

## Role of neuromediator systems of a brain in generation of ultrasonic vocalization and its correlation with behavior of animals

N.N. Karkischenko, Yu.V. Fokin, V.N. Karkischenko,  
D.S. Sakharov, O.V. Alimkina

Influence on ultrasonic vocalization (USV) and its correlation with behaviour of rats of change of the neuromediator landscape caused by accumulation of acetylcholine, noradrenaline, serotonin, dopamine and gamma aminobutyric acid is investigated. It is shown that neuromediators influence on the character of implication USV at the expense of transformation of frequency characteristics and the factor of spectral density of power (fSDP) USV that also correlates with change of duration of various behavioural forms of animals. Among behavioural forms were registered, basically, an immobilization, reduction of locomotion and rearing, duration of grooming, and also various, characteristic for separate neuromediators, movements. At accumulation of this or that mediator informative parameters USV have characteristic signs for it. Acetylcholine accumulation was expressed in rising of fSDP fluctuations of frequencies 15-30 and 80-100 kHz during the first hours after introduction. Accumulation GABA was expressed similarly to acetylcholine, besides, in 2 hours after introduction depression of fSDP in «a rest range» (36-45 kHz) became perceptible. Serotonin accumulation was expressed in prevalence of low frequencies in USV at the first 2 hours after introduction, depression of fSDP in «a rest range», rising of high-pitched USV-fluctuations in 4 hours and vocalization homing to initial an indicator in 6 hours. Dopamine accumulation was expressed in rising of low-frequency USV-fluctuations on continuation of all experiment, rising of high-pitched USV-fluctuations at the first 4 hours and depression of fSDP in «a rest range». Noradrenaline accumulation was expressed in the form of rising fSDP in the field of 57, 68 kHz, and also in ranges 20-30 and 80-100 kHz. At accumulation of each investigated neuromediators changes of USV throughout 24 hours were characterized by a multiphase. Effects of accumulation of acetylcholine, serotonin and GABA remained in USV and behaviour and next days, and substantially corresponded to effects of first two hours after introduction of preparations. Comparative research USV after change of a neuromediator landscape specifies in a primary role of a serotonin in formation of characteristic and authentic informative implications USV on frequencies about 23-26 kHz that well correlates with normalization and stabilization of adequate behavioural forms (locomotion and rearing). It allows considering, what exactly belongs to a serotonin a main role in formation of the characteristic USV-responses displaying accurate interrelation with other behavioural indicators.

**Key words:** ultrasonic vocalization (USV) in rats; role of acetylcholine, serotonin, gamma aminobutyric acid, dopamine and noradrenaline in effects of USV; informative parameters of pharmacodynamics neurotropic means; spectral power density of USV; correlation of USV and behavior.



## Перспективы применения биологического управления для повышения эффективности электрической стимуляции мозга

Н.Н. Каркищенко<sup>1</sup>, Д.Б. Чайванов<sup>2</sup>, Ю.А. Чудина<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Научный центр биомедицинских технологий РАМН, Московская область

<sup>2</sup> – РНЦ «Курчатовский институт», Москва

Контактная информация: Каркищенко Николай Николаевич – академик РАН, член-корреспондент РАМН, niknik2808@yandex.ru

В данной работе обсуждаются перспективы разработки и возможности использования инструментальных способов создания гипнотического состояния и состояния транса. В качестве инструмента гипноза рассматриваются такие методики электростимуляции мозга, как электросон и микрополяризация, в которых характеристики электрического воздействия подбираются по неэлектрическим физиологическим маркерам: характеристикам дыхательной и сердечно-сосудистой систем, ультразвуковой вокализации. Вводится новый термин «электрогипноз».

**Ключевые слова:** биоуправляемый электросон, микрополяризация, директивный и недирективный гипноз, неэлектрические физиологические маркеры, показатели динамики дыхания и сердечно-сосудистой системы, ультразвуковая вокализация, электрогипноз.

Изменить состояние сознания человека возможно с помощью различных методик, среди которых условно выделяют вербальные и невербальные. Невербальные методики предполагают использование различных агентов, вызывающих изменения на уровне нервной системы и организма в целом. К невербальным методикам относятся такие способы как введение в организм химических веществ различной природы, изменение параметров воздействия на органы чувств (увеличение, ослабление) или полное прекращение воздействия, произвольная или непроизвольная активация мышечной системы [5, 17]. Вербальные методики изменения состояния сознания исполь-

зуют в качестве способа воздействия живую человеческую речь, например, в процессе гипнотизации [24]. В последнем случае основное воздействие оказывается на когнитивные процессы, которые как правило, переводятся из сферы подсознания (или бессознательного) в фокус сознания. Методики гипнотизации реализуются в рамках двух основных направлений гипнотерапии: директивного (классический гипноз) и недирективного (эриксоновский гипноз) направлений [17, 24]. Оба направления имеют своей целью изменение состояния сознания пациента путем введения его в транс, для изменения его бессознательных установок, скрытых переживаний, мыслей и автоматизиро-

ванных стратегий поведения, являющихся причиной дезадаптации.

