

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

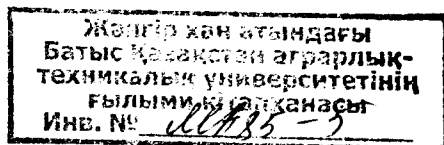


**Западно-Казахстанский аграрно-технический
университет им. Жангир хана**

Р.М. Курмангалиев

**ВОДА В БИОСФЕРНЫХ
ПРОЦЕССАХ**

Уральск 2010



ББК 28.082

К93

~~УДК 502.65~~

Рецензенты: М.Н. Сдыков, доктор ист.наук,
А.Г. Галимов, канд.геог. наук,
М.М. Фартушина, канд. биол. наук.

Курмангалиев Р.М.

К 93 Вода в биосферных процессах Издание переработанное и дополненное. Уральск: Зап.-Казахст. аграр.-техн. ун.-т им. Жангир хана, 2010.-110 с. библиогр. 91 назв., иллюстр.3; табл.4

ISBN 9965-553-01-7

В книге изложены проблемные вопросы естествознания, связанные с деятельностью воды в биосфере Земли. Среди них: принцип гетерогенности климата Центральной Азии, вопрос естественнонаучного обоснования статуса Каспийского моря, принцип устойчивости водносолевого баланса внутренних водоемов Азии. Затронуты вопросы гидробиологического круговорота и преобразования химического состава воды в отдельных звеньях взаимодействия с живым веществом, физической сущности явления аномальной биологической активности водных растворов, связанной с природой магнетизма вещества.

Книга рассчитана на научных сотрудников, преподавателей, студентов и магистрантов высших учебных заведений.

ББК 28.082

УДК: 502.65

ISBN 9965-553-01-7

© Курмангалиев Р.М., 2010

© РГКП «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», 2010

ВВЕДЕНИЕ В ПРОБЛЕМЫ

Конец XX столетия характеризовался проявлением качественно новых проблем перед человечеством, так называемых глобальных проблем, обусловленных высокой индустриализацией производства и сложной взаимосвязью научно-технических, экономических, и политических процессов в различных странах мира, быстро растущей масштабностью эколого-экономических явлений. Отдельные отраслевые проблемы стали все чаще перерастать в общественнонаучные. Связано это было с тем, что они возникли как последствия деятельности не одной, а многих отраслей хозяйства, сопровождаясь изменениями не одной, а многих компонентов, изменениями, которые уже затрагивали проблемы здоровья человека на обширных пространствах, а нередко приобретали и глобальный характер.

Все чаще оказывается, что сложившихся знаний о некоторых глубинных явлениях просто нет, и "приложение" существующих знаний к решению поставленной задачи ничего не дает. Нужен поиск новых фундаментальных закономерностей, особенно в малоизученной сфере взаимодействия общества с природой.

Проблема формирования и изменения климата является очень сложной, многофакторной в "климатической машине" планеты. На ее развитие направлены усилия многих ученых, но имеющиеся модели пока не позволяют давать надежный прогноз изменений климата.

Как сторонник простых явлений и процессов в жизни природы, автор принимает достаточно упрощенную модель закономерной смены климатических эпох Евразии, разработанную В.В.Шулейкиным (1970) и дополненную Л.Н.Гумилевым (1966, 1967). Эта модель функционирует как равновесная (обратимая) термодинамическая система Д.Гиббса в определенных границах термодинамической геосферы (тропосферы), которая определяется в своих свойствах первостепенными параметрами - температурой и давлением. Она рассматривается как область разнообразных динамических физико-химических равновесий, стремящихся достигнуть устойчивого состояния, непрерывно нарушаемого входением в нее чуждых данному равновесию проявлений энергии, соответствующих полному циклу солнечной активности в 22-23 года. Динамика этих процессов, лежащих в основе закономерных

изменений климата, рассмотрена в очерке "О механизме гетерогенности климата Центральной Азии".

Вопрос естественнонаучного обоснования статуса Каспийского моря возник недавно, в связи с образованием в его бассейне пяти суверенных Прикаспийских государств и необходимости международно-правового разграничения акватории моря. Прежнее физико-географическое определение Каспия, как "огромного озера", не имеющего непосредственной связи с Мировым океаном, оказывается дискуссионным, как и вообще проблема совершенствования, а возможно, и пересмотра принципов территориальной организации географического пространства.

Поскольку общее естествознание как наука еще не сложилась, а физическая география не в состоянии выполнить функции науки о системах земной коры (требующей знаний наук о Земле, биологии, физики, химии), мы попытались выйти за пределы географии, прибегнув к методу соотношения общенаучного и собственно географического. Вследствие своей уникальности указанный географический объект рассмотрен нами с позиций трех природных критериев: геологического, гидролого-климатического и биолого-экологического. Выполненный естественнонаучный анализ показывает, что Каспий представляет собой типичную морскую геосистему и иные географические определения к нему не приемлемы.

В очерке "О явлении естественного рассоления внутренних водоемов Центральной Азии" показано, что процессам накопления солей в озерных водоемах противостоит явление естественного рассоления. Фактором длительного сохранения солевого баланса замкнутых водоемов выступает подземный фильтрационный отток воды в прибрежную озерно-аккумулятивную зону. Он возникает вследствие резко неодинакового испарения с поверхности самого озера, а также с поверхности мелких отшнурованных озер и грунтовых вод (на предельно переувлажненных участках). Близкое залегание грунтовых вод, наличие соровых озер, заболоченностей обуславливают высокие испарительные потери, которые в 5 раз могут превышать величину испарения с поверхности озера. В результате на прибрежной озерно-аккумулятивной равнине формируются локальные депрессии, где уровень грунтовых вод залегает много ниже отметки уреза воды в основном водоеме. Благодаря гидростатическому градиенту происходит фильтрационный отток воды из озера, посредством которого в

прибрежную зону выносятся большое количество растворенных солей. Поэтому на прибрежных переувлажненных участках гидрофильных ландшафтов формируются обширные зоны интенсивного засоления грунтовых вод (рассолов).

В естественных науках о Земле сложилось упрощенное представление о круговороте воды в природе. Оно сводится, по существу, к понятию общего гидрологического круговорота, предопределяемого простой суммой физических и химических движений. Это не отражает всего многообразия движения воды в биосфере и не согласуется со сложным круговоротом веществ и энергии на Земле.

Рассматривая круговорот воды в природе как сложную геологическую форму движения, в которой взаимодействуют различные формы движения - физические, механические, химические и биологические, необходимо, по-видимому, различать малый гидробиологический, биогидрологический и большой геологический круговороты воды.

Полный трансформационно-миграционный цикл воды в гидробиологическом круговороте создается в основном биологической формой движения. В нем ежегодно биологическими силами перемещаются массы воды, достигающие десятых долей процента вод Мирового океана, а в немногие сотни лет через живое вещество проходят массы воды, превышающие вес Мирового океана.

Химический состав воды Мирового океана отражает состав живого вещества суши. Но внутренняя вода значительной группы морских организмов (костистые рыбы, пресмыкающиеся, млекопитающие) и водные соки растений, даже и сейчас живущих в океане, совершенно отличны от химического состава его вод. Указанные парадоксальные явления происходят по своим особым законам геохимических миграций, на что впервые обратил внимание В.И.Вернадский.

Накопленный опытно-экспериментальный материал позволяет расширить наши представления о процессах изменения химического состава и физических свойств воды в отдельных звеньях взаимодействия с живым веществом, как частных проявлений более мощного явления диссимметрии и организованности биосферы.

Многолетние исследования автора в слабо изученной области - физике ассоциированных растворов, позволили с новых позиций объяснить физическую сущность явлений аномальной биологической активности природных вод и растворов,

связанную с природой магнетизма вещества. Выявлено ранее не известное явление диа- и парамагнитного эффекта водных растворов при взаимодействии с биологическими телами (организмами). Оно заключается в двояком влиянии магнетизма на живые вещества: может благоприятствовать и стимулировать развитие органической жизни или быть неблагоприятным и даже губительным для нее.

Особое значение для науки имеет установленная автором неоднородность магнитной восприимчивости организма человека и теплокровных животных: ткани тела диамагнитны, кровь - не имеет магнитного момента или слабопарамагнитная. Этим обеспечивается усвоение в органах только диамагнитных веществ, а магнитная нейтральность крови способствует насыщению организма кислородом (газом - парамагнетиком), который необходим для протекания окислительных процессов. Автор надеется, что работа заинтересует ученых, работающих в области магнетизма ассоциированных растворов, так как на сформулированных научных положениях могут базироваться научно-прикладные разработки с высоким социально-экономическим эффектом.

Сложность решения экологических проблем часто заключается в том, что интенсивная производственно-хозяйственная деятельность человека влечет за собой:

- 1) расширение масштабов антропогенного воздействия на природную среду от локального до регионального и глобального;
- 2) возникновение необратимых изменений природных условий или отдельных компонентов среды;
- 3) введение в природные геохимические процессы (биогеохимический круговорот) химических элементов и соединений, не имеющих себе аналогов в природной обстановке.

Такие отрицательные последствия возникли в природных экосистемах Западно-Казахстанской области, в частности, на территории южных районов, прилегающих к военным полигонам "Азгыр", "Капустин Яр" и в бассейне озера Шалкар. Вследствие специфики разномасштабных техногенных преобразований, обычные методы устранения негативных последствий и оздоровления окружающей среды здесь не приемлемы. Поэтому в работе рассматриваются и рекомендуются биологические способы оздоровления загрязненных экосистем, как менее трудоемкие и реально эффективные в данных условиях.

*"Знает ли кто, что такое степь
безводная? Есть ли другое место на земле,
где все так чуждо человеку, где земля бела от
соли, а от неборимой жажды сохнут даже
глаза?"*

А. Черкасов. Хмель, 1967

О МЕХАНИЗМЕ ГЕТЕРОГЕННОСТИ КЛИМАТА ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Принцип гетерогенности климата Центральной Азии, выражающийся в периодическом усыхании и увлажнении степей и изменении водного режима внутренних водоемов, позволяет говорить о вековых глобальных колебаниях климатического режима.

Мы живем сейчас в межледниковом периоде, который продолжается примерно 10000 лет. В течение его выделяют четыре эпохи: две теплые с пиками около 5000-3000 лет и 1000-800 лет назад, и две холодные - с минимумами примерно 2900-2300 и 550-125 лет назад. Таким образом, последняя теплая эпоха была в период 985-1185 гг. н.э., а последняя холодная - с 1435 по 1860 гг. н.э. (Д.Гриббин).

Самые различные данные свидетельствуют о том, что начало второго тысячелетия (период 900-1200 годов) отличалось потеплением более сильным, чем в нашем столетии. Температура воздуха в средних широтах была на 1°C выше современной [1]. Затем, в XIII-XV вв. последовало похолодание, а в XVI веке - новое потепление, сравнимое с современным. С XVII в. началось новое похолодание, которое продолжалось с небольшими перерывами примерно до середины XIX в. Средняя глобальная температура в этот период понижалась на 1-2° по сравнению с современной. Эпоху XIII-XIX вв. нередко называют "малым ледниковым периодом", хотя фактически было два холодных периода, разделенных теплым XVI столетием [2].

Начиная с 1880-х годов, происходило постепенное потепление климата, продолжавшееся до начала 40-х годов. Максимум его достиг примерно в 1930 г., когда температура воздуха в Евразии повысилась на 0,6°C (М.И.Буденко) по

сравнению с окончанием XIX в. Затем наступил период похолодания, продолжавшийся до конца 60-х годов, а с начала 70-х годов он сменился новым интенсивным потеплением, переживаемым и в настоящее время. Это связывают с уменьшением меридионального термического градиента и перемещением в умеренные широты субтропического пояса высокого давления.

Китайские и японские ученые, изучавшие очень подробные и точные летописные источники утверждают, что и в этих странах в начале нашей эры и в XVII-XIX веках было влажнее и холоднее, чем сейчас, а в начале I тысячелетия до нашей эры и в средние века - суше и теплее [3]. Исследования Чжоу Ку-чжена, извлеченные метеорологические записи из китайских летописей за последние 2000 лет, показали, что можно говорить только о пульсации климата Китая, но никак не о его тенденции к ариднему типу [4].

Поскольку аридность и озерность - явления сопряженные, представляет интерес рассмотрение основных этапов развития озер в четвертичный период [5].

Древние четвертичные озера были приурочены к западной (и северо-западной) части Центральной Азии, на востоке же сколько-нибудь значительные по размерам озера насчитывались единицами. Общей гидрологической особенностью их являлось чередование временного, местами значительного обводнения с временным усыханием, вплоть до полного пересыхания мелких озер. При этом среди четвертичных бассейнов можно различать водоемы, вызванные к жизни древним оледенением, и озера, которые существуют вне связи с ним.

Некоторые древние озера, образовавшиеся в результате таяния вековых запасов льда, существовали сравнительно недолго, например, Пичан-Караджальское озеро [5]. Изучение стратиграфии древних озерных отложений, произведенное Е.И.Селивановым (1959), показало, что общее усыхание озер началось в среднечетвертичную эпоху. Дальнейшее угасание древних озер Центральной Азии связывается с окончанием ледникового периода и установлением климатического режима, близкого к современному. Этот режим проявлялся в последовательной смене подъемов и спадов уровней озер,

обусловленных цикличностью режима атмосферных осадков и температуры воздуха. А.В.Шнитников [6,7] установил для озер Евразии наряду с короткими циклами колебания уровней (29-45 лет) наличие длительных циклов продолжительностью 1800 лет. Он предположил, что "чрезвычайное многоводье системы оз.Балхаш в XV-XVI вв., а может быть и ранее" связано с максимумами из таких циклов [6, с.72].

В.В.Шулейкиным [8] разработан глобальный и региональный механизм циркуляции воздуха и влаги для атмосферы, океана и суши, подобный термодинамическим машинам. Энергия циркуляции по типу планетарной машины 1-го рода обусловлена наличием постоянного резкого контраста (градиента) температур между холодными полюсами (холодильники) и теплой экваториально-тропической зоной (нагреватель). Термобарические колебания и соответствующий им массоперенос воздуха и воды имеют здесь субмеридиональное направление. Так как зимой разность температуры больше, чем летом, то и атмосферные процессы имеют большие скорости, чем летом.

Циркуляция по типу термодинамической машины 2-го рода связана с большой инерцией океана и большим коэффициентом поглощения солнечной энергии (его альбедо, т.е. отношение отражения к поступлению тепла, равно лишь 8%), чем на материках. Это приводит к появлению разности температур между океанами и материками и соответствующего тепломассопереноса, имеющего субширотное направление. Региональные тепловые машины не только приурочены к отдельным крупным областям планеты, но в отличие от машин 1-го рода, положение холодильников и нагревателей в них может меняться местами. Например, для поверхностных слоев Земли в холодное время года нагревателями служат наиболее теплые области океана, а холодильниками - материки. В теплое время года ситуация меняется на обратную. У В.В.Шулейкина это машины 2-го рода, их работа определяет муссонную циркуляцию, т.е. муссонную смену полей давления и ветра. При этом подстилающая поверхность воздействует на нижний слой атмосферы мощностью 4-5 км, а тепломассоперенос и

распространение барических волн характеризуется широтным направлением.

Средняя температура у поверхности Земли на экваторе достигает $+26^{\circ}$, над полярными областями зимой - минус $34-36^{\circ}$, а летом - около 0°C . Разность температур между экватором и полюсами зимой составляет 60° , летом - лишь 26°C . Следовательно, КПД тепловой машины первого рода не превышает 20-25%. Разность средних температур пятикилометрового слоя воздуха в умеренных широтах между Атлантическим океаном и Азией составляет 24°C . Следовательно, КПД тепловой машины 2-го рода не превышает 10%. Он меньше, чем у машин 1-го рода [9]. Приведенные значения КПД показывают, какая наибольшая доля тепла, полученная над теплыми районами Земли (в низких широтах, над океанами), может превратиться в кинетическую энергию движения атмосферы.

При существовании меридионального термического градиента потока воздуха, растекающиеся из поясов высокого давления в сторону полюсов, отклоняются силой Кориолиса и образуют в умеренных широтах западные потоки. Основным механизмом междуширотного воздухообмена являются огромные внетропические вихри - циклоны и антициклоны. Они обеспечивают перенос в Северном полушарии теплых и влажных масс воздуха с юга на север, а холодных и сухих - с севера на юг. То же происходит в Южном полушарии.

При усиленном междуширотном обмене над европейской территорией России, Западной Сибирью и Западной Европой зима бывает холодной, так как при вторжении воздуха из Арктики здесь формируются антициклоны с характерной для них ясной погодой. Наоборот, при западном переносе воздуха в Европе, на Урале и даже в Западной Сибири температура воздуха заметно повышается (как в ноябре - декабре 1982 г. и зимние месяцы 90-х годов). Потепление обычно бывает связано с усиленным выносом теплого воздуха либо из районов Средиземного моря, либо с Атлантического океана - мощной теплоцентрали Европы и Северо-Западной Азии.

Благодаря термодинамической машине 2-го рода, прогретые и увлажненные массы воздуха мощностью по вертикали 5-7 км, распространяясь на сушу со стороны Атлантического океана, не только отепляют всю Европу, но и оказывают определенное влияние на значительную часть Северной Азии, вплоть до Якутии. При этом тепло переносится с запада не только над сушей, но и над северными морями.

Влияние Атлантического океана на климат Азии значительно больше, чем влияние омывающего Азию Тихого океана. Это объясняется преобладанием западного переноса масс воздуха в тропосфере. Поэтому Азиатский материк получает ничтожное количество тепла от такого огромного резервуара тепла, каким является Тихий океан. Именно, вследствие этого средняя температура января в Средней Европе, на широте 50° , равна приблизительно 1°C , а в Восточной Азии на той же широте и на таком же расстоянии от берегов Тихого океана температура января составляет -20°C [10].

В связи с тем, что в тропосфере преобладает общий западный перенос воздушных масс, теплые воды Северной Атлантики, смягчая климат Европы, мало влияют на климат Северной Америки, хотя этот материк находится от теплых течений Атлантики не дальше, чем Европа.

Высказанные естественнонаучные представления могут быть дополнены интересными положениями доктора Л.Н.Гумилева, полученными из обобщения обширных материалов этно-географических исследований Центральной Азии [11-14].

