

УДК 556.3

В.Ю. Вишневецкий, Ю.М. Вишневецкий

**К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ ГИДРОБИОНТОВ НА КАЧЕСТВО ВОДЫ
В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ***

Представлена теория биомеханизмов самоочищения воды. Гидробионты (водные организмы) активно участвуют в процессах, ведущих к очищению воды. В них участвуют почти все группы живых организмов, что анализируется в статье с различных сторон. Проанализированы результаты наблюдений за различными водными объектами по воздействию поллютантов на живые организмы. Изложенная теория служит инновационной основой для создания новых экотехнологий очищения воды и повышения ее качества с использованием водных организмов. Проведенный анализ позволяет видеть совокупность гидробионтов как аппарат самоочищения экосистем, являющийся существенной частью того, что В.И. Вернадский называл “аппаратом биосферы”. Положения данной статьи детализируют и развивают некоторые концепции В.И. Вернадского (о биокосных объектах, о биогенной миграции химических элементов, об аппарате биосферы). Представлены рекомендации для решения проблем охраны биоразнообразия и окружающей среды.

Гидробионты; самоочищение воды; качество воды.

V.Yu. Vishnevetsky, Yu.M. Vishnevetsky

**TO THE QUESTION OF INFLUENCE OF HYDROBIONTS ON QUALITY
OF WATER IN WATER OBJECTS**

The theory of biomechanisms of self-cleaning of water is presented. Hydrobionts (water organisms) actively participate in the processes conducting to clarification of water. All groups of live organisms that is analyzed in article from the various parties participate in them almost. Results of supervision over various water objects on influence of pollutants on live organisms are analysed. The stated theory forms an innovative basis for creation of new ecotechnologies of clarification of water and increase of its quality with use of water organisms. The carried out analysis allows to see set of hydrobionts as the device of self-cleaning of the ecosystems, being an essential part that V.I. Vernadsky named “the biosphere device”. Positions of given article detail and develop V.I. Vernadsky's some concepts (about bioinert objects, about biogenic migration of chemical elements, about the biosphere device). Recommendations for the decision of problems of protection of a biodiversity and environment are presented.

Hydrobionts; water self-cleaning; quality of water.

Всякий водоем или водный источник связан с окружающей его внешней средой. На него оказывают влияние условия формирования поверхностного или подземного водного стока, разнообразные природные явления, индустрия, промышленность и коммунальное хозяйство. Последствием этих влияний является привнесение в водную среду новых, несвойственных ей веществ – загрязнителей, ухудшающих качество воды. Полностью безотходные производства при современном уровне развития техники практически невозможны, а малоотходные нередко вводятся с опозданием. Многие химические вещества, попадающие в окружающую среду, не разлагаются на более простые безвредные продукты, а накапливаются в атмосфере, воде, почве и подчас преобразуются в их более токсичные компоненты [1, 8].

* Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (ГК П1205 от 04.06.2010 г.)

Очистка сточных вод представляет трудную задачу по разработке эффективных способов регенерации, т.е. восстановления отработанных производственных и хозяйственно-бытовых стоков. Лет 30–40 назад, когда основными загрязнителями среды были бытовые и хозяйственные отходы, стоки пропускали через специальные поля фильтрации и орошения, где почвенные микроорганизмы разрушали органические вещества, загрязняющие среду. Потом появились окислительные пруды, аэротенки, биофильтры, в которых очищение стоков ведут сообщества микроорганизмов, образующие так называемый активный ил. Теперь по мере развития химической промышленности и родственных ей отраслей, в промышленные стоки попадают такие вещества, которые губят микроорганизмы активного ила, тем самым прерывая процесс биологической очистки [5, 12, 13, 15].

Избыточное поступление биогенных веществ в водоем нарушает их естественный круговорот и становится причиной его ускоренного эвтрофирования. Ионы PO_4^{3-} , H_2PO_4^- и HPO_4^{2-} а также нитрат-ионы способствуют зарастанию водоемов растительностью. Уже 10 мг фосфатов в 1 м^3 приводят к заметному росту растительности, вызывая зарастание водоема планктоном. В результате эвтрофирования происходит усиленное развитие фитопланктона, прибрежных зарослей, водорослей, "цветение" воды и др. В глубинной зоне усиливается анаэробный обмен, образуется сероводород, аммиак, метан, нарушаются окислительно-восстановительные процессы и возникает дефицит кислорода. Это приводит к гибели ценных рыб и растений, вода становится непригодной не только для питья, но и для купания [5, 7, 9, 14].