Директивный гипноз требует участия гипнотерапевта, обладающего определенными способностями, знаниями, умениями, навыками. Даже опытные и одаренные гипнотизеры сталкиваются с нежелательными эффектами личностного взаимодействия с пациентом. Это требует построения особых отношений, которые способствовали бы появлению и увеличению терапевтического эффекта. Устранение или компенсация «психологических» побочных эффектов полностью зависит от гипнотерапевта, который должен обладать определенными свойствами личности и/или пройти довольно длительное обучение и профессиональную стажировку.

Решением описанных выше проблем является поиск и разработка инструментальных аналогов гипнотерапии, которые бы минимизировали влияние побочных факторов и позволили бы с помощью специфических процедур изменять состояние сознания пациента. Поиск инструментального аналога директивного гипноза и анализ особенностей последнего натолкнул нас на мысль о весьма схожих чертах классической гипнотерапии с процедурой и эффектами электросна [21]. Рассмотрим подробно метод электросна, его характеристики и особенности.

Электросон является эффективным способом создания у пациента состояния, близкого к состоянию физиологического сна, путем трансцеребрального воздействия электрическим током [4]. Импульсный ток частотой 1-10 Гц, длительностью 0,2-2 мс и силой до 8-10 мА вызывает монотонное, ритмическое раздражение коры головного мозга и подкорковых образований, в резуль-

тате которого в ткани мозга появляется разлитое торможение, являющееся причиной дремоты и сна. Перечисленные параметры электросна являются безопасными для человека, т.к. не превышают значений электрических характеристик мозговой ткани [4], а, по сравнению с фармакологическими методами воздействия, не вызывают множество побочных действий.

Было показано, что изменение характеристик электрического воздействия позволяет создать разную глубину сонного состояния и вызвать различные физиологические эффекты [13, 17, 18, 20]. Так, исследователями были выделены четыре фазы электросна, которые различаются, с одной стороны, распространением и глубиной торможения в головном мозге [4], отражающейся в динамике ритмов электроэнцефалограммы (ЭЭГ) [14, 18], а с другой стороны – степенью устойчивости условных и безусловных рефлексов, чувствительности анализаторов [4] (табл. 1).

Исследователи пришли к выводу, что наиболее эффективным является длительное пребывание пациента в дремотном состоянии или состоянии гипнотического сна, а не в состоянии глубокого сна [4], что согласуется с данными о терапевтических эффектах гипнотерапии [5, 17]. Кратковременные сеансы электросна способствуют улучшению ночного сна, появлению чувства бодрости и улучшению настроения, т.е. электросон нормализует работу гипнотической системы мозга, которая обеспечивает поддержание и смену функциональных состояний [4, 21].

Метод электросна широко применяется в медицинской практике для лечения различных соматических и психосоматических дисфункций. Это связано с воздействием данных электрических

## Электрические и поведенческие характеристики фаз электросна

№	Фазы электросна	Характеристики процесса торможения в коре и подкорке	ЭЭГ показатели активности в коре и подкорковых структурах	Характеристики условных (УР) и безусловных рефлексов (БР)
1.	Состояние дремоты	В коре головного мозга тормозной процесс отсутствует	Во всех отделах коры и подкорки преобладает упорядоченный тетраритм с частотой 6-7 Гц	УР и БР – устойчивы
2.	Состояние неглубокого (гипнотического) сна	В коре головного мозга развивается частичный процесс торможения	В коре возникает медленная низкоамплитудная активность с частотой 4-5 Гц, а в подкорковых образованиях сохраняется ритм с частотой 6-7 Гц	УР неустойчив, появляется только после достаточно длительного действия условного стимула, БР – устойчив
3.	Состояние глубокого сна	Активация гипногенных подкорковых структур приводит к угнетению корковых отделов	Корково-подкорковые взаимодействия изменяются, в коре преобладает медленный дельта-ритм с частотой 1-3 Гц	Анализаторы выключены, УР отсутствуют, БР сохраняются
4.	Состояние сверхглубокого сна (наблюдается очень редко)	Распространение торможения коры на подкорково-стволовые структуры	В коре и в подкорковых структурах преобладают медленные ритмы	УР и БР отсутствуют

токов на центры вегетативной и эндокринной регуляции внутренних органов, например, на сосудодвигательный и дыхательный центры [1, 4, 14, 18]. В результате снижается повышенный тонус сосудов, активируются транспортные процессы, повышается кислородная емкость крови, происходит замедление внешнего дыхания, его углубление, активация функций желудочно-кишечного тракта, выделительной и половой систем, восстанавливаются нарушенный углеводный, липидный, минеральный и водный обмен в организме, увеличивается выработка гормонов железами внутренней секреции.

