

МАГНИТНЫЙ ВЕКТОРНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КАК МОДУЛЯТОР ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.

Апельцин В.Ф.¹, Полетаев А.И.^{2,3}, Трухан Э.М.²

¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана

Москва, 105005, РФ

² Московский физико-технический институт (университет)

Институтский пер., 9, г. Долгопрудный, 141700, РФ

³ Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН

ул. Косыгина, 4, г. Москва, 119991, РФ; e-mail: ap0068@mail.ru

Поступила в редакцию: 10.10.2019

Аннотация. Приведен обзор исследований по влиянию векторного потенциала (ВП) на ряд биологических и физиологических процессов. Показано, что дополнительный стационарный векторный потенциал, создаваемый специальным сконструированным устройством, вызывает изменение свойств очищенной воды и вызывает ряд биологических эффектов у разных объектов разных групп. Приведены примеры влияния модулированного ВП (векторного потенциала) на ряд физиологических показателей организма человека. Приведенные примеры свидетельствуют о том, что действие ВП – это важный фактор, модулирующий множество химических и биологических процессов.

Ключевые слова: векторный потенциал, биологическая активность слабых полей, структура воды, электрофизиологическая стимуляция.

Влияние электромагнитных факторов на биологические системы и, в частности, на организм человека представляет собой классический предмет таких дисциплин, как биофизика, физиология и других направлений теоретических и прикладных медико-биологических исследований. Количество отечественных и зарубежных научных публикаций на эту тему исчисляется многими тысячами.

Многие годы ведутся исследования влияния на биологические объекты электромагнитных факторов в различных частотных диапазонах – от постоянных полей до гамма-излучения. Отдельное направление исследований – воздействия маломощного излучения лазеров видимого и ближнего ИК-диапазонов, слабых СВЧ- и КВЧ-излучений, малых и сверхмалых магнитных полей. К этому перечню полевых воздействий относится также безроторный (т.е. лишенный магнитного поля) статический векторный потенциал [1].

Векторный потенциал, A , впервые появился в физике в середине 19 века усилиями ряда учёных: В. Вебера, Ф. Неймана, У. Томсона, Г. Кантора, Д. Максвелла, как качественная, а затем и количественная характеристика деформационного «электротонического напряжения эфира», ответственного за взаимодействие токов [1]. В современной электродинамике за векторным потенциалом A укрепилось представление как о вспомогательной математической величине, облегчающей вычисление параметров магнитного и электрического полей (а именно, индукции магнитного поля: $B = \text{rot}A$, и напряжённости электрического поля: $E = \text{grad}\phi - \partial A/\partial t$, не претендующей на самостоятельный физический смысл. Однако, после идеи, высказанной и опубликованной в 1959 г. Аароновым и Бомом [2], стало возможным рассматривать векторный потенциал как поле, имеющее самостоятельное физическое значение. Векторный потенциал способен оказывать непосредственное воздействие на волновые функции электронов. в том числе и тогда, когда в месте расположения объекта воздействия $\text{rot}A = 0$, т.е. магнитного поля нет. Эти соображения были встречены с определенным недоверием, но с годами (то есть примерно за 25 лет) реальность эффекта была перепроверена в лабораториях разных стран и получила экспериментальное подтверждение («эффект Ааронова-Бома»). Представление о прямом действии векторного потенциала на волновые функции частиц получило развитие в ряде работ других авторов. В 1989 году была опубликована популярная статья [3], в которой указывалось на потенциальную значимость векторного потенциала в физике вообще и для развития микроэлектроники, в частности.

Далее мы хотим обратить внимание на ряд биологических и химических проявлений как постоянного *дополнительного* векторного потенциала (ВП) – дополнительного к естественному, - создаваемого специальным устройством, а также на ряд физиологических эффектов, которые вызываются *модулированным* векторным потенциалом (МВП).

Стационарный векторный потенциал и его проявления в биологических объектах.

В контексте рассматриваемой проблемы нас интересует в первую очередь случай создания безроторного векторного потенциала, т.е. потенциала, свободного от магнитного поля в области расположения объекта воздействия. Геометрия устройства, создающего локализованное магнитное поле, хорошо известна, это соленоид, свернутый в тор, или намагниченный стержень, замкнутый в «бублик» (рис. 1). Магнитное поле сосредоточено внутри тела «бублика», снаружи же от него лишь *безроторный* векторный потенциал. Линии векторного потенциала охватывают соленоид или магнитный стержень, создавая в центре кольца и вблизи от него область относительно однородного поля. Величину потенциала в функции координат можно найти, если воспользоваться подобием выражения A через B и выражения B через j (j – ток в объекте) [4].

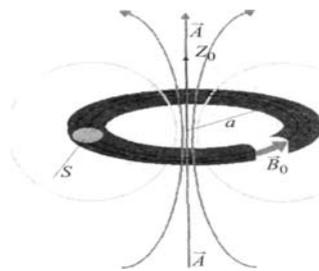


Рисунок 1. Схема создания безроторного векторного потенциала. Линии вокруг тора – направление векторного потенциала.

