновесию систем связей мозга, поскольку отрицание отрицания создает относительно устойчивое неравновесие. В результате системы синхронных и асинхронных связей в естественно-необходимом развитии стремятся к завершенности форм, никогда их не достигая, так как всегда стремятся к достоверности, оставаясь вероятными, случайными. Устойчивая неустойчивость систем синхронных и асинхронных связей головного мозга — мир, далекий от евклидова мироздания, мир удивительный по оригинальности, восхитительный по своеобразие. Образно говоря, это «антимир» миропредставления, для которого характерно устойчивое равновесие.

Множества систем синхронных и асинхронных связей головного мозга не только прямонаправлены, но направлены под разными углами друг к другу и противоположены. Системы синхронных и асинхронных связей головного мозга множественно соподчиненные, когда общая направленность ЭЭГ во времени и пространстве оказывается не криволинейной или синусоподобной, как на энцефалографической диаграмме, а спиралеобразной. На протяжении жизни человека развитие ЭЭГ в целом можно представить в виде расходящейся спирали. Если нуль и бесконечность также разделимы, как и слиты, представляют единство противоречий систем синхронных и асинхронных связей головного мозга, то устранение одного из утверждающих противоречий (нуля или бесконечности) приводит к существенному моменту обоюдопротивоположных и вместе с тем единых концов и начал. Следовательно, спираль пространственно-временного развития ЭЭГ на протяжении жизни человека можно представить вначале замкнутой расходящейся, затем сходящейся спиралью, а также замкнутой расходящейся спиралью, у которой начало теряется в одной из точек расхождения сходящегося с началом конца.

Пространство и время — формы существования движущихся систем синхронных и асинхронных связей головного мозга. «Пространство» — система синхронных и асинхронных связей в аналоговости и дискретности их протяжения, расположении друг в друге и относительно друг друга в объеме и окрестностях головного мозга. «Время» — система синхронных и асинхронных связей головного мозга в последовательной определенности и длительности множества систем синхронных и асинхронных связей. Системы связей движутся только во времени и пространстве и не могут двигаться только во времени или только в пространстве. Это значит, что время и пространство для прямых и обратных, положительных и отрицательных связей головного мозга не разделимы. Количество зон регистрации конечно в пространстве, но сами системы связей головного мозга количественно и качественно бесконечны. Для ЭЭГ выборки они конечны во времени, хотя для генерализованных ЭЭГ волн они безграничны.

Пространство и время систем синхронных и асинхронных связей головного мозга ограничиваются условиями нейрокибернетического анализа. При моделировании, когда в полную силу вступают законы эквивалентных преобразований, системы синхронных и асинхронных связей можно представить и в пространстве, и во времени, или независимо друг от друга, или совмещенно. В простейшем случае моделируются системы синхронных связей головного мозга, полученные на одном уровне анализа. Если же кодировать системы синхронных и асинхронных связей головного мозга на разных уровнях, то границы возможностей моделирования значительно расширяются и заменить его кросскорреляционный анализ ЭЭГ не в состоянии.

Пространственно-временные организации биопотенциалов головного мозга, двигаясь по сложной замкнуто-расходящейся спирали, имеют поступательную и вращательную составляющие. Спираль является суммарной равнодействующей. Системы синхронных и асинхронных связей, находясь в самообновляющемся самодвижении, накапливают и одновременно утрачивают связи; развиваясь в бесконечности разнообразия движения, системы синхронных и асинхронных связей мозга остаются тем, чем были раньше. При приближении к существенному моменту витки спиралеобразного движения систем синхронных и асинхронных связей мозга увеличиваются по радиусу. Пытаясь сойтись в нуле, спираль расходится, расширяется, рассеивается по составляющим, в действительности вероятно сходясь бесконечностью в нуль. Относительного начала и конца существования систем синхронных и асинхронных связей головного мозга, в силу многообразия и однообразия, не может быть и в то же время оно есть.

Система синхронных и асинхронных связей включает множество подсистем синхронных и асинхронных связей головного мозга. Если подсистемы не зависят от системы синхронных и асинхронных связей мозга, то они существуют в форме последовательности. Но если одна или несколько подсистем синхронных и асинхронных связей одномоментны с системой связей головного мозга, то форма последовательности осуществляется относительно не включенных в эту систему подсистем связей. Здесь относительность не только временная, но и структурная. Структура систем синхронных и асинхронных связей головного мозга — дифференцируемая целостность отношений единого множества систем головного мозга.

Структуры систем синхронных и асинхронных связей мозга, перемещаясь в пространстве и времени, находятся в самодвижении и движении. Существует иерархия движения множества систем связей головного мозга. Если бы они были все однонаправленными, то имела бы однородность движения систем синхронных и асинхронных связей головного мозга.

Движение систем связей головного мозга относительно и разнообразно. Одновременность множества систем и подсистем синхронных и асинхронных связей головного мозга также относительна. Координация сменяющих друг друга множества систем и подсистем синхронных и асинхронных связей головного мозга в целом различна и не повторима для каждого свойства в пространстве и во времени. Она может быть аналогичной, но не тождественной. В одних условиях множества систем и подсистем синхронных и асинхронных связей головного мозга относительно одновременны по отношению ко множеству окружающих и не входящих в них систем и подсистем связей мозга и не являются одномоментными как в пространстве, так и во времени по отношению к этим множествам в других условиях.

Таким образом, гомоморфные модели систем синхронных и асинхронных связей головного мозга, имитируя определенные биоэлектрические свойства, информативны, так как дают образные сведения об оригинале.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Измерение и анализ синхронных потенциалов головного мозга методами теории обнаружения и алгебры Буля. — В кн.: Физические методы и вопросы метрологии биомедицинских измерений. Тезисы докладов III Всесоюзного семинара-совещания 23—26 апреля 1974 г. ВНИИФТРИ, с. 54—56. Авт.: Г. А. Колотенко, В. А. Аркатов, М. М. Ляшенко и др.
2. Гомоморфное моделирование синхронных потенциалов головного мозга. — В кн.: Физические методы и вопросы метрологии биомедицинских измерений. Тезисы докладов III Всесоюзного семинара совещания 23—26 апреля 1974 г. ВНИИФТРИ, с. 56—58. Авт.: А. Т. Филатов, Г. А. Колотенко, М. М. Ляшенко и др.

Поступила 20 сентября 1975 г.