По его представлениям, климатический режим Евразийского континента формируется под влиянием влажных воздушных масс, поступающих с акваторий Атлантического и Тихого океанов. Механизм этого воздействия обусловлен существованием двух воздушных башен [13,14]. Одна из них стоит над северным полюсом - это полярный барический максимум. Вторая воздушная башня, затропический максимум,

высится над Сахарой и Аравией (рис.1). Она образуется чисто механическим путем, за счет вращения Земли, и ее основание постоянно размывается снизу из-за нагревания поверхности пустыни.* На существование двух полюсов повышенного давления на реальной Земле указывает и А.А.Дмитриев [9, с. 15]. Так что этот факт не является для науки новым.

Если полярный максимум в целом остается неподвижным, то башня затропического максимума постоянно передвигается то к северу, то к югу, в связи с чем изменяется и область низкого давления, представляющая своего рода ложбину (мощную теплоцентралу, по Х.П.Погосяну, 1983), по которой теплый и влажный воздух Атлантического океана в виде циклонов течет на континент Евразии. Эти внетропические циклоны и являются причиной выпадения осадков на этой территории.

Направление циклонов зависит от степени активности затропического максимума, которая прямо пропорциональна колебаниям солнечной активности, потому что солнечные лучи со всей силой упирают именно в тропическую зону земного шара и имеют наиболее высокие альбедо над пустынями. Напротив, на полярный максимум колебания солнечной активности почти не влияют, поскольку лучи лишь скользят по поверхности полярных областей.

В годы спокойного солнца, т.е. при малой солнечной активности, путь циклонов проходит через Средиземное и Черное моря, Северный Кавказ и Казахстан, вплоть до горных краев Алтая и Тянь-Шаня (рис.1). Здесь они задерживаются, влага, которую они несут с просторов Атлантики, выпадает дождями. Степные реки, текущие со склонов Алтая, Тарбагатая, Тянь-Шаня и Памира, становятся многоводными. Балхаш и Аральское море наполняются

* Мы допускаем существование второго затропического барического максимума – азиатского – над пустынями Гоби, Алашань, Такла-Макан.

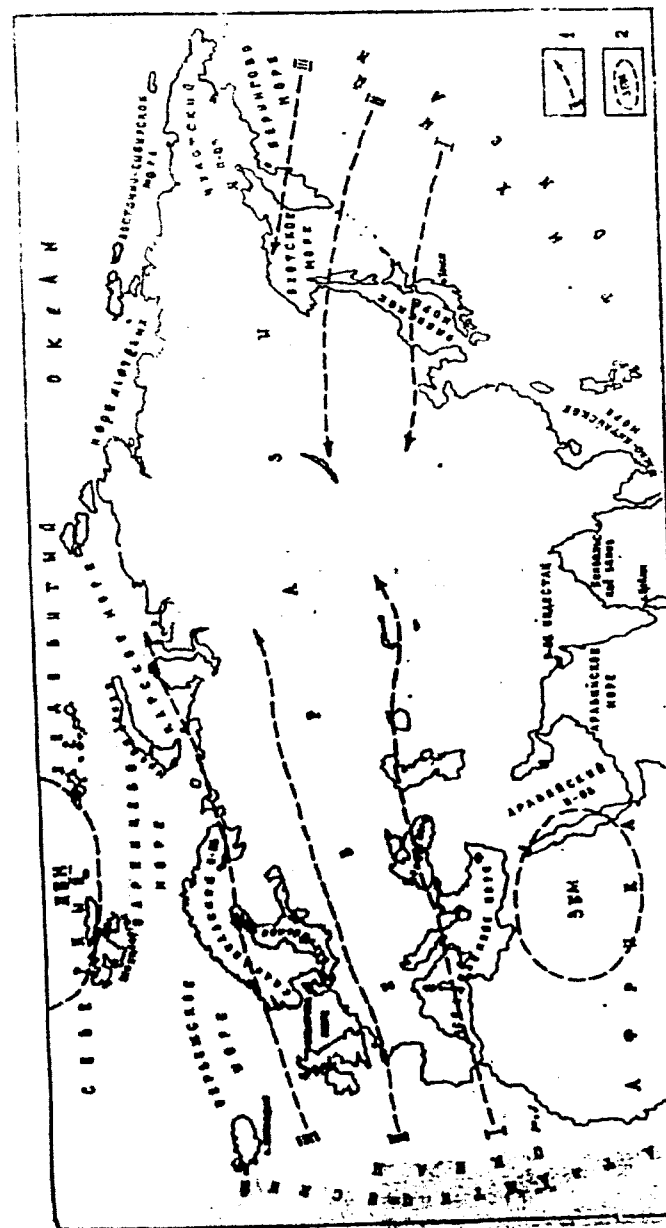


Рис.1. Схема движения Атлантических и Тихоокеанских циклонов на материк Евразия.
1 – пути движения циклонов: I – южный, II – срединный, III – северный (полярный);
2 – местоположение барических максимумов: ЗБМ – затропический барический максимум; ПБМ – полярный барический максимум.

водой и увеличиваются в размерах. Напротив, Каспийское море, получающее 81% воды из Волги, бассейн которой занимает среднюю полосу Европейской России, усыхает, сокращается в размерах. Количество осадков в бассейнах Волги и Камы, как и во всей средней полосе, сильно сокращается. Здесь мелеют и исчезают реки, озера превращаются в торфяники, стоят малоснежные суровые зимы, сменяющиеся сухим знойным летом. Далее к северу, в полярной зоне, Белое и Баренцево моря покрываются льдом, вечная мерзлота продвигается на юг, поднимая уровень озер в тундре.

С усилением солнечной активности затропический максимум начинает сдвигаться к северу, сдвигая в этом же направлении путь атлантических циклонов. Циклоны несутся над северной полосой Европы, европейской части России и Сибирью (рис.1). Количество осадков в зоне степей сильно падает. Степь начинает усыхать, Балхаш и Аральское море мелеют и сокращаются. Наоборот, Волга становится широкой и многоводной, Каспийское море увеличивается в размерах, наполняясь водой. Зима в лесной полосе становится многоснежной, мягкой, с частыми оттепелями, а лето – прохладным, дождливым.

Сейчас мы переживаем именно эту климатическую эпоху, наступившую в конце 60-х – начале 70-х годов. Индикатором может служить существенное понижение уровня воды в Балхаше, Арале и других бессточных озерах степной зоны, а также контрастное повышение уровня Каспийского моря, начавшееся на наших глазах с 1978 года. Во всей степной зоне установились малоснежные холодные зимы, сменяющиеся жарким засушливым летом. В лесной зоне, наоборот, обильные летние осадки вызывают местами затопления (Польша, Германия), а зимние снеговые осадки в районе Москвы и Подмосковья составляют в последние годы от 20 до 150 см.

В период наивысшей солнечной активности циклоны смещаются еще далее на север. Они проходят над Шотландией и Скандинавией к Белому и Карскому морям. Степь превращается в пустыни и полупустыни, граница лесной зоны продвигается на север. Волга мелеет, Каспийское море сокращается. Климат полярной зоны становится более теплым.

Таковы три основных варианта пути атлантических циклонов, от которых прямо и непосредственно зависит история Великой степи. Изменения в направлении циклонов происходят постоянно, и мы теперь имеем возможность хронологически датировать периоды увлажнения и усыхания степей Евразии [11].

Посмотрим, как изменялся климат степной зоны на протяжении исторического периода. В IV–III вв. до н.э., к которым восходят древнейшие письменные известия о народах Центральной Азии, был период увлажнения степи, связанный с южным вариантом прохождения циклонов. В это время уровень Каспийского моря был на 8 м ниже современного, хотя Узбой нес в него избыток вод Амударьи, не вмещавшийся в Аральское море. Затем постепенно количество осадков в степи стало падать: циклоны стали перемещаться в лесную зону. На I–III вв. н.э. падает эпоха усыхания степи. Балхаш и Аральское море сильно сократились, а уровень Каспия поднялся на 4 м.

В IV в. н.э. циклоны снова сместились на юг – и степь опять зацвела. Эпоха повышенного увлажнения в IX–X вв. сменилась засухой, поразившей центральноазиатские степи. За это время Приаральские степи покинули печенег, а Прибалхашские – карлуки [11].

В начале XI в. период засухи сменился увлажнением степи, а с середины XIII в. путь циклонов снова передвинулся в среднюю лесную полосу. К началу XIX в. Каспийское море поднялось на 8 м выше современного уровня. Великая степь опять вступила в период засушливого климата.

Циклоны на протяжении последующих столетий переместились в полярную зону – в степи происходило дальнейшее опустынивание [15]. Затем, в XVIII–XIX вв. они вернулись в среднюю полосу, а в XX веке, буквально на наших глазах, снова ушли на север [16].

Таким образом, сильные вековые засухи степной зоны имели место в III в. и в X в.; новая эпоха усыхания и опустынивания степи началась в конце XX в.

Аналогом атлантических циклонов в Восточной Азии являются тихоокеанские циклоны, точно также меняющие пути прохождения. Иногда они несут влагу в Монголию, и тогда сужается пустыня Гоби, зарастают лесом склоны Хэнтэя и

наполняется водой Байкал. Иногда, сдвигаясь к северу, они изливаются на склонах Яблоневого хребта и стекают обратно через Амур, а в третьем случае – орошают Камчатку. Эпохи прохождения муссонов хронологически совпадают с прохождением циклонов через западные степи. Доказательством этого служит уровень Байкала, на 50% наполняющегося через р.Селенгу из степной зоны. Он находится в оппозиции к Каспию и совпадает с Аралом и Балхашом [17].

Благодаря отмеченной закономерности, эпоха повышенного увлажнения степей в IX в. сменилась засухой, закончившейся в начале XI в. За это время произошло выселение из степей на ее окраины тюркских народов и обратное заселение степи приамурскими народами – предками монгол и монголоязычных татар, которые освоив новый богатый район, размножились и усилились [11,18].

Кроме отмеченного сходства географо-климатических условий западной и восточной окраин евразийской степи между ними наблюдается существенное различие: сезонность увлажнения. На западе, вплоть до Алтая и Тянь-Шаня, характерно почти полное отсутствие осадков летом и влияния атлантических циклонов зимой. Это значит, что летом степь выгорает, а зимой покрывается толстым слоем снега, который скот не может разгрести. При этом с циклонами связаны частые оттепели, при которых возникает гололедица (джут), и тогда животные гибнут массами. Поэтому кочевники используют степи под весенний выпас, а на лето угоняют скот в горы, где находятся роскошные альпийские луга в долинах между хребтами. На зиму же они заготавливают сено или отгоняют скот в песчаные массивы.

В Монголию муссоны приносят влагу летом, а зимой над степью располагается центр огромного антициклона. Зимой над степью стоят солнечные дни и тихая безветренная погода. Слабые ветры наблюдаются только по окраинам антициклона. Снега выпадает столь мало, что скот может круглый год находиться на подножном корму, причем на окраине Гоби выпавший снег не тает, а испаряется (вследствие инсоляции) на рассвете.

Летом Центральная Азия раскаляется солнцем, и в ней образуется континентальный тропический воздух, но дождей хватает на поддержание растительного покрова, и скот находит себе достаточно пищи даже на равнинах. Поэтому стада восточных кочевников находятся на пастбищах круглый год.

В засушливые эпохи повсеместно увеличивается забор воды из равнинных рек на хозяйственные нужды, особенно в оросительные системы. Это ведет к рассеиванию речного стока, высыханию русел, усиливает деградацию конечных водоемов стока. Примером можно считать наблюдающееся высыхание оз.Лобнор. В китайских летописях имеется указание, что древний город в дельте Кончедарьи (развалины Лоу-Лан) располагался на берегу озера площадью 1200 км². Чтобы мог существовать такой водоем, он должен был получать в среднем около 20 км³ речных вод. Однако в последние годы оз.Лобнор получало меньше половины этого объема, так как остальные воды интенсивно разбираются на орошение в Таримской впадине (р.Тарим, Аксу, Керири др.) [5].

На территории Казахстана в условиях аридного климата и хозяйственной деятельности человека во второй половине XX в. полностью деградировали крупные озера – Тенгиз, Кушмурун, Шалкар-Тениз и др. В конце 60-х годов началось усыхание Аральского моря, а в семидесятых годах – Балхаша.

Для подтверждения принципа гетерогенности климата Центральной Азии рассмотрим режим уровней оз.Балхаш за последние 150 лет. В этом промежутке (с 1850 г. по настоящее время) можно выделить несколько периодов циклических колебаний уровня [19].

Первый период, с 1850 по 1889 гг., характеризовался понижением уровня с темпом в один аршин (1 А = 71,12 см) за каждые 10 лет. В течение 40 лет общее снижение уровня составило более 2,5 м. Примерно с 1890 г. начался подъем уровня, который наблюдался в течение 20 лет (до 1910 г.) с интенсивностью 0,202–0,206 м/год. В последующие 36 лет (1911–1946 гг.) повышение вновь сменилось понижением уровня. П.Ф.Домрачев установил, что с 1910 по 1930 гг. уровень озера упал на 2,5–2,8 м [20]. В 1931 г. наблюдалось небольшое кратковременное повышение, однако, общий период понижения

уровня затянулся до 1946 года. С 1947 г. опять начался подъем уровня, продолжавшийся до конца 60-х годов, но затем он сменился новым спадом, наблюдаемым в настоящее время.

Таким образом, полный цикл изменения уровня оз.Балхаш составляет около 60 лет, причем подъем длится примерно 20 лет, а спад – около 40 лет. Последний состоит обычно из двух периодов, разделенных кратковременной сменой знака (как например в 1930 г.). Эти полуциклы подъема и спада уровня отвечают соответственно одной и двум последовательным климатическим эпохам, а их продолжительность соответствует 22-летнему критерию $u(t)$ солнечной активности с возможным сдвигом на 3 года по осадкам [9]. А.С.Монин, исходя из закономерной последовательности смены эпох увлажнения и усыхания степи, дал определение климатической эпохи, как статистический ансамбль состояний атмосферы за период порядка 30-40 лет [9]. Наконец, установленные А.В.Шнитниковым [7] циклы изменений уровня степных озер Западной Сибири и Северного Казахстана продолжительностью в 29-45 лет также отвечают данной закономерности.

Более длительный полуцикл спада уровня в озерах, в сравнении с его подъемом, объясняется тем, что при существовании трех основных вариантов путей атлантических (и тихоокеанских) циклонов создается только одна эпоха увлажнения в Азии, соответствующая 11-летнему периоду малой солнечной активности и южному положению пути циклонов (рис.1). Она наступает циклично, через две засухливые эпохи, отвечающие среднему и северному положениям пути циклонов, а соответственно периодам высокой и наивысшей солнечной активности.

В эпоху увлажнения степные реки с атлантико-арктической покатостью бассейнов и питаемые ими озера становятся многоводными с высокими положениями уровней, а Каспий, наоборот, мелеет и сокращается в объеме. С передвижением пути циклонов в среднюю лесную полосу степь начинает усыхать, водоемы мелеют и сокращаются, а Каспийское море, напротив, увеличивается в размерах вследствие возрастающего питания за счет р.Волги. Все реки, текущие со средней полосы на юг (Дон, Волга, Урал), становятся многоводными, с высокими

паводковыми разливами. Наконец, период наиболее сильной засухи в центральноазиатской степи соответствует северному (полярному) положению циклонов. В это время при продолжающемся обмелении и сокращении Балхаша и Арала (а равно и Байкала) прекращается подъем уровня в Каспии, начинается его медленный спад, а зоне степей прогрессирует процессы роста пустынь, гибели пастбищных угодий и культурных земель. Уровни воды в бессточных озерах резко понижаются с образованием солончаков и соров, а сток большинства рек лесной и степной зон резко сокращается. Например, сток Дона, Волги, Камы может уменьшиться на 5-20% [3].

В рассмотренном нами механизме смены климатических эпох заложены общепланетарные закономерности, вызванные изменением солнечной активности, силами вращения Земли и др. Принятая модель функционирует как равновесная термодинамическая система В.Гиббса в определенных границах термодинамической геосферы (тропосферы), которая определяется в своих свойствах первостепенными параметрами – температурой и давлением. Эта модель рассматривается нами как область разнообразных динамических физико-химических равновесий, стремящихся достигнуть устойчивого состояния, непрерывно нарушаемого воздействием внешних проявлений энергии, соответствующих полному циклу солнечной активности в 33-36 года. И изменить термодинамическую модель воздействием, например, антропогенных или техногенных факторов реально невозможно. Поэтому говорить о региональных процессах опустынивания земель, внутригодовых или многолетних инверсиях климата под влиянием техногенеза без учета переживаемой климатической эпохи совершенно неверно. Хозяйственная деятельность человека может, конечно, усиливать развитие негативных процессов, но только накладываясь на неблагоприятную, скажем, засухливую эпоху, как это случилось уже на примере с Аральской катастрофой.

Учитывая, что нынешняя засухливая эпоха, соответствующая среднему положению пути циклонов, началась во второй половине XX века (с конца 60-х годов), в начале нового

тысячелетия (после 2005 г.) Центральная Азия должна вступить в эпоху весьма засушливого климата.

Подтверждением этому может служить ожидаемая стабилизация и последующее понижение уровня Каспийского уровня. По прогнозному расчету КазНИГМИ [21], выполненному путем воднобалансового моделирования с использованием данных по стоку и видимому испарению из соответствующих рядов за 1556-1993 годы, общей наиболее вероятной тенденцией изменения уровня моря является его стабилизация на достигнутой отметке (-26,5 м) с последующим его понижением. Это заключение, базирующееся на автономном прогнозировании, в принципе совпадает с нашим предположением начала новой климатической эпохи, соответствующей периоду наивысшей солнечной активности, с учетом возможного сдвига по осадкам и стоку на 3 года.

Предстоящее вступление в эпоху экстрааридного климата создает дополнительные проблемы для всех Центральноазиатских государств.

Потребуется разработка специальных государственных программ устойчивого водообеспечения населения и народного хозяйства, поиска масштабных средств и способов борьбы против опустынивания земель, гибели пастбищных угодий и культурных земель.

Стратегия водохозяйственной деятельности должна, очевидно, сводиться к более полному и рациональному использованию разведанных запасов пресных подземных вод, как наиболее надежного и экологически чистого источника водоснабжения. Если уже сейчас треть населения Республики, а в сельской местности более 2/3 населения используют некачественную питьевую воду, то в условиях ожидаемого изменения режима гидросферы сокращение количества и ухудшение качества водных источников будет проходить более интенсивно. Поэтому особую роль призвано сыграть сокращение непроизводительных затрат и потерь воды (фильтрация, испарение и пр.), внедрение водоочистных, водооборотных технологий и замкнутых технологических циклов, особенно в теплоэнергетике, цветной металлургии, химической и перерабатывающей промышленности и в коммунальном

водоснабжении. Остро необходимо внедрение водосберегающих технологий в орошении – самой водоемкой отрасли. Реальным путем сокращения потерь воды является создание подземных водохранилищ и внедрение методов искусственного пополнения запасов подземных вод за счет magazинирования паводкового стока.