Так, на оси тонкого кольца с магнитной индукцией B для векторного потенциала получим [4]:

$$A = \Phi r^2 [2(r^2 + z^2)]^{-3/2}, \quad \Phi = BS.$$

Здесь r – радиус тора; z – расстояние от плоскости кольца; S – площадь поперечного сечения тела тора. При $r = 3$ см, $S = 2$ см², $B = 150$ мТл, $z = 0$ (в центре плоскости кольца) $A = 3,56 \cdot 10^{-4}$ Тл·м. При удалении от центра по оси на расстояние $z = 5$ см $A = 4,9 \cdot 10^{-5}$ Тл·м, т.е. такое устройство обеспечивает необходимую величину векторного потенциала. При этом во всем пространстве, окружающем тор, магнитное поле, создаваемое устройством, *отсутствует* [4]. Для того, чтобы гарантировать чистоту условий эксперимента в экспериментальной работе [3] «бублик», создающий векторный потенциал A , дополнительно помещали в магнитный экран, который блокировал рассеянное магнитное поле в окружающем пространстве. Напряженность рассеянного поля не превышала величины магнитного поля Земли ~ 50 мкТл. В нашей отдельной работе было показано, что для векторного потенциала A проводящий экран не является препятствием [5].

В качестве лабораторного источника векторного потенциала (ВП) использовали специальное устройство, описанное ранее в работах [1, 6, 7]. Устройство состоит из особым образом расположенных в замкнутом магнитопроводе вставками самарий-кобальтовых магнитов. Устройство создает замкнутый локализованный поток магнитной индукции, вне которого имеется область «безроторного» векторного потенциала. Теоретически и практически эта область не создает дополнительного магнитного поля. Расчетная максимальная величина векторного потенциала, создаваемого в этой области, отлична от нуля и составляет $3,5 \cdot 10^{-4}$ Тл·м.

При обработке воды дополнительным статическим векторным потенциалом (дополнительным к ВП, связанному с различными факторами окружающей среды) были получены следующие результаты.

1. Показано увеличение подвижности одноклеточного гидробионта, простейших (одноклеточных спироостом) *Spirostomum ambiguum*, культивируемых в лабораторных условиях [1].
2. Показано достоверное предпочтение мышей к употреблению обработанной ВП воды [1].
3. Отмечено увеличение интенсивности выделения газа при сбраживании сахарозы в суспензии дрожжей [1].
4. Отмечено изменение спектров поглощения обработанной ВП высокочистой воды – в дальней УФ-области (200-230 нм) [8].
5. Регистрировалось изменение скорости окисления гидрохинона в водном растворе.
6. Дополнительный ВП влиял также на процесс олигомеризации кремнезема [9].
7. При исследовании (моноцитарно-макрофагальной) активности МОНОЦИТОВ И МАКРОФАГОВ (клеток) мышей было показано [7], что воздействие ВП на них в течение 30 мин вызывает ряд изменений, регистрируемых в периферической крови мышей. Эти изменения касаются роста числа лейкоцитов (в 1,2-1,4 раза), изменения соотношения лимфоцитов и нейтрофилов, увеличения (в полтора раза) адгезии макрофагов, увеличения продукции активных форм кислорода макрофагами (до трех-четырёх раз). Изменялись и другие параметры крови. Изменения носили длительный характер, в некоторых случаях максимумы наблюдались на 3-и сутки после воздействия ВП.

Эти результаты свидетельствуют о существенном и длительном влиянии дополнительного ВП на активность некоторых клеточных компонент крови. Эти данные согласуются также с предположением о возможной роли вариаций векторного потенциала в физиологическом действии возмущений магнитосферы Земли на биоту и, в частности, на состоянии физиологических систем человека.

Влияние переменного векторного потенциала на некоторые физиологические процессы.

Для проверки эффективности влияния векторного потенциала на физиологический статус организма человека были проведены несколько групп экспериментов на добровольцах с использованием специально разработанного устройства – индуктора *модулированного* векторного потенциала (МВП). Индуктор представлял собой тороидальный магнитопровод с тороидальной катушкой проводом ПЭЛ. Модуляция векторного потенциала осуществлялась за счет пропуска переменного тока от генераторов через обмотку магнитопровода.

Как указывалось выше геометрия устройства, создающего локализованное магнитное поле, хорошо известна, это – соленоид, свёрнутый в тор (рис.1). Устройства для создания МВП создавались с использованием тороидальных ферритовых магнитопроводов.

На ферритовый сердечник ($\mu = 2000$) вручную наматывали 600-650 витков медного провода ПЭЛ 0,12 и заключали устройство в пластиковый или в деревянный футляр. Можно оценить, что для эффекта, сравнимого с влиянием постоянного $|A| \sim 3 \cdot 10^{-5}$ Тл·м необходим ток в обмотке равный $I = 50 \cdot A_{\text{мин}}$, что составляет $I \sim 1,5$ мА. Последующие эксперименты показали, что значимые физиологические эффекты появляются при величинах тока I в обмотке устройства - индуктора МВП, - от 0,5 до 3 мА.

Эксперименты проводили на добровольцах. В качестве задающего генератора использовали либо генераторы стандартных сигналов, либо специализированные генераторы частотных пакетов от приборов биорезонансной терапии («Лидомед»). Для воздействия МВП были исследованы различные участки тела: солнечное сплетение, крестцовый отдел (основание) или поясничный отдел (средний участок) позвоночника, верхняя часть шейного отдела и др.

Для воздействия МВП была выбрана зона верхняя часть шейного отдела у основания черепа. Выбор определялся двумя причинами: во-первых, в этой области расположены важные в функциональном отношении ганглии вегетативной нервной системы, а также проводящие пути нервов, связывающих головной мозг с периферическими отделами вегетативной нервной системой; во-вторых, опытным путем было установлено, что воздействие именно в этом районе тела позволяет достичь воспроизводимых и сильно выраженных эффектов.