Химикаты, растворенные в дождевой воде и поглощенные частицами почвы, в результате их вымывания попадают в грунтовые воды, а затем – в реки, где начинают накапливаться в рыбах и более мелких водных организмах. Даже если концентрация ядовитых химикатов несмертельна, эти вещества могут привести к гибели животных или другим пагубным последствиям на следующей ступени трофической цепи. Например, чайки погибали после употребления в пищу больших количеств рыбы, содержащей высокие концентрации ДДТ, а некоторые другие виды птиц, питающиеся рыбой, в том числе белоголовый орлан и пеликан, оказались под угрозой вымирания вследствие снижения воспроизводства. Из-за попавших в их организм пестицидов яичная скорлупа становится настолько тонкой и хрупкой, что яйца бьются, а зародыши птенцов погибают. Такие токсичные металлы, как ртуть, мышьяк, кадмий и свинец, тоже обладают кумулятивным эффектом. [5, 7, 10, 12–15].

Ртуть, содержащаяся в промышленных стоках, осаждается в донных илистых отложениях в реках и озерах. Обитающие в илах анаэробные бактерии перерабатывают ее в ядовитые формы (например, метилртуть), которые могут приводить к серьезным поражениям нервной системы и мозга животных и человека, а также вызывать генетические мутации. Метилртуть – летучее вещество, выделяющееся из донных осадков, а затем вместе с водой попадающее в организм рыбы и накапливающееся в ее тканях. Несмотря на то, что рыбы не погибают, человек, съевший такую зараженную рыбу, может отравиться и даже умереть [5, 7, 8, 10, 12–14].

Другим хорошо известным ядом, поступающим в растворенном виде в водотоки, является мышьяк. Он был обнаружен в малых, но вполне измеримых количествах в моющих средствах, содержащих водорастворимые ферменты и фосфаты, и красителях, предназначенных для окрашивания косметических салфеток и туалетной бумаги. С промышленными стоками в акватории попадают также свинец (используемый в производстве металлических изделий, аккумуляторных батарей, красок, стекла, бензина и инсектицидов) и кадмий (используемый главным образом в производстве аккумуляторных батарей). Эффект от совместного и одновре-

менного загрязнения водоёмов и рек органическими и токсичными веществами оказывается гораздо худшим, чем просто сумма этих воздействий (синергетический эффект). Хотя последствия катастрофических аварий обычно производят наиболее сильное впечатление, основной экологический ущерб приносит перманентное загрязнение окружающей среды [5, 7, 8, 10, 12-14].

В природе постоянно идут процессы самоочищения. Если бы их не было, мы давно утонули бы в отходах производств и жизнедеятельности. В одних местах на Земле эти процессы идут более интенсивно, в других – менее. Изучение механизмов самоочищения и способов их интенсификации может, на наш взгляд, решить многие проблемы экологии и сбережения водных ресурсов на планете. Способность самоочищения каждого водного объекта зависит от разных факторов и подчиняется определенным закономерностям: поступающее количество воды, разбавляющей загрязненные стоки, ее температура, изменение этих показателей по сезонам, качественный состав загрязняющих ингредиентов, наличие растворенного кислорода и имеющиеся популяции гидробионтов (водных организмов) [3, 5, 7, 8, 10, 12–14].

Выделяют три основные группы организмов: *продуценты* – зеленые растения, способные к фотосинтезу, и бактерии, осуществляющие хемосинтез, т.е. организмы, дающие первичную продукцию; *консументы* – организмы, потребляющие первичную или вторичную продукцию, т.е. потребляющие готовое органическое вещество и переводящие его в другие формы органического вещества (животные, паразитические растения и др.); *редуценты (деструкторы)* – организмы, живущие за счет мертвых органических веществ и разлагающие их до минеральных веществ (многие бактерии, грибы и некоторые животные). Обмен веществ, происходящий в природе, возможен только при участии представителей всех трех групп организмов. Растворенное органическое вещество (РОВ) в основном используется в пищу бактериями, грибами и при гетеротрофном питании водорослей.