Надо реально смотреть на то, что в недалеком будущем каждый кубометр чистой воды питьевой будет стоить не дешевле 5-10 кубометров природного газа. Поэтому всю существующую систему водообеспечения надо переводить на использование надежных, экологически чистых водоисточников с одной стороны, с другой – на потребление экономически доступной для населения и народного хозяйства воды.

Когда настоящая работа была завершена, а некоторые ее положения были опубликованы в газете «Орал өңірі» (№ 3, за 8 января 1998 г.), в газете АиФ (№ 4, январь 1998 г.) появилась заметка-интервью сотрудника Всероссийского института сельскохозяйственной метеорологии, доктора физ.-мат. наук О.Д.Сиротенко «Тайга в тундре и степь под Москвой». В ней на вопрос, какие сюрпризы ожидают нас в будущем, и хватит ли у нас пригодных для сельского хозяйства территорий, чтобы прокормить себя, когда «парниковый эффект» даст о себе знать более явно? – ученый отвечает: «При реализации наиболее обоснованных сценариев изменения климата, среднегодовая изотерма -2°C сместится к северу и северо-востоку на 1000–1200 км. В результате чего эффективная площадь России удвоится и превысит 11 млн.кв.км. К середине XXI века Россия выйдет на первое место в мире по эффективной площади (сейчас она занимает лишь пятое место). Ожидаемый рост эффективной площади страны в 2 раза, а земельной территории в 1,5 раза – это лишь одна сторона медали. Климат станет не только более теплым, но, по-видимому, и более сухим. В результате этого площадь подверженной засухе степной и лесостепной зоны возрастет в 1,8 раз, и эта зона распространится к северу, вплоть до южных границ Московской, Владимирской и Нижегородской областей. Особенно далеко к северу продвинутся степи в Сибири.

Сухие же степи Поволжья и Северного Кавказа, по нашим прогнозам, сменятся настоящей пустыней».

Как видно, наши прогнозы уже подтверждены независимым исследователем и в дальнейшем число сторонников данной концепции будет, очевидно, возрастать.

В заключение следует сказать об излишней категоричности концепции «парникового эффекта» как фактора потепления климата, вследствие накопления в атмосфере CO_2 и малых газовых примесей. Такую идею вряд ли можно считать достаточно обоснованной. Тем не менее она прочно укоренилась в общественном мнении и вошла в научную литературу [1-3, 9]. Так, по данным Государственного гидрологического института к 2000 году ожидается повышение средней глобальной температуры на $1,3^\circ$ по сравнению с концом прошлого и первой половиной нынешнего столетия; к 2005 году – $2,5^\circ$, а к 2050 году – на $3-4^\circ\text{C}$ [3]. Это очень большая величина, превышающая исторически известные колебания климата.

В коллективном докладе Стокгольмской Международной научной конференции 1974 г. по окружающей среде, созванной ООН, говорится: «Сопоставление количеств освобождаемого в процессах горения во всем мире CO_2 с темпами роста содержания CO_2 в атмосфере показывает, что в воздухе накапливается приблизительно 55% освобождающегося CO_2 . Если это количество CO_2 будет продолжать оставаться в воздухе, а потребление горючих ископаемых будет продолжать увеличиваться приблизительно на 4% в год, то к 2030 г. содержание CO_2 в атмосфере удвоится по сравнению с допромышленной эрой» [22]. При этом на простых и сложных моделях показано, что удвоение количества CO_2 в атмосфере приведет к повышению средней температуры воздуха на $2,5^\circ\text{C}$.

Аналогично двуокиси углерода на атмосферу влияют и малые газовые примеси (закись азота, окиси азота, метан, фреоны др.), суммарный эффект которых приблизительно равен эффекту CO_2 . К этому можно добавить еще и отрицательную роль накопления в атмосфере жидких и твердых аэрозолей (сернистых, минеральных и углеводородных, в основном сажи). В теории формирования климата все эти явления относятся к

одному из важных климатообразующих факторов – составу атмосферы.

С позиций физической метеорологии такой подход к оценке «парникового эффекта» возможен и логичен, но с биохимических представлений о строении, составе и свойствах биосферы эта концепция оказывается несостоятельной. В физических моделях не учитываются два очень важных обстоятельства: 1) в отличие от круговорота энергии, большой геологический и биогеохимический круговороты вещества в биосфере являются стабильно равновесными; 2) углекислый газ, как и другие полярные газы, хорошо растворим в воде, кроме того, способен переходить в жидкое состояние при определенных соотношениях давления и температуры. А жидкая углекислота не растворяется в воде и не растворяет воду.

Еще в 1912 г. В.И.Вернадский [23] отметил замечательную черту в строении нашей планеты: все газы, образующиеся в биосфере, теснейшим образом связаны своим происхождением с жизнью, с живым веществом. Они всегда биогенны и являются преобладающей массой газов на нашей планете.

В результате суммарного действия живого вещества создаются все основные газы тропосферы и более высоких газовых оболочек – N_2 , O_2 , CO_2 , H_2S , CH_4 и др. – и определяются между ними количественные соотношения. Их состав количественно неизменен в ходе геологического времени. В общем чрезвычайно характерно для тропосферы, что отношение кислорода и азота (O_2/N_2) не зависит от уровня геоида и неизменно идет до поверхности инверсии Тейссера де Бора и дальше в разреженную газовую массу стратосферы, в объемных процентах – 21/78, в весовых – 23/75,5 [24]. Факт постоянства отношения O_2/N_2 в тропосфере явился совершенно неожиданным. Этим сводилось на нет столетиями существовавшее представление о зависимости состава воздуха от силы тяготения и потеряла свое значение теоретически вычисленная на основании явлений тяготения формула Лапласа. Предполагали, что кислород исчезает кверху, так как он более тяжелый, чем азот. Этот факт имел и большое научное значение, так как

постоянство процентного количественного и объемного соотношений между O_2 и N_2 в тропосфере и стратосфере находится вне зависимости от химических реакций, ими производимых, перехода их в соединения и ухода их в космическое пространство. Неизменность этого соотношения свидетельствует о постоянстве состава тропосферы, которое связано со сложными физическими и химическими независимыми друг от друга геологическими процессами, поддерживающими непрерывно ее динамическое равновесие.

Ю.Одум признает, что «фотосинтетический «зеленый пояс» Земли и карбонатная система моря весьма эффективно удаляют CO_2 из атмосферы» [25]. Тем не менее, он полагает, что стремительное возрастание потребления горючих ископаемых вместе с уменьшением поглотительной способности «зеленого пояса» начинают влиять на атмосферный фонд круговорота. Отсюда вывод: «Можно думать, что в ближайшие десятилетия установится новое, но ненадежное равновесие между увеличением CO_2 (не пропускающей в космос излучаемое тепло) и увеличением пыли и загрязняющих частиц (которые отражают поступающие лучи). Любое значительное изменение в тепловом бюджете обязательно повлияет на климат Земли» [25].

Если допустить возможность техногенного нарушения в равновесном круговороте CO_2 (в равной мере углерода), то нужно говорить не только и не столько о неизбежном изменении климата (тем более в цифровом выражении), сколько о неизбежном изменении в круговоротах кислорода, водорода, азота и других веществ, непосредственно взаимосвязанных между собой. А это – уже глобальная катастрофа для всего живого на Земле! Поэтому такого рода глобальные прогнозы требуют более строгого естественнонаучного обоснования.

Среди природных газов после азота и кислорода исключительное значение имеет углекислота, с накоплением которой связывают явление «парникового эффекта». Этот газ поступает из земных недр, при гниении (окислении) и сгорании

органических остатков, выделяется при сгорании топлива, при дыхании животных и хлорофильных растений (ночью), высвобождается из океана и других природных вод при повышении их температуры. Термодинамическая область устойчивости газообразной углекислоты находится в области подземной тропосферы, где могут существовать температура и давление выше ее критической ($31^\circ C$ и 75 атм). Поскольку углекислота переходит в жидкость при давлении 60 атм и $20^\circ C$, или 36 атм и $0^\circ C$, в форме газа она может находиться уже на относительно небольшой глубине. Следовательно, мы имеет определенную поверхность, выше которой газообразной CO_2 почти нет: она может быть только жидкостью или в виде анионов HCO_3^- и CO_3^{2-} . Тем не менее, за исключением верхней – холодной части биосферы, где CO_2 наиболее устойчива в жидком состоянии (нижняя критическая точка – 0 атм и $-76^\circ C$), она в газообразном состоянии не меньше охватывает биосферу, чем свободный кислород. Ионы HCO_3^- и CO_3^{2-} влияют на газовый обмен, так как каждый из них отвечает парциальному давлению одной молекулы CO_2 . Вследствие этого в приповерхностной гидросфере устанавливается поглощение водой CO_2 из воздуха или отдача его в воздух. Указанные свойства углекислоты и, в частности, сохранение парциального давления CO_2 неизменным при нахождении ее в виде иона HCO_3^- оказывает резкое увеличение поглощения CO_2 природными водами в количествах, значительно больших, чем это вытекает из растворимости газообразной CO_2 в химически чистой воде. Этим явлением обеспечивается саморегуляция газообразной углекислоты в тропосфере в оптимально равновесном малоколеблющемся объеме – 0,03%. Избыточное количество углекислоты часто захватывается, поглощается атмосферной влагой и выпадает в виде «кислых дождей». В общем же, постоянное перемешивание воздушными течениями, главным образом турбулентными движениями, воздушных слоев тропосферы служит одним из важных факторов постоянства ее состава, сложившегося в миллиарды лет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Монин А.С., Шишков Ю.А. Глобальные экологические проблемы (часть 1. Климат и его изменения). М.: Знание, 1990. 48 с. (Сер. «Науки о Земле». №7).
2. Котляков В.М., Гросвальд М.Г., Кренке А.Н. Климат Земли: прошлое, настоящее, будущее. М.: Знание, 1985. 47 с. (Сер. «Науки о Земле». № 12).
3. Селиванов А.О. Изменчивая гидросфера Земли. М.: Знание, 1990. 47 с. (Сер. «Науки о Земле». № 10).
4. Мурзаев Э.М. Народная Республика Монголия. М., 1952.
5. Кузнецов Н.Т. Воды Центральной Азии. М., 1968. 272 с.
6. Шнитников А.В. Общие черты колебания уровня озер и увлажненности территории Евразии в связи с солнечной активностью // Бюлл. комис. по исслед. Солнца АН СССР, 1949. № 3-4. С. 65-78.
7. Шнитников А.В. Внутривековые колебания уровня степных озер Западной сибирь и Северного Казахстана и их зависимость от климата // Тр. Лабор. озероведения АН СССР, 1950, 1. С. 28-129.
8. Шулейкин В.В. Взаимодействие звеньев в системе «океан – атмосфера – материка» // Материалы V съезда Географич. общ-ва СССР. Л., 1970. 29с.
9. Дмитриев А.А. Солнечная активность, погода и климат. М.: Знание, 1987. №8. 48 с. (Сер. «Науки о Земле»).
10. Таубер Г.М., Погосян Х.П. Атмосфера, погода, климат. М.: Знание, 1983. 48 с. (Сер. «Науки о Земле». № 3).
11. Гумилев Л.Н. В поисках вымышленного царства. М., 1994. 480 с.
12. Гумилев Л.Н. Этногенез и биосфера Земли. Л., 1989.
13. Гумилев Л.Н. Гетерогенность увлажнения Евразии в средние века // Вестник ЛГУ, 1966. № 18.
14. Гумилев Л.Н. Роль климатических колебаний в истории народов степной зоны Евразии // История СССР, 1967. № 1.
15. Грумм-Гржимайло Г.Е. Рост пустынь и гибель пастбищных угодий и культурных земель в Центральной Азии за исторический период // Изв. Госуд.географич. общ-ва, 1933. Т.65. Вып. 5.
16. Абросов В.Н. Гетерогенность периодов повышенного увлажнения в аридной зоне // Изв. Всесоюзн. географич. общ-ва, 1962. № 4.
17. Афанасьев А.Н. Колебания гидрометеорологического режима на территории СССР, в особенности в бассейне Байкала. Л., 1967 / Автореф. докт. дисс.
18. Гумилев Л.Н. Древние тюрки. М., 1993. 526 с.
19. Тарасов М.Н. Гидрохимия озера Балхаш. М., Изд-во АН СССР, 1961. 227с.
20. Домрачев П.Ф. Материалы к физико-географической характеристике оз.Балхаш // Исследование озер СССР, 1933. Вып.4. с. 113-139.
21. Сыдыков Ж.С., Голубцов В.В., Куандыков Б.М. Каспийское море и его прибрежная зона. Алматы: «Алге», 1995. С. 142-143.
22. Физические основы теории климата и его моделирования. Л.: Гидрометеониздат, 1977. С.72 (пер. с англ.)
23. Вернадский В.И. О газовом обмене земной коры // Изв. АН СССР, 6, № 2. 1912. С. 141-162.
24. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1965. 374 с.
25. Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. С. 128-129 (пер. с англ.)

«Для естествознания факт правильно наблюденный, точно описанный и продуманно сопоставленный, составляет основу работы и является залогом успеха».

А.Е. Ферсман

О ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОМ СТАТУСЕ КАСПИЯ КАК МОРСКОГО БАССЕЙНА

Каспийское море и его бассейн издавна привлекают внимание исследователей. Однако доселе не возникало задачи научного определения его статуса, так как большинству естествоиспытателей он представлялся вполне очевидным.

Такой вопрос возник, однако, с образованием суверенных Прикаспийских государств (Азербайджана, России, Казахстана, Туркменистана) и необходимости принятия принципа соответствующего разграничения акватории моря.

Решение данного вопроса усложняется богатыми ценными рыбными ресурсами моря и обнаружением на его дне крупных месторождений нефти. Те государства, которые свыклись с многовековой практикой бесконтрольного, безраздельного «хозяйствования» на большей части акватории, конечно, не заинтересованы в каком-либо ограничении своих прежних возможностей. Понятно, что они выступают против морского статуса Каспия, а следовательно, и соответствующих норм международно-правового регулирования совместного водо- и природопользования в интересах всех Прикаспийских государств. В качестве главного аргумента своей позиции ими приводится школьно-географическое определение моря, как водного бассейна, имеющего непосредственную связь с мировым океаном.

К сожалению, такого же мнения придерживаются некоторые алматинские ученые и специалисты. Например, книга Сыдыкова Ж.С., Голубцова В.В., Куандыкова Б.М. «Каспийское море и его прибрежная зона» (Алматы, 1995), включающая еще 31 соавтора, начинается с утверждения: «Каспий, хотя и называется морем и по площади не уступает многим открытым морям мира, однако в классическом смысле представляет собой огромное озеро, не имеющее непосредственной связи с Мировым океаном и обладающее лишь некоторыми признаками моря» (подчеркнуто

мной – Р. К.). Видимо не случайно А.П.Чехов вложил в уста человека в футляре убийственный пример тривиальности: «Волга впадает в Каспийское море» – пример, также заимствованный из сферы школьной географии».

Ниже мы покажем научную несостоятельность подобных суждений, но пока ограничимся некоторыми общими замечаниями.

Принцип физико-географического определения моря, как и другие принципы (представления) в естествознании, не может быть всеобъемлющим, классическим, ибо всегда существуют ограничения, пределы или условия их применимости. Некоторые принципы, законы, считавшиеся долгое время классическими (например, механика Ньютона), таковыми уже не являются. В течение двух столетий систему И.Ньютона считали окончательным ответом на коренные вопросы науки, окончательной, раз и навсегда данной картиной мира. Но после появления теории относительности Эйнштейна и отказа от исходных идей ньютоновской механики, такое представление в корне изменилось. Эта переломная оценка нашла выражение в известном стихотворении Попа:

Природа и ее законы были покрыты тьмой,
Бог сказал: «Да будет Ньютон!», и все осветилось.
Но ненадолго. Дьявол сказал: «Да будет Эйнштейн!»,
И все вновь погрузилось во тьму.

В современной географии явно определились дискуссионные вопросы по ряду актуальных проблем – совершенствования, а возможно, и пересмотра принципов территориальной организации географического пространства, взаимодействия общества и природы, поиска путей решения многих фундаментальных проблем, вставших на пути понимания структуры земной природы и общества. Их можно условно разделить на две крупные группы [1]. Первая из них связана с представлениями об устройстве изучаемого нами мира, вторая – охватывает методологические проблемы. В первую группу входят вопросы [1]:

- об изоморфизме и уникальности географических объектов;
- о прерывности и непрерывности географической оболочки;
- о том являются ли географические объекты системами или естественноисторическими телами;

- об устойчивости и изменчивости геосистем и некоторые другие.

Тех, кто интересуется совокупностью современных знаний фактов и закономерностей, которыми оперирует географическая наука в решении проблем строения и жизни окружающего нас мира, системы его оценок и научно обоснованных действий по территориальной организации нашего взаимодействия с природой, мы отсылаем к работам В.С.Преображенского [1-3] и Р.Дж.Джонстона [4]. Для нас же интересны в них не только познавательная сторона обсуждаемых проблем (ведь география – это область поиска законов и закономерностей пространственной организации нашего земного шара), но и диалектико-методологические подходы в исследовании сложных вопросов естествознания.

Поскольку общее естествознание как наука еще не сложилась, а физическая география не в состоянии выполнить функции науки о системах земной коры (требующей объединения знаний физики, химии, биологии и наук о Земле), мы попытаемся выйти за пределы географии, прибегнув к методу соотношения общенаучного и собственно географического в своем исследовании.

Попытаемся рассмотреть затронутый вопрос с позиций трех природных критериев: геологического, гидролого-климатического и биолого-экологического.

Геологическую природу и историю развития Каспийского моря правильнее рассматривать во взаимосвязи с геолого-структурным строением и развитием всего водосборного бассейна.

О геологической истории водосборного бассейна Каспийского моря

Северная граница водосборного бассейна Каспия проходит по южной оконечности Ладожского озера, южная – по территории Ирана, на широте Тегерана, западная и восточная – соответственно по долготе 32° и 60°. Общая водосборная площадь – свыше 3,1 млн. км².