Воздействие импульсным электрическим током в процессе электросонотерапии на структуры нервной системы вызывает целый ряд общих лечебных эффектов: транквилизирующий, седативный, спазмолитический, трофический, секреторный (табл. 2). В связи с

этим, электросонотерапию применяют как дополнительный метод при лечении ишемической болезни сердца, гипертонии, бронхиальной астмы, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, заболеваний желчевыводящих путей, сахарного диабета и ожоговых повреждениях, нейродермитов, экземы, энуреза [7, 8, 13].

Среди органических поражений головного мозга, для лечения которых используют электросон, выделяют дистонию и атеросклероз церебральных сосудов, мигрень, неврастению, последствия черепно-мозговой травмы, энцефалиты, вибрационную болезнь. Также электросон применяют при лечении различных неврозов (например, логоневроза), снохождения, ночных страхов, более различной природы, в том числе фантомных и т.д. [7].

Существуют ограничения на применение электросна при таких заболева-

Таблица 2

## Эффекты электросна

Результаты воздействия электросонтерапии	Методика расположения электродов	Параметры импульсного воздействия			Длительность процедуры
		Частота, Гц	Длительность, мс	Сила тока, мА	
Восстановление равновесия между процессами возбуждения и торможения в коре головного мозга	Глазнично-сосцевидная или лобно-затылочная	5-20	0,2-0,3	1-1,5	20 мин. ежедневно
Улучшение вегетативных функций организма: перестраивается центральная и вегетативная регуляция сердечно-сосудистой системы	Глазнично-сосцевидная или лобно-затылочная	5-20	0,2-0,3	1-1,5	20 мин. ежедневно
Стимуляция опиоидной системы головного мозга (седативное, обезболивающее действие)	Лобно-затылочная	70-80	0,4-0,5	1-2	20-30 мин. ежедневно
Седативный, транквилизирующий и гипотензивный эффект действия на центральную нервную систему	Лобно-затылочная	90-120	0,2	1-2	20 мин. ежедневно или через день

ниях как эпилепсия, непереносимость электрического тока, воспалительные заболевания глаз (конъюнктивит, блефарит), свежие кровоизлияния в среды глазного яблока, высокая степень близорукости, экзема и дерматит на коже лица, металлические инородные тела в глазном яблоке и в тканях головного мозга, истерический невроз, имплантированный электрокардиостимулятор [18].

В электросонтерапии применяют две методики расположения электродов – глазнично-сосцевидную и лобно-затылочную. В первом случае две пары электродов накладывают на закрытые веки глазных яблок пациента и на сосцевидные отростки височной кости. Недостатком данного способа постановки электродов являются неприятные ощущения при давлении на глазные яблоки пациента. Вторая методика в этом смысле более выгодна, она предполагает расположение пар электродов соответственно на лбу и на задней поверхности шеи под волосатым покровом головы.

Однако второй способ постановки электродов является менее эффективным, чем первый [10, 13, 18].

Вышеприведенное описание метода электросна показывает, что изменение параметров данного электрического воздействия позволяет создать желаемые, в том числе психотропные эффекты: моделировать активность мозга в целом, его корковых и подкорковых структур и их взаимодействия. Следовательно, электросон может использоваться как инструмент изменения состояния сознания пациента, в том числе регуляции глубины гипнотического состояния [21].

Как видно из табл. 3, электросон и директивный гипноз имеют много общего, но есть и некоторые различия. По сравнению с процедурой директивного гипноза, электросон исключает появление «психологических» побочных эффектов. Однако электросон, как инструментальный аналог директивного гипноза, обладает рядом недостатков, связанных с общей концепцией класси-

ческой гипнотерапии. Принципиальное различие директивного и недирективного подхода гипнотерапии состоит в соотношении позиций гипнотизера и пациента. Классический подход основан на абсолютном авторитете гипнотизера, на его безусловной способности вводить любого пациента в состояние транса, при этом пациент должен доверять гипнотизеру и подчиняться его воле. Таким образом, отношения между гипнотизером и пациентом в классическом варианте гипноза являются авторитарными, где гипнотизер занимает активную, доминирующую роль, а пациент – зависимую, второстепенную. Для недирективного варианта гипнотизации характерно сотрудничество между гипнотерапевтом и пациентом [17]. В данном случае гипнотерапевт помогает пациенту перейти в состояние транса и активировать свои психические ресурсы и бессознательные процессы для повышения адаптивных способностей психики, используя новые когнитивные стратегии. В этом смысле, инструментальный аналог недирективного гипноза должен учитывать все преимущества данного психотерапевтического подхода и, в то же время, вызывать гипнотические состояния разной глубины, подобно электросну. Главное преимущество инструментального аналога недирективного гипноза перед электросном заключается в его возможности эффективно изменять состояния сознания у всех без исключения пациентов и испытуемых.