Исследования методически одного типа проводились с целью определения действия МВП на относительную активность симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы. Такая оценка в настоящее время легко осуществляется с помощью кардиометрии [10]. Статистический анализ R-R интервалов кардиограммы позволяет определить относительные уровни активности симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы.

Оценка относительной активности симпатической и парасимпатической систем проводили с помощью кардиомонитора «Биоквант» (г. Новосибирск) и соответствующей программы обработки получаемых данных. Ниже представлены экспериментальные данные кардиометрии. Частотная зона LF (low frequency) и её спектральная мощность соответствует активности симпатической нервной системы. Зона 0,15-0,4 Гц – HF (high frequency) – соответствует активности парасимпатической системы. На рисунке 2 приведен статистический спектр частот R-R интервалов (300 кардиоциклам) исходного состояния активности испытуемого.

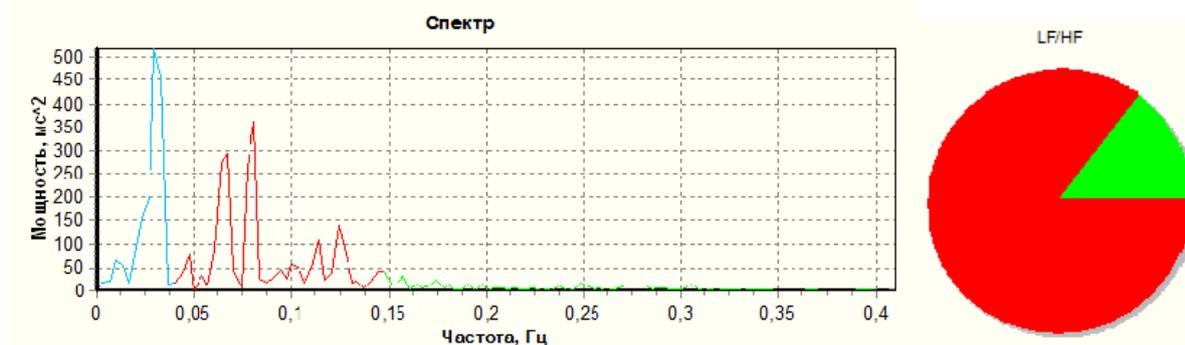


Рисунок 2. Исходное состояние испытуемого, в спектре R-R интервалов доминируют частоты LF (0,4-1,5 Гц > 80%), то есть, преобладает активность *симпатической* нервной системы, что хорошо видно на круговой диаграмме (сектор LF составляет более 80%)

Воздействие на организм ПВП в области основания черепа длительностью 5 мин (частотами 50-70 кГц) вызвало реакцию переключения активности вегетативной нервной системы (из зоны LF в зону HF) от доминирующей активности симпатической системы к преобладанию активности парасимпатической системы. Это переключение регуляции сердечного ритма произошло и всегда происходило с задержкой по времени 12-15 мин (рис. 3).

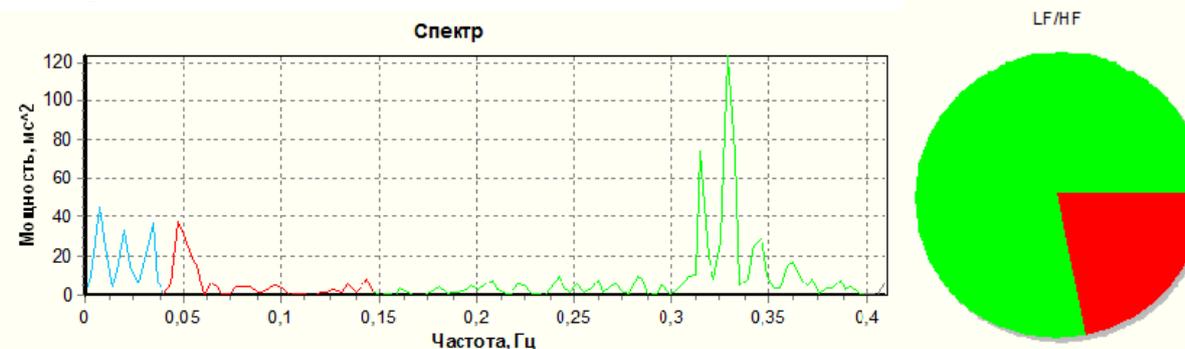


Рисунок 3. Измерения спектра R-R интервалов через 18 минут после 5 мин действия кольцевого индуктора МВП в области основания черепа свидетельствуют о доминирующей активности *парасимпатической* нервной системы (сектор HF более 75%)

Удельная активность парасимпатической системы после использованного воздействия (сектор – HF) составляет более 75% по спектральной мощности. Воздействие МВП данного частотного диапазона вызывает всегда яркую активацию парасимпатической части вегетативной системы.

Низкочастотное воздействие МВП (5 мин) в той же зоне организма (верхняя часть шеи) через 15 минут после предыдущего измерения вызывает обратное повышение активности *симпатической* нервной системы (рис. 4).