Самоочищение водоемов осуществляют гидробионты:

1. Совокупность беспозвоночных гидробионтов-фильтраторов, зоопланктон. Пропуская через кишечник грунт, ассимилируют содержащееся в нем органическое вещество многочисленные представители олигохет, полихет, иглокожих, некоторые другие беспозвоночные. Та или иная способность к поглощению РОВ отмечена у представителей всех классов беспозвоночных.
2. Бентос, задерживающий и поглощающий часть биогенов и поллютантов, мигрирующих на границе раздела вода/донные осадки. Фитобентос служит пищей для ряда ракообразных, иглокожих моллюсков, рыб, черепах, причем преимущественно потребляются водоросли, в то время как высшие растения обычно используются слабо. Их органическое вещество широко вовлекается в трофодинамические процессы преимущественно после отмирания, завершающегося образованием детрита. Непосредственное использование фитопланктона и фитобентоса возрастает с продвижением в низкие широты и удлинением вегетационного периода, по мере того как создаются условия для круглогодичного питания фитофагов, обеспечивается сезонная устойчивость их кормовой базы.
3. Микроорганизмы, сорбируемые на взвешенных частицах, перемещающихся относительно водной массы вследствие гравитационного оседания частиц под действием сил тяжести; в результате водная масса и микроорганизмы перемещаются относительно друг друга, что эквивалентно ситуации, когда вода профильтровывается через зернистый субстрат с прикрепленными микроорганизмами; последние извлекают из воды растворенные

органические вещества и биогены. Использованию РОВ бактериями способствует его адсорбция на частицах детрита и стенках пузырьков газа, где развивается обильная микрофлора.

4. Водоросли и фитопланктон. Потребление РОВ водорослями особенно существенно в периоды исключения фотосинтеза. Показано, что РОВ потребляется крупными водорослями при концентрации его свыше 0,5 мг/л с помощью диффузионного механизма; при содержании менее 0,1 мг/л оно может использоваться микроорганизмами путем активного транспорта через клеточную стенку.
5. Сообщества высших водных растений (макрофитов), которые задерживают часть биогенов (азот, фосфор) и загрязняющих веществ, поступающих в экосистему с прилегающей территории. В последние годы макрофиты стали успешно использоваться в практике очистки вод от биогенных элементов, фенолов, ароматических углеводородов, микроэлементов, нефти и нефтепродуктов, тяжелых металлов, различных минеральных солей из сточных и природных вод, в обеззараживании животноводческих стоков от разных форм патогенных микроорганизмов. Роль прибрежно-водных растений в самоочищении водоемов в общем виде можно свести к следующему: механическая очистительная функция, когда в зарослях растений задерживаются взвешенные и слаборастворимые органические вещества; минерализация и окислительная функция; детоксикация органических загрязнителей. Механическая очистительная функция. Вместе с поверхностными стоками в водоемы поступает большое количество взвешенных и слаборастворимых органических и минеральных веществ. Прибрежно-водная растительность вместе с животными-фильтраторами (моллюсками, зоопланктоном) выполняет роль механического фильтра. Макрофиты интенсивно поглощают биогенные элементы, минеральные и органические вещества, накапливают ионы тяжелых металлов и радионуклиды, выступают в роли минерализаторов и детоксикантов пестицидов и нефтепродуктов. Тростник, гречиха водяная, камыш, осоки, рогоз, кувшинка и кубышка и некоторые другие виды водных растений используются для очистки и доочистки бытовых и технических сбросных вод. Благоприятные для качества воды в водоеме при хорошем водообмене считается зарастание акватории на 15–20 % при фитомассе растений до 1,5 кг/м².

Самоочищению водоемов могут способствовать и представители животного мира. Так, устрица и некоторые другие моллюски адсорбируют кишечные и другие вирусы. Каждый моллюск отфильтровывает в сутки более 30 л воды. Пропуская через себя воду, они отфильтровывают взвешенные частицы. Мельчайшие животные и растения, а также органические остатки поступают в пищеварительную систему, несъедобные вещества оседают на слое слизи, покрывающем поверхность мантии двустворчатых. Слизь по мере загрязнения перемещается к концу раковины и выбрасывается в воду. Комочки ее представляют собой комплексный концентрат для питания микроорганизмов. Они и завершают цепь биологической очистки вод [1–5, 7, 8, 10, 12–14].