Известно, что исследователи выделили 4 типа нервных реакций пациентов на действие электросна [8, 14]. Первый тип реакций связан с углублением процесса торможения во время электросна, а после окончания процедуры происходит нормализация соотношений основных нервных процессов. Второй тип реак-

ции характеризуется изменением соотношения процессов возбуждения и торможения, которое сохраняется в течение всего воздействия (по окончании процедуры соотношение этих процессов нормализуется). В случае третьего типа соотношения процессов возбуждения и торможения не меняются на протяжении воздействия и последующего наблюдения. Четвертая реакция характеризуется повышением возбудимости коры головного мозга. При лечении сном выраженный лечебный эффект наблюдается у пациентов с 1-м и 2-м типом нервных реакций. У пациентов с 3-м типом нервных реакций в период лечения не происходит динамики процесса торможения, но заметны некоторые улучшения общего состояния. Практически полное отсутствие терапевтического эффекта отмечается у пациентов с 4-м типом нервных реакций. Следовательно, пациенты с 3-м и 4-м типом нервных реакций значительно меньше подвержены воздействию электросна. По-видимому, этот факт связан с индивидуальными особенностями нервной системы, преобладанием различных типов взаимодействия процессов возбуждения и торможения, что требует дифференциального подхода, предусматривающего выбор подходящих параметров воздействия. Выбор этих параметров может осуществляться путем проведения пробной процедуры перед основным сеансом электросна для изучения динамики нервных процессов или создания биоуправляемой процедуры подбора параметров электрического воздействия с обратной связью.

Разработка инструментального аналога недирективного гипноза требует сочетания электросон-воздействия с биологической обратной связью от органов и тканей, в которых происходят изменения, вызванные данным воздей-

Таблица 3

## Сравнение директивной и недирективной гипнотерапии и их инструментальных аналогов

Тип воздействия	Директивная гипнотерапия	Электросон	Недирективная гипнотерапия	Биоуправляемый электросон
Характеристики				
Назначение воздействия	Управление психикой путем навязывания состояний	Инструмент управления психикой путем моделирования состояний	Изменение психического состояния путем активации бессознательных резервов	Инструмент изменения психического состояния, корректируемого по физиологическим показателям
Отношения между гипнотизером и пациентом	Авторитарные: результат процесса более всего зависит от гипнотизера, пациент должен верить «дару» гипнотизера	Роль гипнотизера выполняет специальное устройство, навязывающее пациенту психическое состояние	Сотрудничество: результат процесса зависит от взаимоотношений и совместной работы гипнотерапевта и пациента	Роль гипнотизера выполняет сам пациент, изменяя свое психическое состояние с помощью специального технического устройства
Результат гипнотерапии	Транс – уникальное состояние, которое создается только гипнотизером и возникает у гипнабельных пациентов. Гипнотическим способностям нельзя научиться – они даны от природы	Состояние транса можно создавать инструментальными методиками с учетом нервных процессов пациента, но без непосредственного участия гипнотизера	Транс является естественным состоянием человека и каждый может войти в состояние транса, каждый может ввести в транс другого. Негипнабельных людей не бывает	Состояние транса создается инструментально и автоматически подстраивается под индивидуальные особенности пациента
Изменения психических состояний	Подавление психической активности пациента, навязывание новых состояний и побуждение выполнения действий. Пациент должен подстраиваться под гипнотизера	Инструментальные методики модуляции активности мозга изменяют психические состояния пациента согласно с определенной программой	Гипнотерапевт подстраивается под пациента, перенимает его образ действий, а затем намеренно изменяет его у себя, что приводит к автоматическим изменениям поведения пациента	Инструментальные методики биоуправляемой модуляции активности мозга изменяют психические состояния пациента в соответствие с его индивидуальными особенностями и потребностями
Сфера бессознательного	Бессознательная часть психики является чистым листом, куда можно внедрить что угодно. В процессе гипноза происходит перехват управления человеком	Бессознательные состояния можно моделировать инструментально. Путем встраивания новых установок, мотивов и программ, возможно исцеление	Бессознательная часть психики является частью личности, которая сопротивляется любой интервенции. Бессознательное содержит все события психической жизни	Бессознательные состояния можно воссоздать инструментально. Терапевтический эффект создается перераспределением психических ресурсов
Терапевтический эффект	Транс сам по себе исцеляет, так как он создает особое состояние, для лечения необходим глубокий транс	Существуют универсальные механизмы, которые связаны с переходом в состояние транса, это позволяет создать общие методики для большинства пациентов	Глубина транса зависит от пациента, психические изменения не связаны с глубиной транса	Создание состояния транса и регуляция его глубины осуществляется на основе общего алгоритма, но с учетом индивидуальных различий

Стратегии гипнотерапии	Создание определенной атмосферы и авторитетного образа гипнотизера. Использование директивных команд	Подбор инструментальных методов моделирования состояния пациента путем навязывания состояния	Анализ информации о субъективном опыте пациента. Использование косвенного воздействия, обратной связи от пациента, метафорических историй, рефрейминга	Применение биоуправляемых по физиологическим показателям пациента инструментальных методик изменения его состояний
Применение воздействия	В лечебных (нервно-психические заболевания) и демонстрационных целях	В клинике, криминалистике, для саморегулирующей гимнастики, тренинга профессионально-важных качеств	В психотерапевтической практике, для самосовершенствования, саморазвития, улучшения саморегуляции	В клинике, в психотерапии, для улучшения саморегуляции, тренинг способностей и профессионально-важных качеств и т.д.
Ограничения	Время воздействия ограничено несколькими минутами. Необходим гипнотизер	Фиксированный промежуток времени в пределах 30-40 мин.	Время воздействия ограничено физиологическими особенностями пациента и задачами гипнотерапии. Необходим гипнотерапевт	Время воздействия ограничено физиологическими особенностями пациента и задачами процедуры