В этом огромном бассейне формируются стоки рек: Волги, Урала, Терека, Сулака, Самура, Куры и других более мелких,

постоянно или временно впадающих в море. Суммарный сток их варьирует от 205 до 460 км³/год, или в среднем порядка 300 км³/год. В северную часть впадают наиболее крупные реки - Волга и Урал, суммарный годовой сток которых составляет около 85% всего речного стока в Каспий.

Геологическое прошлое Каспийского моря и его котловины более тесно связано с историей геолого-структурного развития территории, прилегающей к морю и состоящей из двух крупных структурных элементов: Прикаспийской впадины - на севере и Туранской плиты - на юге.

Прикаспийская впадина представляет собой одну из наиболее крупных и обширных депрессий Русской платформы. С запада она ограничена зоной Доно-Медведицких и Саратовских дислокаций, с севера - поднятием Общего Сырта, с востока - складчатыми сооружениями Урала и Мугоджар, с юга и юго-востока - погребенными герцинидами (Северо- и Южно-Бузачинская ветви субширотной герцинской зоны А.Л.Яншина) [5].

На территории Прикаспийской впадины, прилегающей к Северному Каспию, выделяются следующие структурные зоны: Юго-Восточная прибрежная, Эмбенская, Юго-Западная и Центральная. С юга и юго-востока краевую зону Прикаспийской впадины ограничивает крупный глубинный разлом, служащий рубежом между этой впадиной и Туранским горноостровным плато - на востоке Среднего Каспия.

Западнее Уральской складчатой области располагается Предуральский передовой прогиб, сформировавшийся вдоль зоны крупных разрывов и флексур, которыми ограничиваются с запада горные структуры Урала и Мугоджар. В его строении принимает участие мощная толща пермских и триасовых отложений. В вертикальном разрезе выделяются три характерных комплекса. Нижний сакмарско-артинский комплекс выражен мощными грубообломочными породами типа моласс, сменяющимися на западном склоне прогиба карбонатными отложениями. Следующий, кунгурский комплекс представлен типичной соленосной формацией, замещающейся на востоке сульфатно-терригенными отложениями. Верхний,

пермтриасовый комплекс образован красноцветами с мощными пачками конгломератов на востоке.

На тектонической схеме М.П.Казакова [5] к югу от Русской платформы продолжение Предуральского герцинского прогиба проходит через Южно-Эмбенское поднятие, район Астрахани, и смыкается с Донецким. Здесь он именуется Северо-Каспийским прогибом.

В районе Астрахани глубокими скважинами вскрыт сакмарско-артинский комплекс, по составу и строению аналогичный таким же отложениям Актюбинского Приуралья. Севернее появляется соленосный комплекс кунгура, а затем красноцветный пермтриаса. Аналогичная картина обнаруживается и в пределах Южно-Эмбенского гравитационного максимума. Глубокой опорной скв.5 под нижней юрой здесь вскрыты кунгурские отложения, сходные по своему составу и строению с кунгурским комплексом Актюбинского Приуралья. К северу от Южно-Эмбенского поднятия появляется мощный соленосный комплекс и красноцветы пермтриаса, достигающие мощности более 3000 м.

Важно отметить, что в южной части Южно-Эмбенского поднятия вскрыта (опорной скв.7) толща грубообломочных известняков нижнего карбона мощностью более 2000 м. Общий план строения карбона Предуральского краевого прогиба, с которым сопрягается Южно-Эмбенская зона, оказывается близко сходным с разрезами карбона Русской платформы. Состав каменноугольных отложений указывает на то, что в это время существовала обстановка, близкая к платформенному режиму развития.

В нефтяной геологии одним из распространенных типов неструктурных (седиментационных) ловушек, образующихся в процессе осадкообразования, являются рифовые постройки. С рифами связаны крупнейшие залежи нефти и газа. В Российской Федерации - это Предуральский краевой прогиб, Камско-Кинельская система прогибов и др. [6]. Во всех случаях подобные рифовые постройки формируются за счет жизнедеятельности рифостроящих организмов (в теплых водах).

Для нас также важно, что наиболее мощные соляные (соляно-ангидритовые) толщи, широко развитые в

Прикаспийской впадине, известны и в Предуральском прогибе. Нижнепермская (кунгурская) соленосная толща Предуральского прогиба протягивается узкой полосой вдоль всего Уральского хребта и составляет около 100 тыс. км² при мощности от 200 до 1000 м [6]. Совершенно очевидно, что в каменноугольное и раннепермское время большая часть Русской платформы представляла огромный морской бассейн с умеренно-теплыми водами, в котором происходило формирование рифовых построек. В конце нижнепермского времени (кунгурская ярус) все карбонатные толщи, включая рифовые постройки, оказались погребенными под мощной соляно-ангидритовой толщей. Накопление последней также происходило в условиях единого солончатого морского бассейна, постепенно отступающего к границам Предуральского прогиба и Прикаспийской впадины. Этот обширный морской бассейн располагался в умеренно-теплой зоне, соответствующей сульфатной гидрохимической провинции В.А.Ковды.

Таким образом, в верхнепалеозойском этапе развития Прикаспийская впадина вместе с Московской входила в состав единой Восточно-Русской впадины. Только в конце этого этапа, в середине перми и в триасе произошло обособление Прикаспийской впадины. В юрское время определились общие черты тектонического плана: были заложены основные структурные элементы (прогибы, поднятия мезокайнозойского комплекса), группирующиеся в тектонические зоны [5]. При этом в западной краевой части Прикаспийской впадины, на границе со складчатыми структурами Кавказа, обозначилась наиболее погруженная зона прибортового прогиба, в пределах которой в дальнейшем сосредоточились водные массы с территории более обширного Северо-Каспийского прогиба.

В течение мезозойского и палеогенового этапов развитие Прикаспийской впадины происходило в условиях преобладающего погружения. Тектонический режим, наметившийся в юре, сохранялся и в нижнемеловое время. После поднятий в конце юры снова возобновляются погружения, сопровождаемые обширными трансгрессиями. Поднятия конца нижнего мела не привели к существенному изменению режима колебательных движений в последующее время. В верхнем мелу

происходит только ослабление погружений и более спокойное развитие колебательных движений с меньшими размахами колебаний. Основная область погружений смещается в западную половину Прикаспийской впадины.

Тектонический режим верхнемелового времени сохраняется и в палеогене. Наиболее интенсивные погружения происходили также в западной половине Прикаспийской впадины. В палеогене завершается формирование основных структур и Прикаспийская впадина приобретает современные черты тектонического строения.

В конце палеогенового этапа развития произошли крупные поднятия, которые привели к длительному континентальному перерыву, продолжавшемуся до акчагыла (плиоцен). Начиная с акчагыльского времени, в западной части Прикаспийской впадины возобновились погружения, вызвавшие неоднократные трансгрессии.

Тектоническое развитие в четвертичное и современное время проявилось в основном в нисходящих движениях, обусловивших развитие бакинской, хазарской, хвалынской и новокаспийской трансгрессий Каспия. Области увеличенных мощностей четвертичных отложений сформировались в результате заполнения осадками глубоких прогибов и древних эрозионных понижений в основном на северо-западном побережье Каспия и в бассейне Волги. Наиболее глубокий прогиб выделяется в нижнем течении Волги, где мощность четвертичных отложений достигает 370 м. Второй довольно отчетливо выраженный прогиб выделяется в низовьях Волги и Ахтубы с мощностью четвертичных отложений более 120 м. Продолжением его является прогиб, расположенный в пределах Астраханско-Саратовского Поволжья и Сталинградско-Саратовского Заволжья, где мощность четвертичного покрова превышает 80 м. Ряд зон увеличенных мощностей четвертичных отложений выделяется на северо-восточном побережье Каспия: в низовьях Урала, Эмбы и в пределах сора Мертвый Култук. Нижне-Уральский и Нижне-Эмбенский прогибы в большей мере эрозионного происхождения. Увеличение мощности четвертичных отложений (до 40 м и более) на Волго-Уральском

междуречье соответствует бессточным впадинам Чижинских и Балыктинских разливов.

Таким образом, Прикаспийская впадина возникла на основе платформенного массива и является одной из основных структур Русской платформы. К концу верхнего палеозоя и началу триаса относится формирование ступенчатых уступов по западному борту впадины, сопровождаемых флексурами, переходящими местами в разрывы. Наиболее резко был выражен Сталинградско-Красно-Кутский уступ, сопряженный с гравиметрической ступенью. Формирование ступенчатых уступов и передового прогиба на границе Прикаспийской впадины и Кавказской складчатой области имело место в течение позднегерцинской и раннекиммерийской складчатости. В этой погруженной, тектонически нарушенной, флексурной зоне с юрского времени начали скапливаться водные массы как в наиболее пониженную область, ограниченную с запада, севера и востока положительными структурными формами. В юго-восточной части этого глубокого и протяженного прогиба в данную фазу складчатости шло формирование Горного Мангышлака.

Западным продолжением структур Прикаспийской впадины, в частности Северо-Каспийского прогиба, является Манычский краевой прогиб (Манычская зона погружений) на западной оконечности которого находится Азовское море с Таганрогским заливом.

Из геологической истории Каспийского моря

Формирование Каспия происходило в течение длительной геологической истории, на протяжении которой наблюдалась многократная смена его трансгрессивных и регрессивных фаз разной величины и продолжительности. Согласно палеогеологических построений Ж.Д.Дуйсебаева [7], Каспий еще в начале палеогена был обширным морем, связанным с Мировым океаном. Однако уже в конце палеогена (олигоцен) оно вместе с Черным морем обособляется от Средиземного моря в результате тектонического поднятия разделивших их хребтов Малой Азии. В нижнем и среднем миоцене (более 15 млн.лет назад)

Каспийско-Черноморский бассейн то соединялся со Средиземным морем, то превращался в изолированное обширное Караганское море с многочисленными островами. В конце миоцена (сарматский век) Каспий входил в состав целой цепи солоноватоводных водоемов и сравнительно короткое время через Черное и Мраморное моря сообщался со Средиземным морем. В начале плиоцена (около 10 млн.лет назад) этот водоем превратился в один из крупных опресненных (Понтическое море). В конце нижнего – начале среднего плиоцена в результате поднятия Кавказа образовались Каспийское и Черное моря, которые лишь временами соединялись через Кумско-Манычское понижение (прогиб).

Уже в среднем плиоцене водосборный бассейн Каспия, в основном ограничивался стоком Пра-Амударьи, составлявшим половину притока его современного водосбора (р.Волга выше Казани и р.Кама – выше устья р.Белой тогда не принадлежали Каспийскому бассейну). Это послужило причиной резкого уменьшения размеров Каспия и его очень низкого уровня (около - 150 см). Кроме того, тектонические движения предыдущей эпохи, не компенсировавшиеся осадконакоплением, создали обширную глубокую Южно-Каспийскую котловину, занимавшую также часть современной суши на территории Западной Туркмении (на востоке) и Куринской низменности (на западе).

В акчагылское время (около 3,5 млн.лет назад) самая глубокая регрессия Каспия сменилась самой высокой трансгрессией. Уровень моря поднялся до абс. отметки – 125 м, а его граница достигла на севере – до Казани и Уфы, на востоке – дельты Мургаба, а на западе – почти г.Тбилиси. Этому периоду соответствовал низкий уровень Мирового океана. Отсутствие обширной трансгрессии в других водоемах и слабая тектоническая активность региона позволяют судить о резком увеличении водосборного бассейна моря. Наиболее вероятная гипотеза о причинах акчагыльской трансгрессии связана, очевидно, с историей развития Баренцева моря [8]. Донные отложения Арктического и Северо-Атлантического бассейнов указывают на наличие айсберговых осадков и возможность существования Баренцового ледяного щита в акчагылско-апшеронское время, который изменил сток северных рек.

Основной рекой, питавшей Каспийское море, возможно, тогда была Ергень-река, протекавшая через современные водосборные бассейны Оки и Дона.

В позднеакчагылское время, вероятно, начался периодический сток на запад – в Черное море (по Маньчу), что вызвало снижение уровня Каспия, его опреснение. В дальнейшем в связи с возникновением нового апшеронского бассейна, этот водоем принимает близкие к современным очертания.

Значительные колебания уровня Каспия продолжались в четвертичное время. По величине размаха этих колебаний выделяются четыре основных этапа: бакинский, хазарский, хвалынский и новокаспийский. Если первопричиной дочетвертичных трансгрессий и регрессий Каспийского моря были в основном тектонические движения, то в верхнем приоцене и особенно плейстоцене главные изменения в уровенный режим Каспия внесли климатические факторы – крупные этапы оледенения, вызвавшие регрессии, и в межледниковые периоды – трансгрессии [1]. Только в формировании крупных трансгрессий и регрессий, таких как хвалынская и особенно позднехвалынская, наряду с климатическими факторами, принимали участие тектонические факторы. Более полно динамика уровня Каспийского моря за геологическое и историческое время, а также факторы многолетних колебаний его уровня рассмотрены В.В.Голубцовым, Ж.Д.Дуйсебаевым и др. [9] на основании обобщения обширного и разрозненного материала исследователей.

Приведенные нами сведения о геологической истории развития Каспийского моря и его водосборного бассейна преследуют одну цель – показать, что только геологической деятельностью моря – моря древнего и в недавнем очень обширного – могли быть сформированы известные в Прикаспийской впадине разновозрастные литолого-фациальные комплексы отложений с богатой типичной морской фауной, обширные и мощные соляно-ангидритовые толщи и крупнейшие нефтегазоносные структуры (залежи), в том числе неструктурного рифового типа.

Гидролого-климатический фактор циклических изменений уровня Каспийского моря связан со сменой увлажненности в бассейнах питающих его рек – Волги и Урала. Влияние этого фактора является хорошо изученным, причем количественные оценки и прогнозы основываются на широкой сети наблюдений. Наиболее значительные разработки крупных русских ученых о влиянии гидролого-климатического фактора на уровенный режим Каспия систематизированы в книге Ж.С.Сыдыкова, В.В.Голубцова, Б.М.Куандыкова [10].

Для нас важно акцентировать две основные закономерности, вытекающие из гидрологического режима водоема:

- 1) Причинами трансгрессий и регрессий Каспия в геологически измеримом времени являются тектонические процессы, а короткопериодические (7-23 лет) колебания уровня обусловлены гидролого-климатическими изменениями в совокупности с антропогенными факторами.
- 2) Сложнодинамичный гидрологический режим моря, связанный с периодическим изменением водности основных питающих рек (с притоками), прямо противоположен циклическим изменениям водного режима всех крупных озер Центральной и Восточной Азии – Арала, Балхаша, Байкала и др.

На основе результатов вековых наблюдений ученые заключают, что уровень Каспия изменяется по синусоиде с периодом 200 лет, а по некоторым авторам – 400 лет [11], и амплитудой 5,5–7 м. Так, по построениям Б.Д.Зайкова [12], в начале XVII в. началась общая (тектоническая) трансгрессия моря и уровень его стал резко расти. К концу этой трансгрессии уровень моря стоял высоко, достигнув в 1804 г. отметки – 22,7 м. Это было фазой максимального развития Новокаспийской (или современной Каспийской) трансгрессии, отмечавшейся с начала XVII в. и продолжавшейся до конца XVIII в. С начала XIX в. началась ранняя стадия Современной регрессии, которая продолжается и в настоящее время.

Тектонические процессы характеризуются активным проявлением землетрясений в альпийской зоне с достаточно высоким энергетическим классом $K \geq 9$ (Оспанов, 1992 г.). Наибольшей сеймоактивностью отличается широтная полоса,

ограниченная координатам $38-43^{\circ}$ с.ш. и $47-55^{\circ}$ в.д. Здесь довольно часто, особенно в акватории Каспийского моря, были сильные землетрясения с энергетическим классом от 12 до 15 (Красноводское, Джавахетское нагорье, район западнее г.Баку).

Казахстанская часть Каспийского региона, за пределами альпийской складчатой области, характеризуется в целом более слабой сейсмичностью. Однако и здесь, в районе г.Актау, в начале 1990-х годов отмечались ряд землетрясений с силой более 5 баллов. В последние годы геологами на Мангышлаке обнаружены эпицентры 9 и 11-ти бальных палеоземлетрясений [10].

Д.А.Лилиенберг [13] также указывает, что в альпийской части Каспийского региона наблюдаются достаточно активные неотектонические процессы с горизонтальным смещением платов Земли, вызывающие вертикальные подвижки. Об этом свидетельствуют результаты нивелировок, проведенных вдоль южной части Каспийского побережья, по линии Актау-Шетпе-Накбай, а также на специальных полигонах (Апшеронском, Шемаханском, Северо-Дагестанском, Терско-Суженском, Небитдагском).

Анализ этих данных показал, что если положительные вертикальные перемещения (со скоростью до 1-2 см /год) наблюдаются почти повсеместно как на подвижном юге, так и в более устойчивых северных районах Каспия, то отрицательные перемещения происходят на постах, расположенных в подвижных тектонических блоках (в зонах разломов). Наибольшие высоты вертикальных перемещений береговой зоны, особенно морской Южно-Каспийской котловины, вмещающей 2/3 объема воды моря. Поэтому естественно, что фиксируемое наблюдениями движения земной коры в этой части Каспия, не может не оказать влияния на изменение его уровня во всей морской котловине.

Отмеченные тектонические процессы (подвижки), как длительно развивающиеся, создают основной фон, на котором формируются короткопериодические колебания уровня Каспия, обусловленные гидролого-климатическими факторами.

Короткопериодические гармоника состоят из чередования фаз подъема, относительной стабилизации и некоторого

понижения уровня. Наглядным примером является развитие трансгрессии Каспия в XVIII веке. По свидетельству В.Н. Татищева (1793), за период 1723-1742 гг., т.е. за 19 лет, уровень моря поднялся почти на 2,5 м. Затем с 1743 г. по 1760 г. (18 лет) он понизился на 1,6 м. В дальнейшем с 1761 г. по 1769 г. (9 лет) он снова повысился на 2 м. С 1770 г. по 1797 г. (28 лет) наблюдалась стабилизация с понижением уровня на 0,6 м, а затем в 1798-1804 гг. (7лет), - новый подъем уровня на 1,3 м.

С 1805 г. началось общее понижение уровня, явившееся началом новой тектонической регрессии Каспия, которая продолжается и в настоящее время. На общем фоне регрессии также отмечались периоды понижения, кратковременной стабилизации и некоторого повышения уровня.