Самоочищение происходит за счет разбавления, оседания частиц на дно и формирования отложений, разложение органических веществ до аммиака и его солей за счет действия микробов. Если водоем справляется, то все органические вещества превращаются в аммиак и его соли на 7–12 сутки, а далее количество аммиака и его солей начинает падать, так как наступает вторая фаза и соли аммиака превращаются в нитриты что происходит на 25–27 сутки. А дальше концентрация нитритов начинает падать, потому что все нитриты превратятся в нитраты на 32–35 сутки. То есть в идеале весь процесс самоочищения заканчивается примерно

за месяц. Так обстоят дела с органическими соединениями. Но в случае с поверхностно-активными веществами и нефтепродуктами ситуация намного сложнее из-за их сложного химического строения и высокой молекулярной массы. При их высокой концентрации процессы самоочищения тормозятся, и начинается процесс вторичного загрязнения водного объекта [6, 8, 10, 13].

Морские экосистемы характеризуются высокой солёностью, а материковые воды (воды суши) – низкой. По степени солёности можно выделить и промежуточные биотопы: эстуарии (приустьевые зоны), где воды рек смешиваются с морской водой, и прибрежные болота. Некоторые внутренние моря, например Азовское море и его заливы, по своим свойствам являются скорее эстуариями, чем истинными морями. Эстуарии, лиманы, прибрежные заболоченные территории являются одними из наиболее продуктивных экосистем. Во-первых, здесь нерестится более 70 % наиболее ценных в промысловом отношении рыб и других морских организмов. Во-вторых, они блестяще выполняют функции бесплатных и очень эффективных очистных сооружений для стекающих с континента загрязнённых вод, предохраняя от гибели чувствительные прибрежные и шельфовые морские экосистемы. В-третьих, они служат местами обитания для гигантского количества птиц и животных, в том числе редких видов [4, 5].

Азовское море по показателям биологической продуктивности стоит на первом месте среди всех морских водоемов мира. Максимальная биомасса фитопланктона в период цветения достигает колоссальной величины 200 г/м^3 , в Каспийском море она вдвое меньше – 100 г/м^3 ; $10\text{--}15 \text{ г/м}^3$ довольно обычные показатели биомассы фитопланктона в Азовском и Каспийском морях в весенне-летнее время. Подобную картину можно наблюдать и в отношении бентоса. В Азовском море биомасса бентоса достигает максимума ($300\text{--}500$ и более г/м^2), в Черном море ее показатели составляют до нескольких сот граммов на 1 м^2 , дальше на восток она опять снижается. Улов рыбы на единицу площади в Средиземном и Азовском морях различается в $150\text{--}200$ раз. В Азовском море вылов рыбы составляет 80 , в Каспии – 12 , в Аральском – 6 , в Черном – 2 , в Средиземном – примерно $0,5 \text{ кг/га}$. Замечательным явлением в жизни южных морей можно считать постоянные миграции рыб, которые имеют одну общую направленность: для откорма на восток, в районы с более обильной пищей, а в зимнее время и для размножения – на запад, в более теплые моря. С началом лета из Средиземного моря в Черное мигрируют массы рыб и среди них пелагида, скумбрия, хамса и др. Многие черноморские рыбы, "зимующие" в южной, более теплой части Черного моря, летом перемещаются на север в более кормные места, недоступные им в зимнее время. Отмечается массовый переход некоторых рыб из Черного моря через Керченский пролив в Азовское. К зиме они покидают его. Таким образом, рыбы, населяющие Черное и Азовское моря, способны перемещаться на большие расстояния, используют с наибольшей для себя выгодой в разные периоды года и на разных стадиях своего жизненного цикла различные районы трех морских водоемов [4, 5].

Особая роль в очистке воды принадлежит двустворчатым фильтрующим моллюскам. Именно они очищают воду от избытка органических загрязнителей, попадающих в водоёмы со сточными водами. Донные биоценозы Азовского моря характеризуются мощной биомассой и высокими показателями продуктивности и наряду с этим малым числом видов, входящих в состав биоценоза. Здесь двустворчатые моллюски значительно превышают по обилию все другие группы животных. С полным правом Азовское море может быть названо моллюсковым морем, где две формы (кардиум и синдесмия) значительно преобладают по численности над остальными. В восточной части Таганрогского залива, перед дельтой Дона, на отмелях предустьевых районов в большом количестве обитают также пресноводные двустворчатые моллюски [3, 4, 5].

Самоочищающая способность реки зависит от многих природных факторов: объема речного стока, скорости потоков, химического состава воды, ее температуры и т.д. Учесть их все при прогнозировании оптимальных санитарных попусков очень трудно.