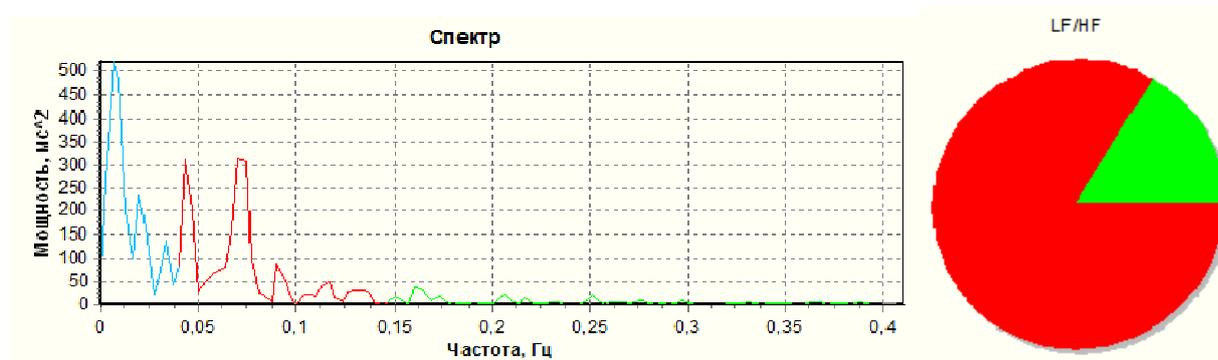


Рисунок 4. Воздействие после предыдущего измерения. Измерения спектра R-R интервалов через 15 минут после 5 мин воздействия низкочастотного МВП в области основания черепа свидетельствуют о переключении доминирующей активности обратно на *симпатический* отдел нервной системы.

Приведенные результаты позволяют заключить, что электрически неконтактное воздействие МВП в области верхней части шеи вызывает специфическую активацию либо симпатического отдела ВНС (рис. 4), либо парасимпатического отдела (Рис.3) в зависимости от использованных частот модуляции ВП. Проявление действия ВП на отделы ВНС имеет отсроченный характер с латентным периодом 15-20 мин.

Изменения адаптационной активности организма под действием МВП.

Также проводилась оценка изменений *адаптационных возможностей* организма путем регистрации спектра низкочастотных сигналов (0,5 - 25Гц) с использованием аппарата «Омега-М» («Динамика», С-Петербург: «Dinamika Technologies», www.dyn.ru) и соответствующей программы обработки получаемых данных. Использованная методика была специально разработана в 90-е годы для экспресс оценки работоспособности и адаптационных ресурсов людей, работающих в экстремальных условиях.

В целях нашего исследования использовали главным образом только два из информативных параметров анализатора – спектры сигналов, сопровождающих кардиосигналы и параметр гармонизации сигналов, получаемый через *фрактальный анализ* по специальным математическим алгоритмам.

Спектры сопутствующих сигналов регистрируются прибором в диапазоне частот от 0,5 до 25 Гц, что условно соответствует нескольким диапазонам частот ЭЭГ: дельта (0,5-4 Гц), тета (4-8 Гц), альфа (8-13 Гц), бета (13-19 Гц) и гамма (19-25 Гц).

Сравнение двух спектрограмм на рисунке 5 показывает, что примененное воздействие ПВП в области верхней части шеи резко изменило спектральное распределение сигналов. Воздействие привело к сильной активации α -, β - и γ -частот. Такая динамика свидетельствует о стимулирующем эффекте и активации работоспособности.

На рисунке 6 приведены «фрактальные портреты» биоритмов в этих двух состояниях: исходном и после стимуляции МВП. Наблюдается сильный «эффект гармонизации» биоритмов (ГБ), вызванных стимуляцией через действие МВП – от 29% до 60%, что соответствует росту адаптационных ресурсов организма.



Рисунок 5. Пример спектрограммы, полученной у испытуемого в исходном спокойном состоянии (утром в 10:20 мин). Видно, что основная мощность сигналов сосредоточена в области самых низких частот (область 0 - 4 гц – «дельта» - 64%). Справа аналогичная спектрограмма, полученная после низкочастотного воздействия ПВП в области шеи (регистрация через 15 мин после воздействия)

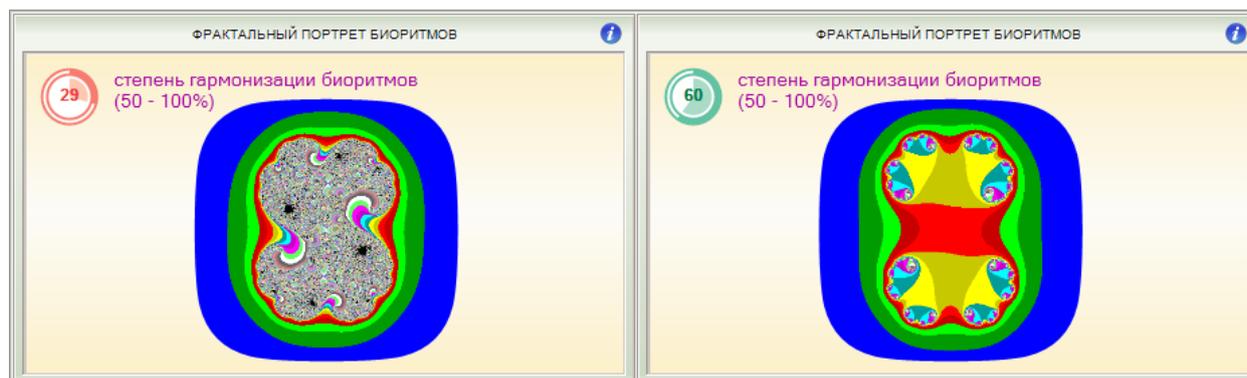


Рисунок 6. Фрактальные портреты биоритмов в исходном состоянии (слева) и после 5 мин низкочастотного воздействия МВП в области шеи