Возникшее с 1807 г. падение уровня к 1830 г., продолжалось до отметки - 2,5 м, опустившись за 23 года на 2,2 м. С 1830 г. по 1929 г. уровень моря был довольно стабильным и изменялся (с небольшими подъемами и спадами) в пределах абс. отметок от - 25,4 до -26,6. Затем в 1930-1977 гг., произошло общее значительное (более чем на 3 м) падение уровня, нарушаемое кратковременными периодами стабилизации: в 1941-1948 гг. около отметки -27,85 м; в 1957-1970 гг. - около - 28,4 м. Последний период стабилизации сменился в 1971 г. новым резким падением уровня до отметки -29,1 м в 1977 г. Это было самым низким положением уровня моря за 700 лет после XIII века. Общее понижение уровня с момента наивысшей отметки в 1882 г. (-25,4 м абс.) до 1977 м (-29,1 м), т.е. почти за столетие, составило 3,7 м.

С 1978 г. уровень Каспия начал стремительно и непрерывно повышаться и за первые 16 лет (в конце 1993 г.) достиг отметки - 26,9 м, поднявшись почти на 2,2 м. Этот современный подъем уровня отличается тем, что он оказался самым продолжительным за последние 180 лет (после 1820 г.). С 1995 г процесс перешел в стадию затухания, трансгрессия продолжается сейчас со скоростью 2-3 см/год, тогда как в первые 16 лет она развивалась со средней скоростью 14 см/год, а в отдельные годы (1979 и 1991 гг.) - до 35 - 37 см/год [9].

Наблюдаемый подъем уровня Каспия может рассматриваться как трансгрессивная фаза, протекающая на фоне

Современной (новейшей) регрессии моря. Такое развитие короткопериодических трансгрессий и регрессий Каспия отражает природные закономерности чередования группировок лет с повышенными или пониженными значениями стока в море в сочетании с изменениями осадков, выпадающих на его поверхность, и испарения.

Ниже будет показано, что существование короткопериодных разнозначных (положительных и отрицательных) изменений уровня моря способствовало сохранению устойчивости экосистем Каспия в течение всего периода ее развития и эволюции.

Гидрологический режим Каспийского моря, обусловленный закономерной сменой эпох увлажнения в бассейнах основных рек (Волги, Урала), а соответственно и их стока в море, является контрастным по отношению к водному режиму всех крупных озер Азии. Выше было показано (см. Главу 1), что в зависимости от циклов солнечной активности прослеживаются три основных вариантов путей движения Атлантических (и Тихоокеанских) циклонов на материк Евразия (рис.1). В годы малой солнечной активности циклоны несут свою влагу по южному пути. Степные реки с атлантико-арктической покатостью бассейнов и питаемые ими озера (Балхаш, Арал и др.) становятся многоводными с высокими положениями уровней. Каспий, наоборот, мелеет и сокращается в размерах, поскольку количество осадков в бассейнах Волги и Камы, как и во всей средней лесной зоне, сильно сокращается.

С усилением солнечной активности и передвижением пути циклонов в среднюю лесную полосу, южная степь начинает усыхать, водоемы мелеют и сокращаются, а Каспийское море, напротив увеличивается в размерах. Все реки, текущие со средней полосы на юг (Дон, Волга, Урал и др.), становятся многоводными с высокими паводковыми разливами. Наконец, в фазу наибольшей солнечной активности циклоны смещаются еще далее на север, к Белому и Карскому морям. В степной зоне наступает период сильной засухи, продолжается обмеление и сокращение Балхаша, Арала, а равно и Байкала. На Каспии прекращается подъем уровня, наступает период его некоторой стабилизации. Несмотря на, что сток Волги, Камы, Вятки

уменьшается на 15-20%, в верховьях этих рек происходит оттаивание многолетней мерзлоты, опустившейся сюда в годы малой солнечной активности.

Из вышеизложенного можно заключить следующее:

- 1) Последовательность смены климатических эпох во времени соответствует 11-летнему критерию солнечной активности с возможным сдвигом на 3 года по осадкам;
- 2) Формирование водного стока и характер гидрологического режима Каспия не имеют ничего общего с внутренними озерами Центральной и Восточной Азии и даже противоположны им по характеру изменения водного режима.

Биолого-экологический критерий дает вполне однозначное определение природного объекта как экологической системы того или иного вида (морской или озерной). Более того, он характеризует стадию развития (экологическую сукцессию) и пути эволюции (естественный отбор, сопряженный, групповой отбор) экосистемы.

Наибольшие различия между морской и озерной экосистемами заключаются в составе населяющих их сообществ. Живые организмы обычно закономерно распределены по экологическим нишам в соответствии с их положением в энергетической и пищевой цепи (продуценты, консументы, микроконсументы). Внутри этих трофических уровней в различных средах (морской или озерной) существуют определенные доминирующие виды.

Водные организмы легко систематизируются также по жизненным формам (бентос, планктон, нектон, нейстон) и по занимаемым ими место-обитаниям (зонам водоемов).

Укажем прежде на принципиальные различия и особенности озерной и морской экосистем по составу живых сообществ (флоры и фауны).

Как правило, пресноводные озерные водоемы населяют меньшее число видов живых организмов, чем морские. Главными продуцентами в них оказываются водоросли, за ними следуют водные цветковые растения. Из животных консументов основную часть биомассы составляют: моллюски, водные насекомые,

ракообразные и рыбы. Среди сапротрофов бактерии и грибы имеют, вероятно, одинаково важное значение.

В монографии Г.Е.Хатчисона «Лимнология» [14] перечислено не менее 75 типов озер, которые классифицируются на основании их геоморфологии и происхождения. Ю.Одум [15] указывает на другой подход, облегчающий изучение экологии озер мира. Все озера им подразделены на три большие группы: 1) олиготрофно-эвтрофной сукцессии с закономерно меняющейся продуктивностью: обычно это озера со светлой водой; 2) специальные типы озер; 3) водохранилища.

Группа специальных озер объединяет семь типов озер: дистрофные озера; глубокие древние озера с эндемичной фауной; соляные озера пустынь; щелочные озера пустынь; химически стратифицированные, меромикрические озера; полярные озера. *Примечательно, что в составе этих двух обстоятельных классификаций озер мира Каспийского озера, как такового не существует.*

Морская биота более разнообразна, поэтому трудно перечислить доминирующие группы, как это сделано для пресных озер. Кишечнополостные, губки, иглокожие, кольчатые черви и различные типы животных, отсутствующие или бедно представленные в озерных водах, оказываются очень важными в экологии моря. В обеих водных средах преобладающую роль играют бактерии, водоросли, ракообразные и рыбы, и здесь и там одинаково заметны диатомовые и зеленые жгутиковые водоросли и веслоногие ракообразные. Однако в море больше разнообразных водорослей (бурые и красные водоросли – преимущественно морские прикрепленные), ракообразных, моллюсков и рыб. Насекомых в море нет и ракообразные играют роль «морских насекомых». Сравнение пробы морского планктона (фитопланктона, зоопланктона) с такой же пробой, взятой в крупном озере, служит наглядным показателем огромного богатства морской биоты [15]. В море в противоположность пресным водам озер существует

разнообразная и важная группа сессильных (прикрепленных) животных – представителей морского бентоса.

Важным свойством морских экосистем является исключительное обилие и разнообразие консументов: нектона и нейстона. Кроме рыб, к группе активных пловцов относятся крупные ракообразные, черепахи, млекопитающие (тюлени, дельфины и т.д.) и морские птицы. Среди костистых рыб наряду с бентосоядными широко распространены планктоноядные, часто встречаются хищные рыбы. Особенно большое значение имеют представители сельдевых, а в Каспийском море – и осетровых (хрящевые рыбы). Последние по возрасту намного древнее костистых рыб. По условиям местообитания большая часть нектона сосредоточена в поверхностных водах неритической и батимальной зон моря, но известны и многочисленные пелагические виды донных (и придонных) рыб.

Конечно, морская и озерная среды различаются и по ряду абиотических показателей и лимитирующих факторов [15], но прямым биологическим индикатором отдельных сред являются жизненные формы водных организмов. По составу сообществ организмов можно безошибочно судить о среде обитания: морской, океанической, озерной (пресной, солоноватоводной) и даже о занимаемых местообитаниях. Например, в группе специальных типов озер хорошо известно самое глубокое озеро – Байкал с эндемичной фауной. В нем из 384 видов членистоногих, среди которых 291 бокоплавов, 98% эндемичных (нигде больше не встречаются). Из 36 видов рыб 81% – эндемики.

В процессе развития и эволюции сообщества организмов не могут в корне меняться из морских в озерные или наоборот под влиянием аллогенных (внешних) сил, таких, как геологические и климатические изменения. Так, озеро Мичиган (США) было некогда больше, чем теперь. Отступая к своим современным границам, оно оставляло за собой небольшие пруды между дюнами. Благодаря песчаному субстрату вторичная сукцессия происходит медленно, и здесь можно одновременно наблюдать ряд сообществ разного возраста: самые ранние – у берегов и все более старые – по мере удаления от берега [15].

ВЫВОДЫ:

1. Геологическая история развития Каспийского моря и его водосборного бассейна свидетельствует, что только геологической деятельностью моря – моря древнего и в недавнем очень обширного могли быть сформированы известные в Прикаспийской впадине разновозрастные литолого-фациальные комплексы морских отложений с богатой фауной, обширные и мощные соляные толщи (покрышки) и крупнейшие нефтегазовые залежи, в том числе в неструктурных ловушках рифового типа.
2. Формирование водного стока и гидрологического режима Каспия контрастно циклическим изменениям водного режима всех крупных озер Центральной и Восточной Азии. Они обусловлены разными климатическими эпохами увлажнения Евразии.
3. По составу биологического сообщества организмов и их жизненных форм воды Каспия представляют типичную морскую среду. Это, по-существу, терминальная стабилизированная (климаксовая) экосистема моря, в которой достигнуто равновесие между биотическими и абиотическими компонентами.
4. Долговременная эволюция региональной экосистемы Каспия формировалась под влиянием: 1) аллогенных (внешних) сил, таких, как геологические и климатические изменения; 2) автогенных (внутренних) процессов, обусловленных активностью живых компонентов экосистемы, все возрастающих по сложности и разнообразию на протяжении геологического времени.
5. Устойчивое существование Каспийской геосистемы на протяжении многих геологических эпох можно охарактеризовать прежде всего через устойчивость, регулярную повторяемость ее переменных состояний (трансгрессии и регрессии, увлажненные и засушливые периоды).

ЛИТЕРАТУРА

1. Преображенский В.С. О чем спорят географы? – М.: Знание (Серия: науки о Земле, вып. 6), 1990. 48 с.
2. Преображенский В.С. Поиск в географии. – М.: Просвещение, 1986.
3. Преображенский В.С., Александрова Т.Д., Куприянова Т.П. Основы ландшафтного анализа. – М.: Наука, 1988.
4. Джонстон Р.Дж. География и географы. – М.: Прогресс, 1987.
5. Казаков М.П., Чапрыгин М.М. и др. Тектоническое строение и история развития Прикаспийской впадины и смежных областей в связи с вопросами нефтегазоносности. – М.: Гостоптехиздат, 1958. 403 с.
6. Габриэлянц Г.А. Геология нефтяных и газовых месторождений. – М.: Недра, 1972. 400 с.
7. Дуйсебаев Ж.Д. Изменение уровня Каспийского моря за геологическое время // Каспийское море и его прибрежная зона. – Алматы: Өлке, 1995. – С.103-112
8. Квасов Д.Д., Ананова Е.Н. и др. О палеогеографии Восточной Европы в акагыльско-апшеронское время // Вестник ПГУ, 1969. № 6.- с. 18-21.
9. Голубцов В.В., Дуйсебаев Ж.Д. и др. Динамика уровня Каспийского моря // Каспийское море и его прибрежная зона. – Алматы: Өлке, 1995. – С.103-145.
10. Сыдыков Ж.С., Голубцов В.В., Куандыков Б.М. Каспийское море и его прибрежная зона. – Алматы: Өлке, 1995. – 211 с.
11. Шадрин А.Г. К вопросу колебания уровня Каспийского моря // Геодезия и картография. – 2000. № 1. – С. 26-28.
12. Зайков Б.Д. Водный баланс Каспийского моря // Тр. НИУ ГУГМС. 1941. Сер. 8. вып. 1. – С. 167-185.
13. Лилиенберг Д.А. Опыт комплексного картирования современной геодинамики // Современные движения земной коры. – М.: Наука, 1970. – С. 15-25.
14. Hutchinson G.E. A treatise in limnology. Geography, Physics and Chemistry. Vol. 1, John Wiley and Sons. New York, 1957. 1015 pp.
15. Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 140 с. (пер. с англ.)

«...Применяя диалектический метод к рассмотрению всех природных вод, должны изучать не только все виды природных вод, но и все свойства воды. Речь идет о частичных силах жидкой воды, об ее инерционных свойствах и, наконец, о свойствах больших жидких масс воды».

Б.Л. Личков, 1958

О ЯВЛЕНИИ ЕСТЕСТВЕННОГО РАССОЛЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ (НА ПРИМЕРЕ БАЛХАША)*

Озерные водоемы Центральной Азии в большинстве своем являются бессточными, замкнутыми. На территории Тургайских равнин нами еще в 60-х годах были установлены озера двух типов: питающие грунтовые воды и питающиеся ими. В случае, когда озеро подпитывает водоносный горизонт, около него образуется полоса вод с повышенной минерализацией. Если озеро питается за счет грунтовых вод, то у его побережья формируется зона опресненных вод, хотя в самом озере может содержаться солоноватая или соленая вода. Иногда на одном озере имеют место оба процесса и в узкой полосе побережья образуются как опресненные, так и засоленные грунтовые воды (озера Тункуюкты, Кояндыкопа и др.)

Процесс засоления грунтовых вод отчетливо выражен в озерных котловинах на Притобольской равнине. Например, в южной части озерных котловин Орунтай-Копа и Близкопа минерализация грунтовых вод достигает 53-68 г/л, или в 5-10 раз превышает засоленность озерных вод. В бассейне крупного озера Карасор (6,6 км²) грунтовые воды озерно-аллювиальных отложений имеют минерализацию 119-122 г/л, тогда как в воде самого озера содержится в межень всего 39 г/л солей. Примерами дренирующих водоемов служат озера Боровское, Жарколь, Киикколь (южная часть), Кенсуат и другие, в прибрежной зоне

которых развиты пресные грунтовые воды с суммой солей 0,2-1 г/л.

Таким образом, озерные водоемы степной и полупустынной зоны, оказывая заметное влияние на режим питания и разгрузки первого от поверхности водоносного горизонта, тем самым влияют на химизм и минерализацию грунтовых вод. Гидродинамическая связь озер с водоносным горизонтом подтверждается равенством отметок уровня грунтовых и озерных вод.

В дальнейшем такое же явление двусторонней связи грунтовых и озерных вод, проявляющееся в более широком масштабе, установлено на побережье самого крупного в Казахстане озера – Балхаша. Выяснилось, что обладая различием морфологии и геологического строения берегов,

** Настоящий материал был подготовлен к публикации еще в 80-х годах, до начала катастрофической деградации Аральского моря под воздействием техногенных факторов. Здесь предлагается с некоторыми доработками.*

это уникальное озеро оказывает неоднозначное влияние на грунтовые воды в прибрежных частях водосборного бассейна.

Однако большинство исследователей рассматривают этот сложный природный водоем только как крупную дренирующую систему, являющуюся областью разгрузки подземных вод, причем на всей акватории для артезианских вод и по всему побережью – для грунтовых. На этом априорном мнении основаны соответствующие картографические построения, гидродинамические модели региональных потоков и расчеты величин подземного стока и выноса воднорастворимых солей в бассейн озера Балхаш [1, 2].

Не касаясь оценки научной состоятельности этих построений, расчетов и выводов, мы акцентируем свое внимание на рассмотрении важного природного явления – естественного рассоления крупного водоема, обусловленного наличием обратной взаимосвязи грунтовых и озерных вод и

фильтрационным подпитыванием водоносного горизонта на участках низких и пологих аккумулятивных побережий.

Поскольку гидравлическая взаимосвязь грунтовых и озерных вод определяется условиями морфометрического положения и геологического устройства побережий, кратко остановимся на геолого-морфологической характеристике берегов Балхаша.

В строении побережий Балхаша отмечаются динамико-морфологические различия [3], которые определяют условия взаимосвязи подземных и озерных вод. На крутых абразионных и денудационных берегах гидравлические уклоны грунтовых потоков, достигающие 0,006-0,015, вполне обеспечивают формирование подземного стока, направленного к озеру. На пологих аккумулятивных берегах весьма незначительные градиенты уклона (0,0002-0,0005) обуславливают существование полустойного режима. Здесь формируются повышено- и высокоминерализованные воды, имеющие слабую связь с озерными.

Отметим общие гидрогеологические условия и особенности в районе аккумулятивных побережий Балхаша.

В Южном Прибалхашье на плоской озерно-аллювиальной равнине наблюдается зона интенсивного засоления грунтовых вод шириной от 10 до 33 км (рис.2). В ней преобладают соленые воды с общей минерализацией от 11 до 34 г/л. На фоне соленых вод выделяются локальные зоны рассолов, содержащие до 89-98 г/л солей. По химическому составу эти воды сульфатно-хлоридные или хлоридно-сульфатные натриевые. Глубина залегания уровня вблизи побережья составляет всего 1,6-4 м. Поверхность равнины усложнена многочисленными фильтрационными озерами и изобилует солончаками сульфатно-хлоридного засоления. К югу, в сторону песчаных эоловых массивов, глубина залегания грунтовых вод постепенно увеличивается, достигая 8-11 м и более.