ствием. Именно наличие таких обратных связей позволит управлять динамикой функционального состояния мозга в реальном времени [9], в частности, глубиной гипнотического состояния. Однако в данном случае следует обратить внимание на выбор физиологических показателей, которые должны отвечать двум наиболее существенным условиям. Во-первых, эти показатели или физиологические маркеры должны отражать динамику изменяемого процесса, в данном случае – гипнотического состояния или состояния сна. Во-вторых, электростимулятор, с помощью которого осуществляется электросонтерапия, может создавать электрические помехи. В связи с этим, физиологические маркеры не должны быть подвержены влиянию электрических помех, т.к. в противном случае они не будут отражать реальной динамики функционального состояния. Второе условие не допускает использования показателей электрической активности частей тела и мозга. Следовательно, возникает вопрос, какие

неэлектрические физиологические показатели можно использовать для контроля глубины и динамики гипнотического состояния.

Многие исследователи и терапевты [1, 4, 10, 11, 13, 18, 19] отмечают действие электросна на вегетативную регуляцию внутренних органов, в том числе на динамику дыхательной и сердечно-сосудистой деятельности. Дыхательная и сердечно-сосудистая системы человека в норме работают согласованно, и частота дыхания зависит от изменений состояния сердца и сосудов. При этом реакция сердца и сосудов более динамична и наступает раньше изменений дыхания [2]. Замечено, что во время сна дыхание становится более глубоким, сердечно-сосудистая деятельность угнетается, в частности – уменьшается частота сердечного ритма, сокращается ударный и минутный объем крови, снижается артериальное давление [18, 19]. Кроме того, отмечается динамика вегетативных и гормональных показателей на разных стадиях естественного сна.

Таблица 4  
Динамика вегетативных показателей на разных стадиях естественного сна

Вегетативные показатели	Стадии естественного сна			
	Медленный сон		Парадоксальный сон	
	1	2	3	4
АД, ЧСС	Снижаются	Снижаются	Значительно снижаются	Повышаются, нестабильны
ЧД	Снижается, нестабилен	Снижается, нестабилен	Значительно снижается	Повышается, нестабилен
КГР	Снижается	Снижается	Резко возрастает	Снижается, стабилизируется
МК и ТМ	Снижаются	Снижаются	Значительно снижаются	Повышаются, стабилизируются
СТГ	Не изменяется	Увеличивается незначительно	Увеличивается значительно	Снижается значительно
АКТГ	Не изменяется	Не изменяется	Не изменяется	Существенно увеличивается

Примечание: АД – артериальное давление, ЧСС – частота сердечных сокращений, КГР – кожно-гальваническая реакция, МК – мозговой кровоток, ТМ – температура мозга, СТГ – гормон роста, АКТГ – адренокортикотропный гормон, ЧД – частота дыхания.

Условно выделяют 4 стадии естественного сна: первые две стадии – это медленный сон, а 3-я и 4-я стадии – парадоксальный сон. Замечено, что во время разных стадий естественного сна наблюдаются закономерные изменения вегетативных показателей [3]. Так, артериальное давление, частота сердечных сокращений и частота дыхания во время стадий медленного сна постепенно снижаются, в начале парадоксальной стадии они уменьшаются очень значительно, а на 4-й стадии – резко увеличиваются и становятся нестабильными. Также наблюдается определенная динамика показателей мозгового кровотока, температуры мозга и уровня гормонов (табл. 4). Таким образом, данные вегетативных показателей являются весьма чувствительными к изменению функционального состояния.

Кроме того, современные исследования показали, что динамика функциональных состояний человека и животных значимо изменяет характеристики ультразвуковой вокализации

(УЗВ). УЗВ – это способность живого существа генерировать ультразвуковые волны, которые фиксируются с помощью специальных микрофонов (ультразвуковых динамиков). Авторы отмечают, что спектральная плотность мощности УЗВ человека при физической нагрузке постепенно снижается вместе с увеличением ее частоты [12]. Следовательно, изменение параметров УЗВ можно использовать как показатель динамики функционального состояния, в том числе состояния покоя и сна.