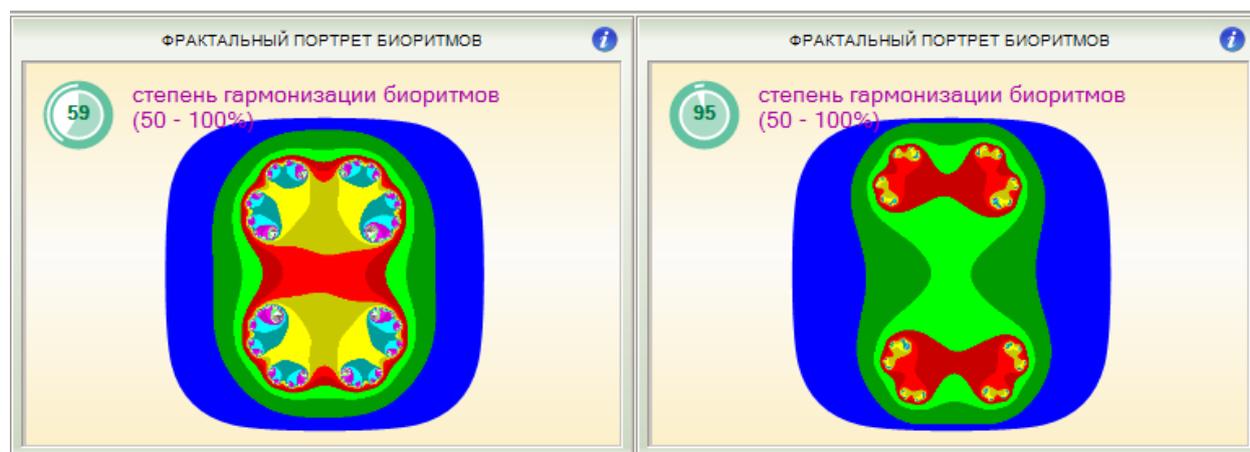


Рисунок 7. Фрактальные портреты биоритмов после 5 мин низкочастотного воздействия МВП в области шеи (слева) и после дополнительных 10 мин воздействия МВП с амплитудой сигнала увеличенной в три раза (справа)

На рисунке 7 показаны «фрактальные портреты» биоритмов до и после дополнительных 10 мин воздействия МВП с амплитудой сигнала увеличенной в три раза. Наблюдается рост параметра ГБ (гармонизации биоритмов) от 59% до 95%. Очевидно, что более длительная стимуляция с большей интенсивностью МВП приводит к более выраженным эффектам.

В соответствии с критериями авторов данной технологии эти результаты свидетельствуют о сильном и выраженном влиянии МВП в выбранных частотных диапазонах как на активность отдельных частей вегетативной нервной системы, так и на повышение адаптационных ресурсов испытуемых. Повышение физиологической работоспособности наступает достаточно быстро и не требует дополнительного воздействия ни фармакологического характера, ни тренинга дыхательно-физкультурного характера.

Оценка влияния МВП на организм человека с помощью сегментарной диагностики.

Ещё одним интегральным приборным методом оценки влияния МВП на физиологические процессы является сегментарная диагностика [11]. Метод предназначен для клинко-физиологической диагностики функционального состояния организма человека на основе измерения переходных электрических характеристик комплексной электропроводности организма человека по рефлексогенным биологическим активным зонам кожи с последующей топической экспресс-оценкой по специальным алгоритмам. Этот метод после нескольких десятилетий развития с 2012 года входит в перечень диагностических методов, утвержденных МЗ РФ.

Приборы сегментарного тестирования автоматически проводят последовательное сканирование соответствующих участков головы и конечностей импульсами отрицательной и положительной полярности, с частотой следования 10 Гц. Воздействующий в процессе диагностики пациента электрический тест-сигнал по амплитуде и частоте является физиологическим для организма и не вызывает у пациента дискомфортных ощущений. Технически сканирование осуществляется путем регистрации токовых сигналов через шесть электродов, расположенных симметрично на теле: два в лобной зоне, два на запястьях рук и два на обнаженных ступнях ног.

Регистрация электрических сигналов в разных частотных диапазонах от различных комбинаций (22 варианта отведения) этих шести электродов позволяет решить обратную задачу - оценку активности отдельных сегментов спинного мозга. Поскольку активность каждого сегмента соответствует функциональному состоянию