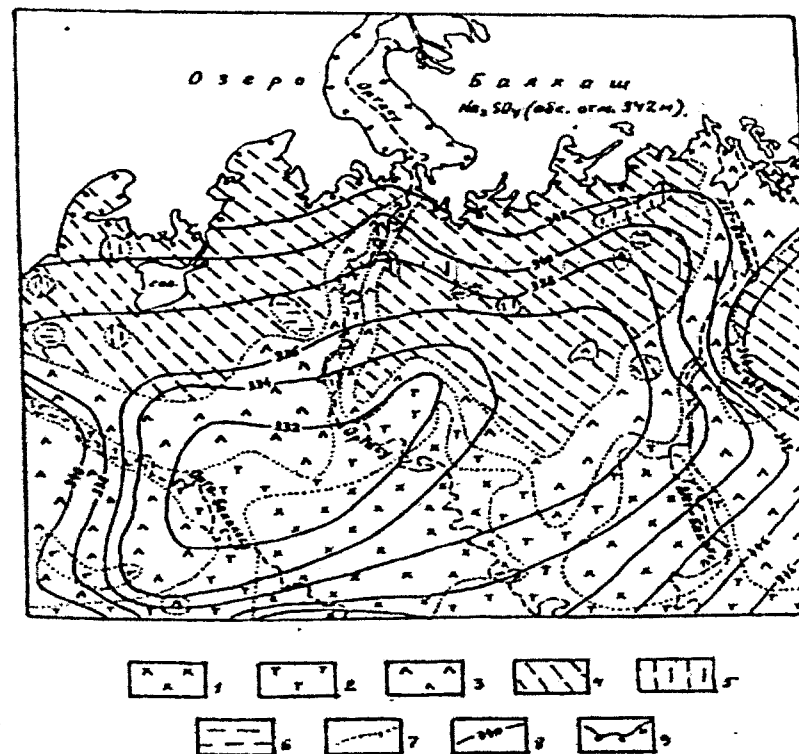


Рис. 2 Гидрогеологическая карта участка южного побережья оз.

Балхаш (низовья древней дельты р. Или)

(По В.А.Смоляру, О.М.Жуковой, 1975г.).

1-6 - Минерализация подземных вод: г/л: 1 - до 1; 2 - от 1 до 3; 3 - от 3 до 10; 4 - от 10 до 30; 5 - от 30 до 50; 6 - более 50; 7 - границы участков с различной минерализацией подземных вод; 8 - гидроизогипсы первого от поверхности четвертичного аллювиального водоносного горизонта (на 1975 г.); 9 - участок озера, питающего подземные воды.

В процессе гидрогеологических исследований было замечено, что на отдельных участках (в дельте рек Токрау, Жамши, Баканаса) глубина залегания грунтовых вод на некотором удалении от озера (2,5-5 км) оказывается ниже уреза воды в нем на 2,5-2,7 м [1]. В 1961 г. М.А.Погребинским в древней дельте р. Или на удалении от 16 до 32 км от Балхаша установлена крупная депрессия, в центре которой глубина залегания уровня достигает 14-17 м. В абсолютных отметках это на 9 м ниже среднего уровня Балхаша (отметки 332 и 341 м соответственно). Вследствие такой разницы в отметках формируется замедленный отток воды из озера, противоположный основному потоку подземных вод. Уклон грунтового потока, движущегося от озера, составляет 0,0003-0,0007. По данным М.Х.Джабасова [4], заполнение депрессии происходит со скоростью 10 см/год, а величина оттока в нее равна 1,2 млн.м³/год. Он отмечает: «Наличие аналогичных депрессий в низовьях долин рек Аксу и Каратал наводит на мысль о существовании такой депрессии по всему южному побережью оз. Балхаш. В случае ее обнаружения в корне меняется представление об озере как региональной дрены». Аналогично и В.А.Смоляр (1975 г.) в своих построениях однозначно картирует участок озера между Кара- и Шет-Баканасом как контур постоянного питания подземных вод.

С помощью моделирования определено, что наиболее активная связь оз. Балхаш и подземных депрессий проявляется при близком их расположении от озера (3-5 км). В них осуществляется основной отток озерной воды, величина которого составляет 300 л/с по всему южному побережью [1]. Формирование этих депрессий объясняется наличием крупного открытого водоема непостоянного режима, в прибрежной полосе которого наблюдается подпор подземных вод, в результате чего образуется уклон обратный основному движению подземных вод. В дальнейшем исследователями продолжает развиваться представление о направленности грунтового стока в зависимости от положения уровня озера (циклическость его изменения) [2]. По уточненным расчетам, из общей величины грунтового стока в озеро 1400 л/с при высоком стоянии уровня (в фазу трансгрессии)

большая часть (890 л/с) направлена от озера в берега. Однако с этими положениями трудно согласиться по следующим обстоятельствам.

Амплитуда колебания уровня в период 60-летнего цикла (из которых 40 лет – спада и 20 лет – подъема) составляет в оз.Балхаш всего 5 м [5]. При отмеченных относительно небольших многолетних циклических изменениях уровня, отток воды из указанного водоема происходит не эпизодически (в периоды климатических трансгрессий), а постоянно, в том числе в периоды наибольших спадов уровней.

Констатируя наличие данного явления, мы попытаемся показать, чем вызываются фильтрация воды (в столь значительном объеме) через береговые отложения в прибрежные, часто отшнурованные озера, а также подземный отток на восполнение депрессий в поверхности грунтовых вод.

С позиций гидрофизики определяющим фактором развития этих процессов является различная степень испаряемости с водной поверхности основного водоема, с одной стороны, с открытой поверхности прибрежных озер-испарителей и уровня грунтовых вод (или предельно увлажненный грунтов) – с другой.

Важным фактором, определяющим интенсивность испарения, является количество тепловой энергии, которое может расходовать на испарение данная поверхность в единицу времени. В бассейн Балхаша продолжительность солнечного сияния достигает 2500-3000 ч, а суммарная годовая радиация 130-150 ккал/см² при максимальной летней величине 18-23 ккал/см² ежемесячно. В этих условиях основными показателями накопления и расходования тепловой энергии выступают теплоемкость и теплопроводность водных объектов.

Теплоемкость воды в 5-30 раз меньше, чем у других жидкостей и твердых веществ. Удельная теплоемкость воды при 20°С принята за 1 ккал/г·град., или 4200 дж/кг·град. Чтобы испарить воду массой 1 кг при температуре 35°С требуется $2,4 \cdot 10^6$ дж/кг теплоты, а при кипении в единицу времени расходуется 539 кал/г, или 2260 дж/кг тепловой энергии (теплота парообразования).

Другой теплофизический показатель – теплопроводность влияет в основном на глубину и скорость теплообмена. Теплопроводность воды достаточно высока (коэффициент теплопроводности при 20°C – 0,0015 кал/см·сек·град., или 0,63 дж/м·сек·град) в сравнении с почвой. Из-за низкой теплопроводности сухой почвы, наиболее высокая среднемесячная температура в июле на глубине 20 см составляет 26°-27°C. Но с увеличением влажности теплопроводность почвы увеличивается и скорость теплообмена повышается. В этом случае в годовом теплообмене между почвогрунтами и атмосферой участвуют увлажненные слои земли до 10-20 м, в суточном – 1м.

Вследствие различия теплофизических характеристик, величины испарения с глубоких водоемов в сильной мере отличаются от испарения с предельно или оптимально увлажненной почвы. По данным А.О.Константинова [6], даже в хорошо увлажненных северо-западных районах Европейской части (Валдай, Дубовка) величины испарения с почвы в весенние и летние месяцы несколько превосходят (в 1,1-1,15 раза) величину испарения с водной поверхности. В аридных районах физическая роль теплоемкости и теплопроводности воды как факторов аккумуляции тепла и глубинности теплообмена значительно возрастает.

Термический режим водных масс в сильной мере зависит от глубины испарителя - водоема, который обуславливает различный суточный и сезонный ход испарения с их поверхности. Чем менее глубок водоем, тем больше суточный ход испарения с него, приближается к суточному ходу испарения с поверхности увлажненной почвы. Последний характеризуется высоким испарением в дневные и ничтожным в ночное время. С увеличением глубины водоема повышается интенсивность теплообмена нижележащих слоев с вышележащими, вследствие чего сглаживается суточный ход с испарения. Вследствие этого ночное испарение с озера составляет около 40%, а дневное – всего 60% суточной нормы. Соответствующие характеристики с почвы близки к 0 и 100% [6].

Сезонный ход испарения с водной поверхности также зависит от размера и в первую очередь от глубины водоема. Для мелких водоемов сезонное испарение приближается к режиму испарения с увлажненной почвы, т.е. в весенние месяцы они прогреваются быстрее и значительнее. С ростом глубины водоема, а следовательно, и объема водной массы увеличивается его тепловая инерция. Вместе с последней снижается интенсивность испарения в весенний период, когда большая часть солнечной энергии расходуется на нагревание нижележащих слоев воды. В конце лета и осенью происходит обратный процесс – отдача тепла в верхние слои и атмосферу.

Наблюдаемая контрастность в режиме основных метеорологических факторов испарения, определяет существенные различия величин испаряемости с поверхности открытых водоемов и суши. Максимальная испаряемость, достигающая 1250-2000 мм и более, отмечается на предельно или оптимально увлажненных участках гидрофильных ландшафтов с неглубоким залеганием уровня грунтовых вод. В малых водоемах режим испаряемости резко подчинен континентальной специфичности (температурно-влажностной характеристики) климата. В весенне-летние месяцы интенсивность испарения в них большая и близка к испаряемости с увлажненной почвы. Осенью вода быстро охлаждается и в зимнее время, в связи с перемерзанием, испарение прекращается, тогда как в глубоком водоеме оно продолжает иметь место благодаря поступлению тепла из нижних слоев воды. Поэтому хотя в годовом периоде суммарная испаряемость в глубоком и малом водоемах отличается мало, но месячные и сезонные режимы испарения в них резко отличны. В малых водоемах, как и на увлажненных почвах, почти вся годовая норма испаряемости приходится на 3,5-4 месяца (май-август). Именно в этот период происходит интенсивное прогревание воды и всего надуровенного слоя почвогрунтов на участках с близким залеганием уровня.

Высокие испарительные водопотери, в 3-5 раз превышающие в летнее время величину испарения в глубоком водоеме, вызывают резкое снижение уровней в малых

отшнурованных водоемах и водоносном горизонте. Если эти потери не компенсируются поступлением достаточного количества воды путем фильтрационного притока из озера, то малые озера быстро пересыхают, а в поверхности горизонта грунтовых вод возникают депрессии разных размеров и глубины. Лишь в непосредственной близости от главного водоема и при наличии фильтрующих грунтов мелкие озера обычно не пересыхают, а подземные депрессии не развиваются на глубину более 2,5-3 м вследствие фильтрационного притока в них больших количеств воды. С удалением от глубокого водоема условия восполнения малых озер и подземных депрессий заметно ухудшаются, поэтому последние продолжают длительно существовать в невосполненном виде (например, в Южном Прибалхашье).

При оттоке воды из глубокого водоема в прибрежную зону выносятся большое количество растворенных солей. По данным С.М.Шапиро и др. [2], общий подземный сток в оз.Балхаш с помощью моделирования определен в $0,104 \text{ км}^3/\text{год}$, в том числе за счет напорных вод – $0,06 \text{ км}^3/\text{год}$. При высоком стоянии уровня в озере (выше 341 м) $0,028 \text{ км}^3/\text{год}$ (фильтрационный расход 890 л/с) воды уходит в берега. Химический сток оценен суммарно в 1,105 млн.т/год, а вынос солей подземным оттоком – в 41,8 тыс.т/год.

Приведенные цифры не могут характеризовать общего водо- и солеобмена в оз.Балхаш, так как доля подземного водного и солевого стока в балансе водоема составляют не более 1 и 3% соответственно. Весьма приближенно можно так представить приходную часть солевого баланса озера: в результате испарительной концентрации (при слое испарения 700 мм с акватории $17-19 \text{ тыс.км}^2$ и средней минерализации воды $1,8-2 \text{ г/л}$) – 22-24 млн.т; привнос солей с речными водами (в западной части – $7,4 \text{ км}^3$, в восточной – $2,6 \text{ км}^3$) – 5 млн.т; привнос солей подземным стоком ($0,104 \text{ км}^3/\text{год}$) – 1,1 млн.т; поступление солей с атмосферными осадками (при 15 т на 1 км^2) – 0,255 млн.т. Следовательно, общее накопление солей в озере (без учета привноса из атмосферы с пылью) достигает 28-30 млн.т/год. При

объеме водной массы в озере 112 км^3 поступление указанного количества солей должно вызывать ежегодное увеличение минерализации на $0,25-0,27 \text{ г/л}$. В действительности такого существенного засоления воды в Балхаше не наблюдается, иначе за каких-нибудь 200-300 лет он превратился бы в предельно засоленный водоем.

Причины сравнительно невысокой минерализации воды в озере впервые объяснил М.Н.Тарасов (1961,1975 гг.). При ежегодном поступлении в него вместе с притоком речных и подземных вод 5 млн.т растворенных веществ современный запас солей в нем (около 300 млн.т) и уровень минерализации мог быть достигнут за очень короткий срок – всего около 60 лет. Между тем озеро существует не одну тысячу лет. Объясняется это парадоксальное явление тем, что большая часть поступающих в озеро солей (по Тарасову – 73-79%) выпадает в нем дно в виде карбонатов.

Остальной объем солей почти теряется в многочисленных, глубоко вдающихся в сушу заливах. Если по аналогии с М.Н.Тарасовым считать, что большая часть этих солей выпадает в осадок, то в воде Балхаша остается только $1/3$ солевого выноса рек и подземных потоков – примерно 1,7 млн.т. Это количество растворимых солей при нынешней средней солёности озера около 2 г/л содержится в $0,85 \text{ км}^3$ воды. По-видимому, это как раз то минимальное количество воды, которое путем фильтрации должно постоянно уходить через береговые пески в прибрежную зону и там испаряться. Хотя указанная величина оттока близка к общему подземному стоку ($0,104 \text{ км}^3/\text{год}$), действительный отток воды, компенсирующий испарительные водопотери из более удаленных депрессий, должен быть еще большим.

Другим природным фактором рассоления глубоких водоемов может служить разгрузка пресных артезианских вод. По имеющимся прогнозным оценкам, в котловину озера Балхаш поступает $60 \text{ млн.м}^3/\text{год}$ напорных вод со средней минерализацией 18 г/л [2]. Нам представляется завышенной принятая величина минерализации напорных вод, ибо на земной поверхности трудно указать, а тем более объяснить случаи

массовой разгрузки артезианских вод из мезозой-кайнозойских отложений, содержащих такое количество солей. Наоборот, при длительной разгрузке напорных пластовых вод отмечается снижение их минерализации, вплоть до образования зон локального опреснения. Примером может служить опресненная зона (площадью 1,5 тыс.км²) в днище Мынбулакской котловины (абс.отм. 73-78), связанная с выходами родников урочища Мынбулака [7]. Без учета отмеченных явлений трудно объяснить сохранение солевого баланса, особенно в отношении сульфатных и хлоридных солей, постоянно образующихся при испарении с акватории водоемов. Количество последних (как и вносимых с напорными водами) требует, конечно, уточнения и, по-видимому, оно не столь значительно, как определено в оценочных расчетах.

Для уточнения водного и солевого баланса Балхаша необходимы обоснованные данные о величине подземного оттока в прибрежные зоны. Они могут быть получены лишь с помощью полевых опытно-экспериментальных исследований. Как известно, количество влаги, теряющейся с поверхности водоносного горизонта, можно определить по количеству тепла, расходуемого на испарение. Для этого в надуровенном слое почвогрунтов и в верхней части водоносного горизонта (на разных интервалах глубины) необходимо произвести измерения температуры в течение всего испарительного сезона. Зная количество получаемого тепла, показатели теплоемкости и теплопроводности среды, а также потери теплоты на испарение, несложно рассчитать суммарную испаряемость поверхности водоносного горизонта в слое воды.

Как показано, важным фактором сохранения солевого баланса внутренних водоемов является подземный отток воды и вынос растворимых солей в прибрежную зону. Хотя привнос с речными водами относительно невелик (на примере Балхаша до 15-17%, в том числе порядка 10% труднорастворимых солей), объем поступления этих вод определяется прежде всего, положение уровня воды в бассейне. Чем больше поступление

речных вод, тем выше положение уровня и благоприятнее условия для оттока в прибрежную зону.

На практике водохозяйственники избегают сбрасывать большие массы поливных и дренажных вод с оросительных систем обратно в речные долины и отводят их в сухие русла (Шет-Баканаса и др.) и замкнутые котловины, где они бесполезно теряются, засоляя местность. Так, из главного сбросного коллектора Акдалинского оросительного массива (в бассейне р.Или) отводятся в пустыню по старому руслу Шет-Баканаса сотни миллионов кубометров сбросных вод. Объем максимального сброса в августе, например, может превышать здесь 37 м³/с (или 96 тыс.м³ в месяц). Причиняемый этим ущерб народному хозяйству обычно оправдывают боязнью усугубить засоление речных систем и озерных вод в конечных водоемах. Наши проработки показывают на несостоятельность таких рассуждений. Возвратный сброс оросительных, дренажных и промывочных вод в магистральные коллектора для отвода в Балхаш, далеко не в такой степени будет влиять на их засоление, как нарушение гидрохимического режима, вызванное снижением уровня воды в озере. Ведь при ненарушенном гидрологическом режиме в береговую зону всегда фильтруется более минерализованная вода, чем поступающая с оросительных систем, к тому же разбавленная в основном водотоке. При снижении уровня береговая линия уходит от ранее намытых и очищенных (сгонно-нагонными явлениями) берегов в заиленное дно. При этом резко ухудшаются условия фильтрационного оттока в берега, а следовательно, и возможности рассоления водоема. В результате малые озера и кутлуки быстро пересыхают, на поверхности ранее увлажненных участков образуются высохшие солевые пухляки, вся прибрежная местность интенсивно засоляется. Таким образом, нарушение гидрологического режима внутренних водоемов вызывает серьезные изменения сложившихся гидрохимических условий как в самом водоеме, так и в прибрежной зоне, что ведет к

интенсивному развитию процессов континентального засоления в бассейне.

Естественное рассоление озерных вод может иметь место не только в природных, но и в искусственных водоемах. Так, с 1973 г. началось заполнение сточными водами г. Алматы бессточной котловины Сорбулак, расположенный в южной части плато Карой, посредством открытого канала протяженностью 50 км. Северная половина озерной впадины сложена палеозойскими трещиноватыми породами и плотными миоценовыми глинами, а южная – рыхлыми среднечетвертичными аллювиально-пролювиальными отложениями с эоловой переработкой поверхности. В них происходит интенсивная инфильтрация воды из озера-накопителя, в то время как северная часть котловины оказывает дренарующее влияние на грунтово-трещинные воды.

С 1974 по 1987 гг. количество ежегодно поступающих сточных вод возросло с 57,5 до 190,5 млн.м³. Это вызвало увеличение площади водного зеркала оз.Сорбулак с 2-3 до 60 км², объема воды в нем более 800 млн.м³ и представляет серьезную угрозу прорыва через подтопленные дамбы к руслу р.Курты, что имело место в конце 80-х годов.