Разрабатываемый нами инструментальный аналог неидирективного гипноза представляет собой методику биоуправляемого электросна и предполагает объединение процедуры электросонотерапии с регистрацией неэлектрических показателей функционального состояния испытуемого. Среди неэлектрических показателей можно выделить частоту сердцебиения, частоту пульса, температуру, динамику вдоха и выдоха (дыхательный цикл, частота дыхания), общий и средний объем легких, ударное арте-

риальное давление, ударный минутный объем дыхания и параметры УЗВ. Предлагается использовать перечисленные показатели в качестве физиологических маркеров контроля за состоянием пациента и на их основе изменять характеристики электросон-воздействия путем частотной и амплитудной модуляции. В данном случае под модуляцией будем понимать индивидуальную настройку и коррекцию электросон-воздействия в зависимости от характеристик состояния испытуемого, т.е. частоту и амплитуду электрического воздействия следует рассматривать как некоторые функции от физиологических маркеров. Таким образом, частотная модуляция будет вычисляться по формуле (1), а амплитудная модуляция – по формуле (2).

$$\Omega = F1 \quad (1),$$

где  $\Omega$  – частота следования импульсов электросон-воздействия,  $F1$  – это некоторая функция от частоты физиологических маркеров.

$$A = F2 \quad (2),$$

где  $A$  – амплитуда импульсов электросон-воздействия,  $F2$  – это некоторая функция от величины физиологических маркеров.

На основе экспериментальных исследований в рамках учения о высшей нервной деятельности, И.П.Павлов рассматривал гипноз как искусственно вызванное торможение мозговых структур с одновременным образованием избирательных очагов возбуждения [15]. Существующие сегодня теории дополняют и уточняют эти представления более подробными знаниями об особенностях изменения психофизиологических функций во время гипнотического состояния. Во время погружения пациента или ис-

пытуемого в транс сначала осуществляется создание общего сонного торможения путем подавления активирующей системы мозга, которое дополняется избирательным торможением корковых и подкорковых структур мозга для создания состояния сенсорной депривации, а затем происходит избирательная активация слуховых зон коры путем направленного вербального внушения [5]. В состоянии транса, на фоне сниженного влияния активирующей системы мозга, вследствие частичного торможения корковых структур, происходит перемещение фокуса внимания с внешних раздражителей на внутренние когнитивные процессы. Речь гипнотизера, произносимая в это время, синхронизируется с внутренними процессами и воспринимается пациентом как их дополнение, отчасти – как собственные мысли. Происходит интеграция внешних, например, вербальных стимулов в сновидение, содержание которого меняется в результате привнесения этими стимулами нового смысла. Такое явление обозначается как состояние раппорта [5, 17]. Психика пациента меньше сопротивляется такому вербальному воздействию, т.к. воспринимает его содержание как собственные мысли.

Состояние сенсорной депривации создается путем избирательного торможения сенсорных и моторных зон коры. Усвоение вербальных внушений требует формирования очагов возбуждения преимущественно во вторичной и третичной слуховой коре и одновременного торможения фронтальной коры, выполняющей функцию контроля и цензуры [6].

Очевидно, что импульсные воздействия в процессе электросна в полной мере обеспечивают сонное торможение мозговых структур путем влияния на

активирующую систему мозга. Однако такого рода электрические воздействия не способны избирательно создать очаги торможения и возбуждения корковых структур: торможение сенсорных и моторных областей – для сенсорной депривации, возбуждение слуховых зон коры и торможение лобных – для восприятия и принятия новых когнитивных программ и способов действия, привносимых через вербальные внушения гипнотизера.

В результате анализа мы пришли к выводу, что создание таких динамических очагов торможения и возбуждения осуществимо с помощью транскраниальной микрополяризации (ТКМП). Это подтверждается тем фактом, что включение постоянной составляющей электрического тока в процесс электросна значительно повышает эффективность данной процедуры, т.к. приближает состояние пациента к состоянию гипноза и естественного сна [11, 13]. Постоянная составляющая электросна является аналогом микрополяризационного воздействия, вызывающего избирательное торможение затылочных зон коры, которое является причиной зрительной депривации.

Методика ТКМП заключается в наложении на поверхность скальпа электродов малой площади (100-600 мм<sup>2</sup>) для создания направленного поляризационного воздействия на мозг, преимущественно на его корковые образования. С помощью ТКМП возможно создание локальных очагов возбуждения и торможения: под катодом образуется очаг возбуждения, под анодом – очаг торможения [16, 23]. Так, для создания кинестетической депривации (расслабления мускулатуры) катод, тормозящий участок коры, необходимо расположить на скальпе в проекционной зоне первичной моторной и сенсомоторной области коры. Для создания состояния раппорта

анод следует расположить во фронтальной области, а катод – в левом височном участке коры (зона Вернике).

Кроме того, разработанная нами методика расчета потенциалов, возникающих в мозговой ткани, в зависимости от силы входящих токов и размера электрода [20], позволяет регулировать степень необходимого и достаточного микрополяризационного воздействия. Параметры этого воздействия можно регулировать на основе обратной связи от тех же физиологических маркеров, которые выбраны для биоуправления параметрами электрического воздействия во время процедуры электросна.