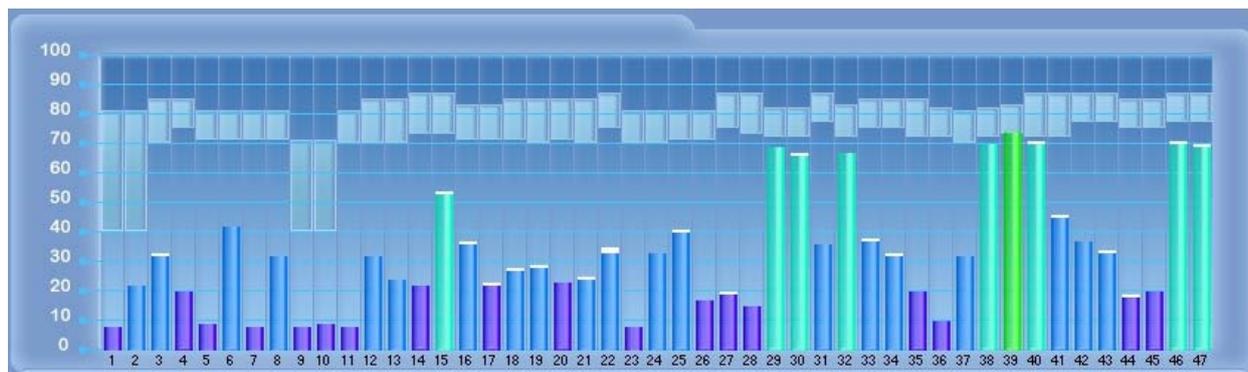


Рисунок 8. Диаграмма состояние пациента (мужчина 75 лет) в исходном состоянии: 1 – мозговое кровообращение П; 2 – мозговое кровообращение Л; 3 – венозная система, правое сердце; 4 – артериальная система, левое сердце; 5 – органы зрения, слуха П; 6 – органы зрения, слуха Л; 7 – гаймориты, фронтальные полости П; 8 – гаймориты, фронтальные полости Л; 9 – гипоталамус, 10 – гипофиз, 11 – тимус, 12 – щитовидная железа П; 13 – щитовидная железа Л; 14 – надпочечники П, 15 – надпочечники Л, 16 – грудная железа П, 17 – грудная железа Л, 18 – бронхи П, 19 – бронхи Л, 20 – легкие П, 21 – легкие Л, 22 – гортань, трахея, 23 – лимфоузлы средостения, 24 – лимфоузлы шеи, 25 – миндалины глоточного кольца П; 26 – миндалины глоточного кольца Л; 27 – селезенка, 28 – печень, 29 – желчный пузырь, 30 – желудок, 31 – 12-перстная кишка, 32 – горизонтальный отдел толстого кишечника; 33 – тонкий кишечник; 34 – восходящий отдел толстого кишечника, аппендикс; 35 – нисходящий отдел толстого кишечника, прямая кишка; 36 – поджелудочная железа; 37 – глотка, пищевод; 38 – простата (матка); 39 – мочевой пузырь; 40 – яички (яичник) П; 41 – яички (яичник) Л; 42 – почка, мочеточник П; 43 – почка, мочеточник Л; 44 – суставы рук П; 45 – суставы рук Л; 46 – суставы ног П; 47 – суставы ног Л, Высота столбиков на гистограмме и цвет соответствует рангу активности: зелёный цвет – норма, салатный лёгкая гипофункция, синий – гипофункция, фиолетовый выраженная гипофункция

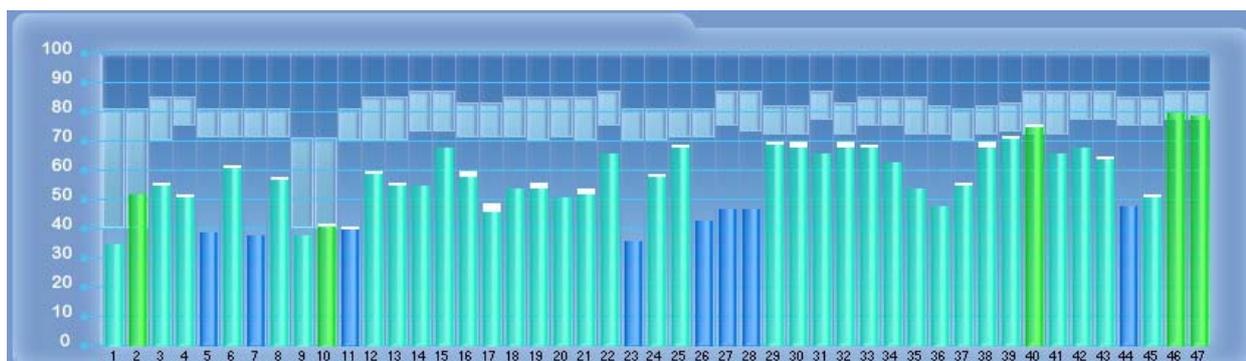


Рисунок 9. Диаграмма состояние пациента (мужчина 75 лет) после 10 мин воздействия МВП в области верхней части шеи частотами, стимулирующими микроциркуляцию - в первую очередь, капиллярное кровообращение

определенного органа, который иннервируется через данный сегмент, решение обратной задачи с помощью специального алгоритма позволяет оценить уровень *гипофункции*, *нормы* или же *гиперфункции* конкретных органов. Эти результаты представляются либо в виде линейной гистограммы, либо в табличной форме.

Метод сегментарной диагностики развивается уже несколько десятков лет, а соответствующие приборы производятся различными организациями как в России, так и за рубежом.

Было естественно использовать метод сегментарной диагностики для оценки влияния МПВ на физиологические показатели организма человека. Ниже приведены результаты одного из множества экспериментов, полученные на взрослом (75 лет) добровольце. В исходном состоянии пациент испытывал чувство выраженного утомления, его тянуло ко сну (рис. 8). Это состояние физиологической гипофункции по большинству органов и систем отражается на гистограмме в виде гипофункции разных органов и систем.

После воздействия МВП в области основания черепа был зарегистрирован подъем активности большинства регистрируемых параметров (рис. 9). Эти позитивные изменения имели длительный характер и через час были выражены ещё сильнее. Испытуемый почувствовал прилив сил и готовность к активной деятельности.