Между тем оз.Сорбулак выполняет не только роль накопителя сточных вод. В бывшей бессточной котловине происходят интенсивные процессы доочистки сточных вод в естественных условиях. При сравнении химических анализов воды в озере выяснилось, что по мере заполнения водоема происходит рассоление воды в нем. Если в 1977 г. минерализация воды была 3,7-3,8 г/л, то к 1982 г. она уменьшилась до 1,7-1,9 г/л, а в 1986 г. составила уже 1,2-1,5 г/л. Изменилось и соотношение многих макро- и микрокомпонентов относительно друг друга. Характер протекающих при этом физико-химических процессов подробно рассмотрен в кандидатской диссертационной работе Л.Ф.Тикеновой (Алматы, 1988 г.).

ВЫВОДЫ:

1. Главным фактором засоления озерных водоемов и их аккумулятивных побережий выступает испарительная концентрация солей; привнос солей с речными и подземными водами имеет подчиненное значение.
2. Процессам накопления солей в водоемах противостоят явления естественного рассоления, одним из которых является подземный отток в Береговую зону, обусловленный высокими испарительными потерями в малых озерах и на переувлажненных участках гидрофильных ландшафтов. Всякое нарушение сложившегося равновесия приводит к серьезным изменениям гидрохимического режима во всем бассейне.
3. Знание природных явлений и процессов, обеспечивших длительное существование пресных и слабоминерализованных водоемов в аридной зоне, позволяет наметить некоторые рекомендации по дальнейшему их сохранению в условиях интенсивного забора воды из питающих речных систем:
 - Вся речная вода, привлекаемая на орошение, включая оросительную дренажную, промывочную, должна сбрасываться в магистральные коллектора для отвода в конечные водоемы. Это положение надо считать неотъемлемым условием развития ирригации в аридной зоне.
 - Сельское население многих районов аридной зоны, не обеспеченное водопроводом, использует воду из ирригационных каналов. Протяженность их только в Узбекистане превышает 1 млн.пог.км, а число хозцентров превышает 18 тысяч. Проблему водообеспечения сельских поселков необходимо решать в основном за счет использования подземных вод. Это позволит, с одной стороны, улучшить санитарно-бытовые условия, а с другой – даст возможность закрыть ирригационные системы в вневегетационный период.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахмедсафин У.М., Шапиро С.М. и др. Гидрогелогические прогнозы Балхашской впадины. Алматы, 1975. 131 с.
2. Шапиро С.М., Павличенко Л.М., Подольный О.В. Гидрологические прогнозы подземного стока в озеро Балхаш. Алматы, 1982. 182 с.
3. Джуркашев Т.Н. Антропогенная история Балхаш-Алакольской впадины. Алматы, 1972.
4. Ахмедсафин У.М., Джабасов М.К. и др. Подземные воды Южного Прибалхашья. Алматы, 1980. 128 с.
5. Шнитников А.В. Общие черты циклических колебаний уровней озер и увлажненности территории Евразии в связи с солнечной активностью // Бюлл. Комисс. по исслед. Солнца, 1949, № 3-4.
6. Константинов А.Р. Испарение в природе. Л.: Гидрометиздат, 1968 532 с.
7. Курмангалиев Р.М., Мукуршин С.А. О природе Мынбулакской котловины и родников урочища Мынбулак // Изв. АН КазССР. Сер. Геол., 1980. № 11, С. 73-78.

В течение всего или почти всего геологического времени мы всегда наблюдаем одновременно и воду и живое вещество и всегда видим их неизменную тесную связь и взаимное огромное влияние. Механизм этого влияния совершенно иной для жизни в океане и для жизни на суше, в этом проявляется основная черта земной коры – диссиметрия ее строения.

В.И. Вернадский

ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ КРУГОВОРОТ И ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И СВОЙСТВ ВОДЫ

В соответствии с общим круговоротом веществ и энергии на Земле, необходимо различать малый гидробиологический, биогидрологический и большой геологический круговороты воды.

В понятие гидробиологического круговорота В.А.Ковда включает «сумму циклических процессов обмена веществ и энергии между средой и совокупностью растительных и животных организмов».

На высоту до 25 км над уровнем моря и на глубину до 3-4 км на континентах и до 11 км в Мировом океане размещается область распространения живых организмов – биосфера. Подавляющая масса вод биосферы неоднократно переходит через живые организмы в результате обмена веществ (метаболизма), поэтому все воды биосферы (по крайней мере 99% их) являются биогенными.

Полный трансформационно-миграционный цикл воды в гидробиологическом круговороте происходит между почвой, растениями, животными и микроорганизмами. Этот круговорот воды создается в основном биологическими силами и соответствующим им биологическим видом движения.

Все живые вещества (водные и наземные) нашей планеты на 2/3 состоят из воды. На первом месте в живом веществе и по массе, и по степени вырабатываемой ими энергии стоят микроорганизмы, на втором – многоклеточные растения, животные и на последнем месте – человек. Бактерии на 81% состоят из воды, а их споры – на 50%. Водные организмы и

организмы очень сырых и влажных местностей содержат по весу более 90% и даже более 99,7% воды [1]. Организмы суши содержат несколько меньше воды, однако в травянистой растительности процент воды поднимается до 85 - и спускается в крупных млекопитающих до 60%. Ткани человека содержат до 70% воды, кровь даже 79%, а лимфа 96%. Жидкая вода организмов образует золи и гели, коллоидные растворы, частью электролитические растворы. Химический состав этих растворов широко меняется для разных организмов, состав воды многих сухопутных животных, включая человека, напоминает состав солей океанической воды.

Вода в живых организмах находится все время в движении, и в течение года через живое вещество проходят количества воды в сотни, может быть тысячи раз больше его веса. Если взять всю биосферу, то в ней ежегодно биологическими силами перемещаются массы воды, достигающие десятых долей процента вод Мирового океана, а в немногие сотни лет через живое вещество проходят массы воды, превышающие вес Мирового океана.

По данным Г.В.Войткевич [2], фотосинтезом зеленых растений ежегодно потребляется $341 \cdot 10^9$ т CO_2 и $139,5 \cdot 10^9$ т H_2O . В результате в атмосферу Земли поступает (выделяется) $248 \cdot 10^9$ т кислорода. Если же учесть, что в биосфере Земли (атмосфере и гидросфере) содержится $1440 \cdot 10^9$ т воды, $233 \cdot 10^9$ т углекислого газа и $11,8 \cdot 10^9$ т кислорода, то нетрудно подсчитать, что за 10 млн. лет фотосинтез переработал массу воды, равную всей гидросфере. Это свидетельствует об огромной напряженности фотосинтеза в течение всей истории Земли.

Учитывая, что живое вещество образует почти сплошной покров в биосфере, можно говорить о воде организмов как о своеобразной земной оболочке, особой водной оболочке [1, с.77]. Такая охваченная жизнью оболочка биосферы содержит значительные массы воды, которые в каждый данный момент составляют $10^{18}-10^{19}$ г, т.е. 1-10 тыс.км³ [1, с.78]. По В.Ф.Дерпгольцу [3], уточненная величина общей массы воды, содержащейся в живых организмах, равна $2,5 \cdot 10^{18}$ г (2,5 тыс.км³). Судить о распределении этой массы воды между живыми организмами биосферы можно по соотношению их биомассы.

Биомасса животных организмов суши – водных и наземных – составляет всего $3,6 \cdot 10^{17}$ г (360 млрд.т). Следовательно, главная масса живого вещества Земли сосредоточена в растительности и микроорганизмах. В океанической и морской средах, по расчетам

В.Г.Богорова, общая биомасса всех растительных организмов равна 1,7 млрд.т, а животных – 32,5 млрд.т сырого вещества, т.е. в круглых цифрах 0,3 и 6 млрд.т сухого вещества [4]. Значит содержание воды в растительных организмах океана – 1,4 млрд.т, животных – 26,5 млрд.т. Продукция морской растительности в Мировом океане, по ориентировочным подсчетам, достигает 550 млрд.т [5]. Масса воды, заключенная в морских микроорганизмах, будет сравнима с общим весом бактерий в океане, который грубо оценивается в пределах $10^{15}-10^{17}$ г (1 – 100 млрд. т)[1]. Если принять биомассу микроорганизмов в среднем 10^{16} г (10 млрд. т), то общая масса воды в живых организмах мирового океана составит около $3,8 \cdot 10^{16}$ г, т.е. 38 млрд.т.

Как видно, главную водную массу в живом покрове биосферы создают организмы суши – почвенная биота. В своей основной (по весу) части они создаются растительностью суши – из почвенной влаги, водяных паров воздуха и атмосферных осадков, в меньшей степени из поверхностных вод и верховодок. В природных условиях почва часто удерживает 15% и более связанной (капиллярной, гигроскопичной) воды по весу. Общий объем почвенной влаги на площади суши 130 млн.км² оценивается, по Р.Л.Нейсу [6], приблизительно в 66 тыс.км³, а по расчетам М.И.Львовича [7,8] – 75–83 тыс.км³.

Почвенная влага, попадая в живые организмы суши, химически преобразуется и вступает в нового рода связь с окружающей средой со своими особыми законами геохимических миграций. Наибольшее значение имеет преобладающая по массе зеленая растительность, которая влияет прежде всего на циркуляцию паров тропосферы. Больше того, в своем развитии она меняет режим подземных верховодок, так как растения берут непосредственно из них или из почвенных и подпочвенных вод корнями нужную влагу. До известной степени растительность суши играет роль своеобразных насосов, выкачивающих жидкую воду из почвенных растворов и грунтовых верховодок и передающих ее в виде паров в атмосферу.

Именно благодаря живым организмам в гидробиологическом круговороте значительные массы воды отдаются в тропосферу в виде паров в результате испарения и транспирации растений. Зеленая растительность в десятки, может быть в сотни раз увеличивает испаряющую и поглощающую поверхность суши. Зеленый травянистый покров испарением и

транспирацией непрерывно пропускает количества воды в 250-1000 раз превышающие его вес. Только не более 0,2% ее задерживается организмом для построения своего тела*. По данным В.Ф.Дерпгольца [3], при образовании 1 г растительной ткани испаряется около 400 г воды (продуктивность транспирации). Транспирационный коэффициент (количество воды, расходуемое на образование 1 г сухого вещества) разных растений варьирует от 200 до 1000 и более [9].

В условиях засушливого климата только 1% впитанной из почвы воды используется самим растением на построение ткани, а 99% ее уходит на транспирацию. Во влажном климате испаряется около 97% полученной корнями влаги. Расход влаги на транспирацию в течение года составляет: у трав культурных растений от 229 до 254 мм, а у хвойных – 102-154 мм слоя воды [3].

Транспирация растительности во многом сглаживает на суше испаряющую роль ветра и выравнивает до известной (значительной) степени роль суши и океана в балансе испарения природных вод.

Огромные количества поверхностных вод суши поглощаются также – в процессе питья – организмами суши как животными, включая человека, так и растительными (оросительные воды).

Высокие потери жидкой воды в механизме гидробиологического круговорота обеспечиваются ежегодным восполнением ее ресурсов в поверхностных водотоках, водоемах и в почвенном покрове (включая подпочвенные воды и верховодку) за счет атмосферных осадков. Выпадение жидкой воды из тропосферы на сушу и океан в форме метеорных осадков – дождя и снега (порядка $4,8-5,2 \cdot 10^{11}$ г/год) и росы – является важнейшим процессом в механизме биосферы, определяющим в ней жизнь и весь ее водный режим.

*Эти данные В.И.Вернадского характеризуют количество воды, расходуемое на образование 1 г. сухого вещества. То же касается приводимых ниже величин продуктивности транспирации и транспирационного коэффициента.

Отсюда интенсивность биологического круговорота определяется не только пространственной плотностью почвенной биоты и животных организмов, но и климатическим фактором. Наиболее активные биологические процессы трансформации и перемещения влаги наблюдаются во влажных почвенно-биоклиматических областях тропиков и субтропиков, а наименьшие – в полупустынных и пустынных областях аридной зоны и в полярном климатическом поясе. В связи с увеличением численности населения, объемов потребляемой воды и ростом продуктивности биоценозов, напряженность биологического круговорота воды постоянно возрастает, особенно в густонаселенных районах земного шара.

Как отмечалось, общая масса воды в живых организмах биосферы определенная на каждый момент времени, составляет $2,5 \text{ тыс. км}^3$. Эта величина складывается из объемов воды, содержащихся в биомассе различных групп живых организмов – наземных и водных, – указанных выше. Зная соотношение биомассы разных групп организмов (наземных и водных), можно судить о распределении количеств воды между ними. Кроме того, исходя из величин единовременного содержания воды в живом веществе суши и Мирового океана, несложно определить объемы воды, затрачиваемые в разные (по времени) периоды вегетации, а также за гидрологический год в целом.

Для оценки годового гидробиологического круговорота необходимо знать: биологическую продуктивность всех основных групп наземных и водных организмов, затраты воды на транспирацию наземной растительностью в период создания биопродукции и количества воды, потребные для обеспечения жизнедеятельности животных организмов и микроорганизмов. Попытаемся произвести таковой расчет с использованием всех имеющихся данных – начальных и конечных (по биомассе) (табл.1). В расчете транспирационных затрат воды принято, что только 0,2% ее задерживается растениями для построения своего тела, а на создание биопродукции животных и микроорганизмов задерживается лишь 4%, а 96% уходит на обеспечение их жизнедеятельности.

Таким образом, годовым гидробиологическим круговоротом охвачено $2,5 + 171698,5 = 171,7 \text{ тыс. км}^3$ воды, что составляет 33% от объема общего биогидрологического круговорота воды на Земле.

Несмотря на условную экстраполяцию некоторых исходных данных, нам представляется важным порядок величины, характеризующей участие объема воды в гидробиологическом круговороте. Представляется очевидным, что дальнейшее уточнение расчетных параметров позволит уточнить и массу воды, которая, вероятно, не превысит 40-50% общего ее объема,

задействованного в более мощном биосферо-гидрологическом круговороте воды (520 тыс км³).

Произведенная оценка позволяет также считать, что масштаб гидробиологического круговорота воды в перспективе может возрасти. С этим будет связано увеличение биопродукции земледелия, животноводства, морского промысла, заметное увеличение количества кислорода в атмосфере, а также других очень важных компонентов общего круговорота вещества и энергии на Земле.

Таблица 1. Годовой гидробиологический круговорот воды на Земле.

Группы живых организмов	Общая биомасса (начальная), млрд.т	Биологич. продуктивн. млрд.т	Содержание воды в биопродукции, %	Количество воды в биопродукции, км ³
1	2	3	4	5
Живые	Организмы	Суши		
Растительность:				
Лесная	300	180	80	144
1	2	3	4	5
Травянисто-кустарниковая	200	200	85	170
Животные	360	360	60	216
Микроорганизмы	100	300	81	243
Итого	960	1040		773
Транспирация растительности				15700
Обеспечение жизнедеятельности				11475
	Морские	организмы		
Растительность	1,7	550	82	451
Животные	32,5	65	81	52,6
Микроорганизмы	10	30	81	24,3
Итого:	59,5	645		528
Обеспечение жизнедеятельности животных и Микроорганизмов				1922,5
Всего:	1019,5	1685		171698,5

В целях возможного расширения гидробиологического круговорота воды нужна разработка и осуществление целевых государственных и международных программ повышения биопродуктивности земельных ресурсов, развития крупномасштабных фитомелиораций, орошаемого земледелия, восстановления пастбищных территорий, борьбы с опустыниванием культурных земель.

Биогенные механизмы изменения химического состава и свойств воды в системе гидробиологического круговорота в природе

Необходимость рассмотрения данного вопроса вызывается существованием известного парадоксального явления в химическом строении живого вещества, отмеченного еще В.И.Вернадским [1,10].

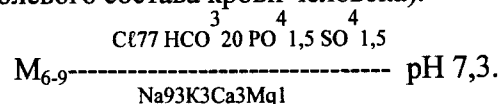
Химический состав воды Мирового океана отражает состав живого вещества суши. Кровь животных, включая человека, по элементарному составу близка составу океанической воды. Но водные соки растений, даже и сейчас живущих в Мировом океане, совершенно отличны от химического состава его вод.

Указанные явления, в отличие от известных преобразований форм азота, углерода и других веществ (в звеньях их круговорота), происходят по своим особым законам геохимических миграций. На это впервые обратил внимание В.И.Вернадский [1,10]; он же указал на геохимические особенности поведения воды в равновесных системах взаимодействия «морская вода $\rightleftharpoons$ морские организмы», «природная вода $\rightleftharpoons$ организмы суши», «почвенные растворы $\rightleftharpoons$ воды растений».

Накопленный к настоящему времени опытно-экспериментальный материал позволяет расширить наши представления о процессах преобразования химического состава и физических свойств воды в отдельных циклах взаимодействия с живым веществом, как частных проявлений более мощного явления диссиметрии и организованности биосферы.

Жидкая вода, попадая в живые организмы, химически преобразуется в них и вступает в нового рода связь с окружающей средой. В организме она образует золи и гели, коллоидные растворы, частью электролитические растворы.

Кровь многих животных, включая человека, по компонентному составу близка к составу океанической воды (см. формулу ионно-солевого состава крови человека).



Поскольку минерализация 6-9 г/кг принимается по NaCl, вода содержащая более 6 г/кг NaCl не будет всасываться из кишечника, следовательно, она не может считаться питьевой [11].

Благодаря тому, что состав воды многих высших организмов напоминает состав морской воды, возникло много гипотез, очень распространенных одно время среди биологов (Ч.Дарвин, Г.Бунге, Гессе и др.), о происхождении предков сухопутных организмов из водной среды – древнего океана. Но растения, которые согласно эволюционной гипотезе, возникли из одноклеточных, также должны были в составе своих водных соков повторять состав среды, из которой они вышли. Между тем соки растений, даже и сейчас живущих в океане, совершенно отличны от химического состава его вод.

В равновесной системе «морская вода $\rightleftharpoons$ морские организмы» наблюдаются два способа взаимодействия с морской средой. Для одних организмов их внутренняя вода изотонична с морской водой, т.е. обмен происходит свободно, и нет никаких препятствий и изменения состава, вызываемых явлением осмоса (моллюски и др.). Морская вода проникает в такие организмы через «кожу», через их наружные покровы, поэтому осмотическая концентрация крови у них такая же, как у морской воды. Только костистые рыбы и морские млекопитающие, а также водоросли представляют исключение из этого правила.