Таким образом, сочетание электросна-воздействия с описанной процедурой ТКМП позволит ввести пациента в состояние транса и затем раппорта, а в качестве вербального воздействия может использоваться записанная и модулируемая с помощью вокатора речь гипнотизера [22]. На наш взгляд, для описания сочетания процедур биоуправляемого электросна с процедурами биоуправляемой микрополяризации целесообразно ввести новый термин – «электрогипноз». Под термином «электрогипноз» мы будем понимать создание управляемого (регулируемого) гипнотического состояния транса с помощью комбинации воздействий импульсным и постоянным электрическим током.

Изменения электрических воздействий в процессе электросна и ТКМП должны подбираться индивидуально для каждого пациента, но согласно универсальному алгоритму, реализуемому на основе программно-аппаратного комплекса, схема которого представлена на рисунке.

Предполагается, что от датчиков вегетативных показателей и ультразвукового динамика зафиксированные изме-

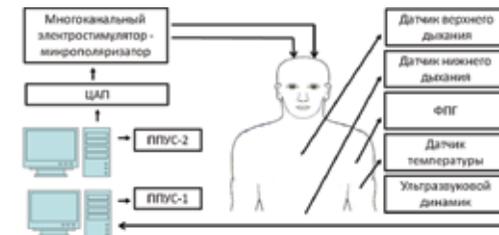


Рис.1. Схема программно-аппаратного обеспечения методики биоуправляемого электросна. ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь, ФПГ – фотоплетизмограмма, ППУС-1 – плата приема управляемого сигнала, ППУС-2 – плата передачи управляемого сигнала.

нения параметров будут переданы в память компьютера, плате приема управляемого сигнала (ППУС-1), где они будут сравниваться со средними индивидуальными показателями состояния гипноза или сна. Зафиксированная разница между эмпирическими и средними показателями будет задавать передаваемый управляющий сигнал, поступающий через плату передачи управляемого сигнала (ППУС-2) и цифро-аналоговый преобразователь на электростимулятор, изменяя частоту и амплитуду воздействующего на пациента импульсного (электросна) и постоянного (ТКМП) электрического сигнала. Это позволит конечный электрический сигнал сделать оптимальным для стимуляции данного испытуемого, создания и удержания именно у него искомой глубины гипнотического состояния, состояния депривации и раппорта.

Предложенные в настоящей работе методики, безусловно, требуют дальнейшего теоретического анализа и клинической апробации.

#### Список литературы

1. **Боголюбов В.М., Пономаренко Г.Н.** Общая физиотерапия. М. СПб. 1998.

2. **Варламов В.А.** Детектор лжи. М.: ПЕР СЭ-Пресс. 2004. 352 с.
3. **Власов Н.А., Вейн А.М., Александровский Ю.А.** Регуляция сна. М.: Наука. 1983.
4. **Гиляровский В.А., Ливенцев Н.М., Сегаль Ю.Е., Кириллова З.А.** Электросон. М. 1958.
5. **Гримак Л.П.** Моделирование состояний человека в гипнозе. М. 2009. 272 с.
6. **Голдберг Э.** Управляющий мозг: Лобные доли, лидерство и цивилизация / Пер. с англ. Д. Бугакова. М.: Смысл. 2003. 335 с.
7. **Гурленя А.М., Багель Г.Е., Смычек В.Б.** Физиотерапия в неврологии М.: 2008. 296 с.
8. **Данилова И.Н., Орехова Э.М.** Применение синусоидальных модулированных токов в методике электросна // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. 1989. № 6. С. 9-13.
9. **Данилова Н.Н.** Психофизиологическая диагностика функциональных состояний. М.: МГУ. 1992.
10. **Календаров Г.С., Лебединская Е.И.** Аппарат для электронаркоза и методика его применения в терапии сном. Физиологический журнал СССР. 1962. 38. № 6. С. 751-755.
11. **Календаров Г.С., Лебединская Е.И.** Физиологический механизм и стадии развития электронаркоза. Физиологический журнал СССР. 1953. 39. № 2. С. 146-152.
12. **Каркищенко Н.Н., Фокин Ю.В., Сахаров Д.С., Каркищенко В.Н., Капаназде Г.Д., Чайванов Д.Б.** Ультразвуковая вокализация и ее информативные параметры у животных и человека. // Биомедицина. 2011. № 1. С. 4-23.
13. **Колупаев Г.П.** Из опыта применения электросна // Военно-медицинский журнал. 1962. № 4. 82 с.

14. Некоторые вопросы проблемы электросна и электроанестезии / *Под ред. В.М. Банищкова, Е.И. Куликовой-Лебединской* // Материалы VI симпозиума по проблемам электросна и электроанестезии на 4-м Всероссийском съезде невропатологов и психиатров. М. 1981.

15. *Павлов И.П.* Лекции о работе больших полушарий головного мозга. Изд.5-е, исп. М.: Книжный дом «ЛИБРИКОМ». 2010. 296 с.

16. *Пинчук Д.Ю.* Транскраниальные микрополяризации головного мозга. Санкт-Петербург. 2007.