Приведенный в качестве иллюстрации пример - лишь один из многих десятков примеров действия МПВ на физиологический статус испытуемых.

Обсуждение представленных результатов.

Естественно, возникает вопрос о механизме влияния векторного потенциала и модулированного векторного потенциала на химические и биологические процессы. Были проанализированы возможные первичные механизмы действия векторного потенциала на элементарные процессы переноса зарядов, аналогичные

известным эффектам Ааронова-Бома и Джозефсона [6]. В той же работе обоснована возможность использования безроторного векторного потенциала для «безсилового» информационного воздействия на биохимические процессы в живой клетке.

Физический механизм воздействия векторного потенциала основан на том, что он изменяет фазу волновой функции (ψ -функции) частицы. Действительно, волновое уравнение Шредингера для стационарного состояния заряженной частицы в поле векторного потенциала A имеет вид [11]:

$$(m/2)(-i\hbar \nabla - eA)^2\psi + [E - U(x, y, z)]\psi = 0,$$

где \hbar – постоянная Планка; e и m – заряд и масса частицы; E и $U(x, y, z)$ – её полная и потенциальная энергии; ∇ – дифференциальный оператор Набла. Его решение: $\psi = \psi_0(x, y, z) e^{i\phi}$, где $\psi_0(x, y, z)$ – решение уравнения (1) при $A=0$, в чём легко убедиться непосредственной подстановкой этого выражения в уравнение (3). Эти решения отличаются от невозмущенных (с $A=0$) лишь сдвигом фазы волновой функции на величину: $\phi = (e/\hbar) \int A dr$. Здесь интегрирование проводится вдоль «траектории» частицы. Важно отметить, что изменение фазы ψ – функции зависит не от $rotA$, а непосредственно от величины A [12]. Правда, фаза волновой функции не влияет на распределение плотности вероятности обнаружения *уединённой* частицы – ρ ($\rho = |\psi|^2$). Поэтому часто ошибочно полагают, что векторный потенциал вообще не способен оказать физически измеримое воздействие на заряженную частицу и в связи с этим считают уравнение Шредингера инвариантным относительно подстановки A . Однако при суперпозиции *нескольких* ψ – функций результирующая электронная плотность *зависит* от фаз слагаемых функций. Это важное обстоятельство подробно обсуждается Р. Фейнманом в его знаменитых лекциях [13], но почти полностью игнорируется в нашей отечественной литературе.

Также требует объяснения и эффект независимости влияния векторного потенциала от наличия проводящего и магнитного экрана. Этот вопрос был рассмотрен в нашей работе [5]. Кроме того, было показано, что экранирование не влияет на эффект МВП при его действии на «шумящий» полупроводниковые элементы. В спектре шума достоверно и ярко присутствуют частоты, использованные для модуляции векторного потенциала. Этот эффект отличается высокой статистической достоверностью. Наличие этого эффекта не вызывает удивления, поскольку дополнительный векторный потенциал должен влиять на процессы тунелирования, происходящие в полупроводнике [1, 5, 7], а использованная модуляция – лишь способ детекции этих эффектов.

Считаем необходимым также отметить, что многие широко распространенные токовые устройства являются излучателями поля векторного потенциала. На рисунке 10 для примера приведены схемы полей линейного тока и соленоида. Биологические эффекты, вызываемые токовыми устройствами могут быть гораздо более значимыми, чем действие их электрических и магнитных составляющих. Причина заключается в том, векторный потенциал всегда сопровождает электрические токи и простирается на значительные расстояния от области их локализации, убывая с расстоянием r как r^{-1} , в отличие от магнитной индукции, убывающей как r^{-2} . Поэтому биосфера нашей планеты всегда подвержена воздействию медленно спадающего с расстоянием векторного потенциала космического происхождения. «Роторная» (вихревая) часть его мала и наблюдается в виде относительно постоянного магнитного поля и его пульсаций в виде «магнитных бурь». Основная же «безроторная» часть векторного потенциала остается нерегистрируемой, биологически более активной.

Приведенный обзор некоторых эффектов, наблюдаемых при действии дополнительного векторного потенциала в стационарной и модулированной форме, направлен на привлечение внимания к этой области физики и биофизики. Будущие исследования могут развиваться по нескольким направлениям: исследование

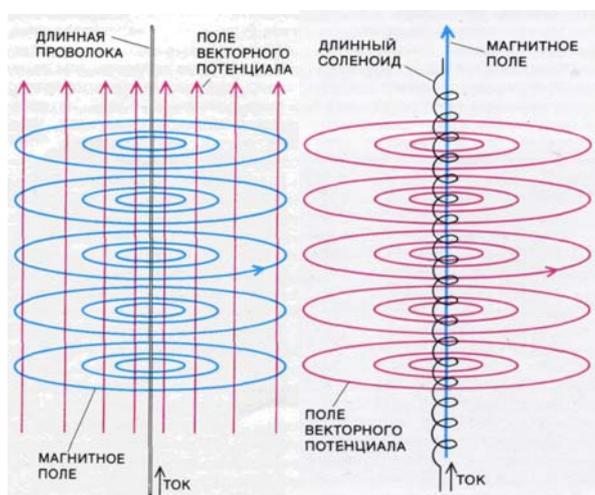


Рисунок.10. Схема полей векторного потенциала, создаваемых простейшими элементами электрических приборов

влияния ВП на структурную организацию воды и других объектов, изучение кинетики химических реакций в поле дополнительного ВП (электродинамический катализ), установление эффектов прямого влияния ВП на процессы нервной проводимости, изучение влияния ВП на внутриклеточные процессы, включая модуляцию экспрессии генов, а также и другие явления и процессы.