Поэтому часто говорят о *приемной емкости* водоема – количестве загрязняющих веществ, которое он может воспринимать без возрастания их концентрации до уровня, вызывающего деформацию экосистемы и неприемлемого для человека. Различают емкость *геофизическую*, определяемую скоростью седиментации, *геохимическую*, обуславливаемую химическими превращениями, и *биологическую*, зависящую от темпа биоседиментации и биодетоксикации загрязнений [1, 6].

Гидробиоценозы представляют собой систему, противостоящую эвтрофикации и загрязнению водоемов, систему биологического самоочищения, направление и мощность работы которой в значительной мере определяют качество воды, ее биологическую полноценность. Под воздействием гидробионтов из природного минерала – воды образуется новое, более сложное биокосное тело, которое необходимо для нормального существования организмов, в том числе и человека. Гидробиоценозы – «биофабрики» питьевой воды, дающие в соответствии со своим состоянием продукцию разного качества, улучшение которого имеет существенное медико-санитарное значение. Поэтому изучение процессов биологического самоочищения водоемов и формирование качества воды с ростом цивилизации приобретает все большее значение [1, 10].

Освобождение воды от токсичных веществ, как правило, происходит в результате их биологического перемещения на дно. Захороняясь в грунт, токсиканты становятся менее опасными, тем более, что многие из них недолговечны (короткоживущие радионуклиды, нестойкие органические вещества) и могут полностью обезвреживаться за время пребывания в донных отложениях. Сам процесс биологического перемещения загрязнений из воды в осадки (биоседиментация) может быть следствием нормальной жизнедеятельности гидробионтов или их отмиранием с последующим опусканием на дно [1, 6].

Самоочищение воды – это неперенное звено в цикле круговорота воды в природе. Загрязнения любых типов при самоочищении водных объектов в конечном счете оказываются сконцентрированными в виде продуктов жизнедеятельности и отмерших тел микроорганизмов, растений и питающихся ими животных, которые скапливаются в иловой массе на дне.

Водные объекты, в которых природная среда уже не справляется с поступающими загрязняющими веществами, деградирует, и это происходит главным образом из-за изменений в составе биоты и нарушений пищевых цепочек, прежде всего микробного населения водного объекта. Процессы самоочищения в таких водных объектах минимальны или полностью прекращаются.

Приостановить подобные изменения можно только целенаправленным воздействием на факторы, способствующие уменьшению образования объемов отходов, снижению эмиссии загрязнения.

Согласно изложенной теории и других публикаций (например, [1–5, 7, 8, 10, 12–14]), представляем следующие рекомендации для решения проблем охраны биоразнообразия и окружающей среды:

1. Необходимым элементом природоохранной стратегии должно быть сохранение самоочистительного потенциала водоемов и водотоков.
2. Для перехвата биогенов, поступающих в небольшие водоемы с малой водосборной площадью, важно правильное обустройство прибрежной полосы, в частности ее облесение. Лесная полоса не должна вплотную подступать к берегу во избежание загрязнения водоема листовым опадом, оставление полосы луга шириной 15 м устраняет эту возможность.

3. Поскольку в процессах очищения воды активно участвуют организмы и наземные экосистемы, пограничные с водоемами и водотоками, то для сохранения качества воды необходима охрана биоразнообразия и этих прибрежных наземных экосистем.
4. Понятие антропогенного ущерба окружающей среде должно включать в себя, наряду с другими факторами, ущерб, вызванный антропогенным снижением самоочистительного потенциала водоемов и водотоков. Это вносит новый элемент в интерпретацию экологического законодательства – как международных законодательных и юридических документов, так и экологического законодательства Российской Федерации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Абакумов В.А.* Основные направления изменения водных биоценозов в условиях загрязнения окружающей среды. – В кн.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – Т. 2. – С. 37-47.
2. *Ардруз Дж., Бримблекумб П., Джикелз Т., Лисе П.* Введение в химию окружающей среды. – М.: Мир, 1999. – 272 с.
3. *Воронов А.Г., Дроздов Н.Н., Мяло Е.Г.* Биогеография мира. – М.: Высшая школа, 1985. – 271 с.
4. *Воронов А.Г., Дроздов Н.Н., Кривоуцкий Д.А., Мяло Е.Г.* Биогеография с основами экологии. – М.: Изд-во МГУ, 1999. – 392 с.
5. *Гальперин М.В.* Экологические основы природопользования: Учебник. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2003. – 256 с.
6. *Константинов А.С.* Общая гидробиология: Учеб. для студентов биол. спец. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 472 с.
7. *Кроткевич П.Г.* Роль растений в охране водоемов. – М.: Наука, 1982.
8. *Моисеев Н.Н., Александров В.В., Тарко А.М.* Человек и биосфера. – М.: Наука, 1985.
9. *Мосин О.В.* Самоочищение водоёмов от ПАВ. http://www.o8ode.ru/article/answer/planet-water/camoo4iqenie_vodoemov_ot_pav.htm
10. *Остроумов С.А.* Введение в биохимическую экологию. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 176 с.
11. *Реймерс Н.Ф.* Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы) – М.: Журнал «Россия Молодая», 1994. – 367 с.
12. *Сметанин В.И.* Восстановление и очистка водных объектов. – М.: Колос, 2003. – 157 с.
13. *Хвастунов А.И.* Экологические проблемы малых и средних промышленных городов: оценка антропогенного воздействия. – Йошкар-Ола, 1999. – 247 с.
14. *Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д.* Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.
15. *Вишневецкий В.Ю., Вишневецкий Ю.М.* Анализ воздействия загрязняющих веществ на поверхностные водные объекты // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2009. – № 7 (96). – С. 135-139.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н. С.П. Тарасов.