17. *Тукаев Р.Д.* Гипноз. Механизмы и методы клинической гипнотерапии. М. 2006. 448 с.

18. *Ушаков А.А.* Практическая физиотерапия М.: ООО «Медицинское информационное агентство». 2009.

19. Частная физиотерапия: Учебное пособие / *под ред. Пономаренко Г.Н.*, М.: ОАО Изд-во «Медицина». 2005. 744 с.

20. *Чайванов Д.Б., Каркищенко Н.Н.* Математическая модель биофизи-

ческих процессов при транскраниальной микрополяризации // Биомедицина 2011. №3. (в печати).

21. *Чайванов Д.Б., Чудина Ю.А.* Применение биоуправляемого электросна для поддержания оптимального возбуждения головного мозга человека при обучении эффективным когнитивным стратегиям // Высшая школа: опыт, проблемы, перспективы. Материалы IV Международной научно-практической конференции. Ч.1 М.:РУДН, 19-20 апреля 2011. С. 371-374.

22. *Чайванов Д.Б., Чудина Ю.А.* Способы автоматизации психофизиологического тренинга изменения состояния сознания // Высшая школа: опыт, проблемы, перспективы. Материалы IV Международной научно-практической конференции. Ч.2 М.:РУДН, 19-20 апреля 2011. С.100-103.

23. *Шелякин А.М., Пономаренко Г.Н.* Микрополяризация мозга. Санкт-Петербург. 2006.

24. *Эрикссон М.* Стратегии психотерапии. М. 2000. 512 с.

## Prospects of biological application for increase of brain electric stimulation efficiency

N.N. Karkischenko, D.B. Chayvanov, U.A. Chudina

New perspectives of creation and usage of toolmaking hypnotism and trance have been discussing in this article. As a tool for hypnotism have been considering two electrical brain stimulation methods – electrosleep and cortex polarization. The characteristics electric stimulation corresponds with nonelectric physiological marks: rates of respiratory and cardiovascular systems, ultrasound vocalization. A new term «electrohypnotism» have been introduced.

**Key words:** biocontrol electrosleep, cortex polarization, classical and Erickson's hipnotism, nonelectric physiological marcs, rates of respiratory and cardiovascular systems, ultrasound vocalization, electrohypnotism.

## Оптимизация технологии получения пчелиного яда для применения его в фармацевтической промышленности

Н.И. Кривцов, М.К. Чугреев, А.А. Мосолов

ГНУ Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции РАСХН, Волгоград

Контактная информация: Чугреев Михаил Константинович [paradocs2004@mail.ru](mailto:paradocs2004@mail.ru)

Описаны свойства пчелиного яда, модернизированное оборудование для его сбора. Технология сбора пчелиного яда. Влияние отбора яда на медовую продуктивность карпатских пчел.

**Ключевые слова:** пчела, яд, болезнь, модернизация.

В современной медицине пчелиный яд применяется при изготовлении лекарств для лечения ряда заболеваний. По принципу воздействия на пчел известные способы получения яда можно разделить на два: механический и электрический. Электрический способ – наиболее эффективный. Предложенное нами оборудование для сбора пчелиного яда состоит из ядоприемника и электростимулятора, питающегося от источника электрического тока. Мы сконструировали ядоприемную кассету в виде магазинной надставки, в которую вставляются вертикально (как рамки с сотами) ядоприемные стекла. Обмотка из молибдено-никелевого сплава смонтирована не на стеклах, а на отдельных каркасах, устанавливаемых между стеклами. Все стекла собираются в кассету, скрепляются четырьмя крепежными винтами. Расстояние между соседними стеклами составляет 36 мм и позволяет пчелам беспрепятственно заходить в ядоприемную кассету. Расстояние между обмоткой и стеклом составляет 1,5 мм, расстояние между соседними витками обмотки выбрано опытным путем и составляет 3,5 мм. Высота ядоприемных

стекел составляет 110 мм. Периметр корпуса кассеты соответствует периметру корпуса улья.

При получении раздражения электрическим током пчелы оставляют каплю яда на стекле и при этом отгрызают на это же стекло каплю нектара, который примешивается к яду, засоряя его. Когда в пчелином гнезде ночью оголяют рамки с сотами, пчелы мгновенно возбуждаются и перемещаются в сторону раздражителя, т.е. вверх, в кассету, заполняя ее. Затем они, перемещаясь по проволочной обмотке, получают импульс электротока и рефлекторно «жалют» стекло, оставляя на нем каплю яда. Этот процесс может продолжаться от 20-ти мин. до 1-го часа. В конце наступает момент, когда концентрация яда в пространстве кассеты становится настолько высокой, что пчелы уходят из кассеты вниз, в свое гнездо. Это сигнал, что сеанс можно считать завершенным. В среднем, сеанс длится 30-40 мин. Кассеты снимают, уносят в затемненное помещение и оставляют примерно на час, пока яд подсохнет. С ядом работают при красном свете. Далее кассеты разбирают, вынимают стекла с закристаллизовавшимся слоем яда. Со-