Список литературы /References:

1. Аносов В.Н., Трухан Э.М. Новый подход к проблеме воздействия слабых магнитных полей на живые объекты. *Докл. РАН*, 2003, т. 392, вып. 5, с. 1-5. [Anosov V. N., Trukhan E. M. a New approach to the problem of influence of weak magnetic fields on living objects. *Rep. Russian Academy of Sciences*, 2003, vol. 392, iss. 5, pp. 1-5. (In Russ.)]
2. Aharonov Y., Bohm D. Significance of electromagnetic potentials in quantum theory. *Phys. Rev.*, 1959, vol. 115, pp. 485-491.
3. Imry Y., Webb R.A. Quantum Interference and the Aharonov-Bohm Effect *Scientific American*, 1989, vol. 260.
4. Никольский В.В. *Теория электромагнитного поля*. М.: Высш. шк., 1964, 384 с. [Nicol'skiy V.V. *The theory of the electromagnetic field*. М.: Vish. Shk, 1964, 384 p. (In Russ.)]
5. Апельцин В.Ф., Поletaев А.И. О влиянии металлических экранов на поле векторного потенциала. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2013, вып. 9, URL: <http://engjournal.ru/catalog/mathmodel/technic/955.html>. [Apelcin V.F., Poletaev A.I. Influence of metal screens on the field of the vector potential. *Engineering journal: science and innovation*, 2013, vol. 9, URL: <http://engjournal.ru/catalog/mathmodel/technic/955.html>. (In Russ.)]
6. Трухан Э.М., Аносов В.Н. Векторный потенциал как канал информационного воздействия на живые объекты. *Биофизика*, 2007, т. 52, № 2, с. 376-381. [Trukhan E.M., Anosov V.N. Vector potential as a channel of information influence on living objects. *Biophysics*, 2007, vol. 52, no. 2, pp. 376-381. (In Russ.)]
7. Аносов В.Н., Трухан Э.М. и др. Воздействие вариации векторного потенциала на параметры моноцитарно-макрофагальной системы мышей в лабораторных условиях. *Биофизика*, 2008, т. 53, № 2, с. 378. [Anosov V.N., Trukhan E.M. et al. Effect of variation of the vector potential on the parameters of the monocyte-macrophage system of the mice in the laboratory. *Biophysics*, 2008, vol. 53, no. 2, p. 378. (In Russ.)]
8. Аносов В.Н., Трухан Э.М. Вариация векторного потенциала в лабораторных условиях изменяет биологические свойства воды. *Биофизика*, 2012, т. 57, № 3, с. 389. [Anosov V.N., Trukhan E.M. Variation of vector potential in laboratory conditions changes biological properties of water. *Biophysics*, 2012, vol. 57, no. 3, p. 389. (In Russ.)]
9. Трухан Э.М., Пилипенко П.Н. Изменение состояния кремнезёма в воде при внешних несиловых воздействиях. *Биофизика*, 2011, т. 56, № 4, с. 760. [Trukhan E.M., Pilipenko P.N. Changing the state of silica in water under external non-forceful influences. *Biophysics*, 2011, vol. 56, no. 4, p. 760. (In Russ.)]
10. Баевский Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма в космической медицине. *Физиология человека*, 2002, т. 28, № 2, с. 70-82. [Baevsky R.M. Analysis of heart rate variability in space medicine. *Human physiology*, 2002, vol. 28, no. 2, pp. 70-82. (In Russ.)]
11. Бойцов И.В. *Динамическая сегментарная диагностика. Руководство для врачей*. Н. Новгород: «Поволжье», 2014. [Boyctsov I.V. *Dynamic segmental diagnostics. A guide for physicians*. N. Novgorod: «Povolg'e», 2014. (In Russ.)]
12. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. *Квантовая механика*. М.: Физматгиз, 1963, 702 с. [Landau L.D., Lifshitz E.M. *Quantum mechanics*. Moscow: Fizmatgiz, 1963, 702 p. (In Russ.)]
13. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. *Фейнмановские лекции по физике*. Т. 9: Квантовая механика (II). М.: Мир, 1967, 259 с. [Feynman R., Leighton R., Sands M. *Feynman lectures in physics. Vol. 9: Quantum mechanics (II)*. Moscow: Mir, 1967, 259 p. (In Russ.)]

MAGNETIC VECTOR POTENTIAL AS A MODULATOR OF CHEMICAL AND BIOLOGICAL PROCESSES

Apel'sin V.F.¹, Poletaev A.I.², Truchan E.M.²

¹N.E. Bauman Moscow State Technical University
Moscow, 105005, Russia

²Moscow Institute of Physics and Technology
Institutskii per.9, Dolgoprudnyi, 141700, Russia; e-mail: ap0068@mail.ru

Abstract. Brief review of both experimental and theoretical works carried out during last fifteen years aimed to studies of the influence of additional vector potential on the different biological and physiological processes. It was shown that the additional vector potential produced by a spatial device caused changes of water UV-absorption, silica admixture, sugar fermentation and alteration in other activities in different biological entities. Also the influence of the modulated vector potential on different human physiological parameters is presented. These examples illustrate the important role of vector potential in numerous chemical and biological processes.

Key words: vector potential, weak fields' activity, water structure, electrophysiological stimulation.