Вишневецкий Вячеслав Юрьевич

Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: vvu@fep.ti.sfedu.ru.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: 88634371795.

Кафедра электрогидроакустической и медицинской техники; к.т.н.; доцент.

Вишневецкий Юрий Михайлович

E-mail: vym09@mail.ru.

Vishnevetsky Vyacheslav Yurevich

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Autonomous Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: vvu@fep.tti.sfedu.ru.

44, Nekrasovsky, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: +78634371795.

The Department of Hydroacoustic and Medical Engineering; Cand. Eng. Sc.; Assistant Professor.

Vishnevetsky Yury Mihajlovich

E-mail: vym09@mail.ru.

УДК 615.471:616-073.97:616.831:681.3.06

Л.А. Дорогобед, Д.Ю. Душенин, А.В. Лучинин, Т.А. Момот

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА
НА ОСНОВЕ СОЛИТОННОЙ МОДЕЛИ**

Одним из главных принципов при разработке и применении управляющих ритмовоздействующих устройств является принцип биорезонанса – совпадение ритма воздействующих импульсов с биоритмами организма, отдельных его физиологических систем и органов. Управление функциональным состоянием человека-оператора с помощью биологических обратных связей (БОС) развивается бурными темпами, особенно в последнее десятилетие. В качестве параметра, по которому идет регулирование состояния, может выступать мышечная активность, сердечно-сосудистая деятельность, кожный потенциал, ЭЭГ и др. Исследована возможность управления с помощью БОС межполушарной асимметрии. На солитонной модели ЭЭГ показана возможность разделения сигналов, снятых с симметричных отведений на лево- и правополушарные компоненты.

ЭЭГ; солитон; функциональная асимметрия мозга; нервный импульс; БОС.

L.A. Dorogobed, D.Yu. Dushenin, A.V. Luchinin, T.A. Momot

**SIMULATION OF BRAIN ELECTRICAL ACTIVITY IN VARIOUS REGIONS
OF EEG BASED ON SOLITON MODEL**

One of the main principles in the development and application of ritm influencing control devices is bioresonance – matching of interacting pulses rate with the biorhythms of the body, some of its physiological systems and organs. Control of the functional state of the human operator by means of biological feedback (BFB) is growing at a rapid pace, especially in the last decade. As an option, along which the state regulation may act as muscle activity, cardiovascular activity, skin potential, EEG, etc. The possibility of control of semisphere's interface asymmetry using biofeedback was investigated. On models of EEG the possibility of separating signals, taken from the symmetric derivations on the left and right-brain component was shown.

EEG, soliton; functional brain asymmetry; nerve pulse; BFB.

Сегодня функциональная асимметрия становится едва ли не первостепенной проблемой науки о мозге человека. Новые пути и приемы изучения функциональной специализации полушарий были развиты с помощью нейрохирургии. Даже и при электрическом раздражении, и пробе со снотворным не всегда позволяют четко выделить активность левого или правого полушарий каждого в отдельности. Поэтому никак не удастся сравнить функции правого и левого полушарий у одного и того же человека. Операция, при которой перерезаются все нервные пути, связывающие оба полушария, получившая название «расщепление» мозга и проводимые для предотвращения распространения патологического возбуждения из