Для другой, более значительной группы организмов характерна способность к осморегуляции (морские костистые рыбы, пресмыкающиеся, морские млекопитающие). Они пьют

богатую солями морскую воду и опресняют ее, выделяя концентрированные растворы хлористого натрия соевыми железами (носовой железой пресмыкающиеся и птицы, жабрами – костистые рыбы). Соли магния и кальция удаляются кишечником и почками. Акулы, скаты и некоторые другие морские животные имеют в крови и жидкостях тела высокую концентрацию мочевины, их организм получает воду главным образом через наружные покровы по осмотическому градиенту. У млекопитающих основной орган регуляции водного баланса – почки: при избытке воды почки выводят разведенную мочу, при дефиците воды – концентрированную.

В равновесном взаимодействии «природная вода $\rightleftharpoons$ организмы суши» (водные и наземные), наоборот, нет изотоничности внутренних жидкостей с окружающей средой. Осмотические явления получают здесь большее значение, в отличие от морской жизни.

Высшие растения посредством корневых систем избирательно извлекают из почвы необходимые питательные и минеральные вещества. Столь же избирательно они поглощают диссоциированные ионы из почвенного раствора. При этом катионы (за исключением K^+) проникают в цитоплазму через окружающую ее липопроteidную мембрану пассивно, путем диффузии, а анионы (а также K^+) – активно, с помощью молекулярных ионных насосов, транспортирующих ионы с затратой энергии. Скорость активного транспорта ионов зависит от обеспеченности клетки углеводами и интенсивности дыхания, скорость пассивного поглощения – от проницаемости биологических мембран, разности концентраций и электрических потенциалов между средой и клеткой.

Проницаемость биологической мембраны внутри тканей растений для разных ионов неодинакова. Поэтому при пассивном поглощении под действием осмотического давления в первую очередь проникают легкоподвижные ионы с малым ионным радиусом и удельным весом.

Зная ионные радиусы и величину сфер главных анионов хлора, сульфата и гидрокарбоната, их подвижность и исходя из атомных весов, можно подсчитать отношения удельных весов

этих анионов. Они будут относиться как HCO_3^- : SO_4^{2-} : $\text{Cl}^- = 0,77:0,91:1,45$. Если принять удельный вес сферы гидрокарбоната за единицу, тогда анион сульфата составит 1,18, а анион хлора – 1,88. Соотношения атомных весов основных катионов не имеют такого резкого различия. Величины их ионных радиусов относятся как $\text{Mg}^{2+}:\text{Na}^+:\text{Ca}^{2+}=0,078:0,098:0,106$ нм (в системе Гольдшмидта). Следовательно, на границе раздела фильтрующейся через биологическую мембрану жидкости будут в большой степени накапливаться тяжелые ионы хлора и кальция. Наиболее подвижные ионы магния, гидрокарбоната, сульфата легко проникают через биологические мембраны, являясь главными компонентами проточной зоны. За счет ударов тех молекул и ионов, которые не пропускаются мембраной, возникает одностороннее давление на нее – осмотическое. У человека и животных оно достигает 8, у рыб до 15, а у растений пустыни до 100 атм. [3].

Подобные механизмы изменения химического состава воды имеют место и в неживой природе (например, явление гидродинамической дисперсии в зоне длительно эксплуатируемых подземных водозаборов), но они обуславливаются своими законами гидродинамической миграции. В приземных слоях атмосферы (тропосфере) также нередко происходит накопление тяжелых положительных ионов, но оно устраняется циркуляцией воздушных масс.

Указанный избирательный механизм водопитания растений обеспечивает первоочередное поступление в их ткани металла магния. Последний входит в состав хлорофилла – зеленого пигмента растений, по составу близкого к белкам и содержащего 2% Mg. С помощью хлорофилла зеленые растения используют солнечную энергию определенной части спектра и могут синтезировать все те органические соединения, в том числе и белки, которые строят их тело. Поэтому роль магния в геохимическом эффекте живого вещества совершенно исключительная.

Среди катионов не менее исключительное положение занимает калий, который несмотря на большой ионный радиус (0,151 нм, или $1,33 \text{ \AA}$) очень активно проникает в ткани

растений с помощью молекулярных насосов. Поэтому для катиона K^+ скорость проникновения и транспорта в 100 раз выше, чем для Na^+ и в 500 раз выше, чем для анионов.

В равновесной системе «природные воды $\rightleftharpoons$ животные организмы» наряду с изменением химического состава важное значение имеют процессы преобразования газовой фазы и физических (диа- и парамагнитных) свойств воды.

В организмах животных и человека по ионно-солевому составу вне- и внутриклеточные жидкости резко отличаются друг от друга: в клетках преобладают ионы K^+ , Mg^{2+} и фосфаты, вне клеток – ионы Na^+ , Ca^{2+} и Cl^- . Это различие также поддерживается деятельностью биологических мембран и связыванием ионов химическими компонентами клетки. Соответственно и потребность организмов в основных минеральных компонентах весьма неравнозначная. Человек, например, в среднем с пищей и водой должен получать (в мг): кальция – 800-1500; магния – 500-600; фосфатов – 1200-2000; калия – 2000-3000; натрия и хлора – 4000-6000; железа – около 15 мг. При этом элементы K, Na всасываются полностью, а Ca, Fe – частично.

В результате избирательного механизма газового обмена состав газовой фазы в организмах животных и человека строго своеобразен. Больше того, содержание газов в артериальной и венозной крови также различное (см. табл.2).

Таблица 2. Содержание газов в крови человека (в норме)

Газ	Кровь артериальная		Кровь венозная	
	Содержание в об.%		Содержание в об.%	
	в раствор. виде	в связан. виде	в раствор. виде	в связан. виде
Кислород	0,28	18-20	0,12	12-15
Углекислый газ	2,5-2,6	44-48	2,8-3,0	48-53
Азот	1	0	1	0
Прочие газы	следы	следы	-	следы

Наиболее важны кислород и углекислый газ, которые находятся в крови в растворенном и связанном виде. Они образуют легко распадающиеся соединения: CO_2 идет на образование солей, входящих в буферные системы крови, кислород, соединяясь с гемоглобином, образует оксигемоглобин.

Все органические тела, в том числе организмы животных и человека, являются диамагнитными. По нашим измерениям [12], магнитная восприимчивость тела человека равна $-3,6 \cdot 10^{-6}$ (в системе единиц СИ). Этим объясняется усвоение животными организмами только диамагнитных веществ органической (белки, углеводы, жиры, витамины) или неорганической (вода, соли, микроэлементы) природы.

Кровь человека и животных практически не имеет магнитного момента, $\chi = (0 \dots 2) \cdot 10^{-6}$. Магнитная нейтральность крови способствует насыщению организмов кислородом (газ – парамагнетик), который необходим для протекания окислительных процессов. Количество его зависит от концентрации в крови гемоглобина и при полном насыщении (кислородная емкость крови, РОЭ) составляет 12-20 об.%.

В этом состоит основная черта биологической организованности позвоночных (теплокровных и дышащих) животных, в том числе морских млекопитающих. У беспозвоночных животных функции транспорта кислорода выполняют металлопротеиды (гемэритрин, геомоцианин). Бескровные тела (например, простейшие) способны поглощать только углекислоту (газ – диамагнетик).

Лучшему усвоению организмами воды способствует насыщение ее газами – диамагнетиками (водород, углекислота и др.). Хорошо известен высокий эффект орошения полей артезианскими водами, насыщенными полярными газами – диамагнетиками, а также использование в медицине лечебно-бальнеологических свойств углекислых, сероводородных, иодобромных, метановых и радоновых водоисточников.

Другой формой биологической организованности животных организмов является оптимальная и удивительно стабильная температура тела (37°C), в сравнении с Кюри точкой для воды (34°C).

В реальной жизни это проявляется, например, в кипячении (нагревании выше Кюри точки) сырой воды и потреблении ее в виде чая, иногда подсоленного, для лучшей усвояемости. Можно привести и другие примеры из опыта использования воды и

водяного пара, насыщенных диамагнитными газами (CO_2 , CO , H_2 и др.), в быту и народном врачевании (русская баня, кипячение воды в самоваре на древесных углях и т.п.). Активированная вода и ее растворы характеризуются уменьшением pH, увеличением электропроводности, повышенной растворяющей способностью.

Рассмотренные процессы изменения химического газового состава физических свойств воды в отдельных звеньях гидробиологического круговорота и взаимодействия с живым веществом – одна из основных черт организованности биосферы, которая сказывается и в частности – в строении и жизнедеятельности организмов. В этой организованности, выраженной в форме равновесия

вода $\rightleftharpoons$ газы

⇓ ⇓

жизнь,

вода, газы и живое вещество – генетически связанные части.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вернадский В.И. История природных вод. Избр. соч., т. IV, кн.2. М., 1960. – 651 с.
2. Войткевич Г.В. Происхождение и химическая эволюция Земли. М., 1983. – 168 с.
3. Дерпгольд В.Ф. Мир воды. Л.: Недра, 1979. – 254 с.
4. Биомасса // БСЭ. Изд. 3-е. Т. 3. М., 1970. – С. 357-358.
5. Возжинская В.Б. Морская растительность // БСЭ. Изд. 3-е. Т. 16. М., 1974. – С. 587.
6. Nace R. Water of the World. Natural History, 1964.v. LXXIII. № 1.
7. Львович М.И. Водные ресурсы // Ежегодник БСЭ. М., 1964. – С. 492.
8. Львович М.И. Водные ресурсы // БСЭ. Изд. 3-е. Т. 5. М., 1971. – С. 180-181.
9. Генкель П.А. Транспирация // БСЭ. Изд. 3-е. Т. 26. М., 1977. – С. 152.
10. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1965. – 374 с.
11. Ахмедсафин У.М., Курмангалиев Р.М. и др. Классификация коммунально-питьевых вод аридных районов Казахстана // Вестник АН КазССР, 1982. № 10. – С. 13-22.
12. Курмангалиев Р.М. Явление диа- и парамагнитного эффекта водных растворов. Уральск. Зап.-Каз. ЦНТИ. ИЛ № 85-95, 1995. – 5с.

«Магнитные свойства присущи всем веществам и тесно связаны с их химическим составом и строением»

М.Фарадей

БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ДИА- И ПАРАМАГНЕТИЗМА ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

Природные воды являются одним из наиболее важных и активных видов геологической материи, существенно влияющим на ход геологических процессов земной коры и условия ее образования. Трудно назвать другое природное вещество, которое могло бы приобретать столь разнообразные магнитные свойства, находясь в одном (жидком) состоянии. Однако физика ассоциированных растворов вообще представляет собой слабо разработанную область теоретической физики. Отсюда все чаще отмечаются необычные изменения и проявления свойств воды, обусловленные различными внешними воздействиями (температурными, магнитными, радиационными др.).

Магнитные свойства вещества, воды и растворов

В 1845 г. М.Фарадей разделил все слабомагнитные вещества на диа- и парамагнитные. У чисто диамагнитных веществ электронные оболочки атомов (молекул) не обладают постоянным магнитным моментом. Магнитные моменты, создаваемые отдельными электронами в таких атомах, в отсутствие внешнего магнитного поля взаимно компенсированы. Во внешнем магнитном поле образуется индукционный (или поляризационный) магнитный эффект, направленный против вызывающего его поля и называемый диамагнитным. Этот поляризационный макроэффект определяет отрицательный знак диамагнитной восприимчивости вещества ($\chi < 0$), т.е. диамагнитные тела отталкиваются от магнита. Для определения суммарного магнитного момента, или результирующей диамагнитной намагниченности ($J_{\text{дм}}$), имеем соотношение

$$J_{\text{дм}} = \chi_{\text{дм}} \cdot H, \quad (1)$$

где H – напряженность внешнего магнитного поля;

χ – диамагнитная восприимчивость.

По С.В.Вонсовскому [1], в типичном диамагнетике для ориентировочной оценки диамагнитной восприимчивости имеем

$$\chi_{\text{дм}} \sim -10^{-6}Z, \quad (2)$$

где Z – порядковый номер химического элемента в таблице Менделеева, равный числу электронов в оболочке.

В целом диамагнитный эффект в веществах очень слабый: внешнее поле напряженностью в 1 эрстед (Э) создает диамагнитную восприимчивость в одну миллионную гаусса.

Типичными представителями диамагнитных веществ являются: молекулярный водород, уголекислота, жидкий азот, инертные газы (гелий, аргон, неон и др.), многие металлы (медь, цинк, висмут, серебро, ртуть, бериллий, германий), неорганические вещества (кремний, фосфор, сера) и соединения (поваренная соль, сода, стекло, мрамор, вода). К диамагнитным телам принадлежат почти все органические соединения: дерево, воск, нефть, ацетон, бензол, анилин, глицерин, молоко, спирт и др. Абсолютное значение магнитной восприимчивости этих веществ и соединений малы: от $-2,02 \cdot 10^{-6}$ (гелий) и $-3,1 \cdot 10^{-6}$ (кремний) до $-100 \cdot 10^{-6}$ (BiCl_3) и $-107,1 \cdot 10^{-6}$ (дефиниламин) (в СГС системе).

Диамагнитный эффект во всех телах не зависит от температуры. Однако, при характеристике диамагнетиков следует учитывать влияние на магнитные свойства тел характера и величины внутреннего взаимодействия между атомными носителями магнетизма. Ведь даже в газах, не говоря о жидких и твердых телах, межатомное взаимодействие может оказать самое существенное влияние на магнитные свойства вещества. Отметим, что часто при соединении в молекулу двух или нескольких атомов, обладающих магнитными моментами (парамагнитные атомы), молекула оказывается лишенной магнитного момента (диамагнетик). Так, в простейшей молекуле водорода H_2 два электрона движутся вокруг двух протонов, создавая устойчивую конфигурацию. Магнитные моменты двух электронов направлены встречно и компенсируют друг друга, т.е. электроны H_2 имеют спин равный нулю. В результате из двух атомов образуется диамагнитная молекула. Атом ^4He тоже не обладает магнетизмом, а атомы ^3He обладают (за счет своего

ядра) спином 1/2 и соответствующим магнитным моментом. У лития есть магнитный момент, ибо три электрона обязаны иметь отличный от нуля суммарный спин.

В молекуле поваренной соли NaCl и атом хлора, и атом натрия – парамагнитные атомы. Возникновение молекулы NaCl сопровождается образованием иона Na^+ , электронная оболочка которого аналогичная электронной оболочке атома инертного газа Ne, и иона Cl^- , чья электронная оболочка аналогичная Ar. Оба иона, тем самым, не имеют магнитных моментов. За счет электростатического (кулоновского) притяжения они образуют диамагнитную молекулу [2].

Магнитные свойства многоатомных молекул в газах целиком определяются взаимодействием между валентными (наружными) электронами атомов, образующих молекулы.

Чистая вода (H_2O) – диамагнетик. Магнитная восприимчивость воды изучалась нами по пробам, отобранным из различных водоисточников, больше из глубоких скважин с пресной питьевой или термоминеральной водой (май, июль 1990 г.). Определения производились на чехословацком магнитометре Kappabridge KLY – (табл.3)

Таблица 3. Магнитная восприимчивость воды (в нормальных условиях)*

Водоисточник	Водовмещающие породы и возраст	Минерализация, г/л	°C	Магнит. восприимчивость, $\chi \cdot 10^{-6}$
Алма-Атинская область				
Скв. 33 (Горельник)	Граниты, O_3	0,16	27	-48
Скв. 3 (Алма-Арасан)	Гранодиориты, O_3	0,25	35	-49
Скв. 4 (Казачка)	Гранодиориты, O_3	0,44	16	-47
Скв. 4* (Казачка)	то же	0,35	14	-42
Скв. 7 (Тау-Тургень)	Гранодиориты, O_3	1,29	28	-46
Родник 1 (Курам)	Эффузивы, P_2	1,53	21	-47
Скв.5Т (Нижняя Каменка)	Песчаники мелко зернистые, N_1	5,76	54	-44
Большой Алмаатинский канал (БАК)		0,23	17	-48
Большая Алма-Атинка, у оз. Сайран		0,25	15	-41
Талды-Курганская область				
Скв.(Копал-Арасан)	Граниты, C_1	0,29	30	-44
Скв. (Ку-Арасан)	Порфириты и граниты, C_1	0,80	37	-48

ПРОДОЛЖЕНИЕ Таблицы 3.				
Водоисточник	Водовмещающие породы и возраст	Минерализация, г/л	°C	Магнит. восприимчивость, $\chi \cdot 10^{-6}$
Кустанайская область				
Родник и левобережье р.Тобол, в районе КЖБИ	Опоки трещиноватые P_2	0,35	11	-45
Река Тобол.Амангельд. водх.	Пески, K_2	0,91	23	-44
Пос.Новониколаевка резервуар Убаганского водозабора	Пески, K_2	1,20	13	-43
Свх. «Приозерный», в цехе очистки. Убаганского водозабора	Пески, K_2	1,30	13	-44
Скв. в свх. «Пригородный»	Метоморфич сланцы, $Pt_2 Pz_1$	1,10	10	-42
Сарбайский карьер из карьерного водоотлива	Скарны и скарн. известняки, C_1	4,76	21	-44
Река Желкуар, у Джетыгаринского подхвоста		0,97	22	-41
Шахта № 6 в Старой Джетыгаре	Ультрабазиты, гранитоиды, Pz_3	2,66	17	-42
Скв. в свх. «Мюкты-кольский»	Известняки метаморфизированные, D_3	0,87	12	-44
Река Тобол, у с-х им. Фрунзе		1,30	21	-42
Скв. в пос. Сахаровка	Известняки доломитизиров., C_1	1,10	12	-41
кв. в свх. «Уркашский»	То же	1,15	11	-44

* Данные приведены для системы единиц СИ

Как видно, абсолютная величина магнитной восприимчивости воды мала и слабо зависит как от напряженности магнитного поля, так и от минерализации и температуры. По опытным данным [3], с повышением температуры диамагнитная восприимчивость изменяется от $-2,9 \cdot 10^{-6}$ при $5^\circ C$ до $-0,62 \cdot 10^{-6}$ при $70^\circ C$ (для СГС системы). Очевидно, что ослабление молекулярных связей приводит к некоторому увеличению диамагнетизма.

Рассмотрим второй – парамагнитный эффект воздействия внешнего магнитного поля на элементарные магнетики. В тех случаях, когда в атоме существует собственный результирующий отличный от нуля магнитный момент (спиновой, орбитальный или оба), то внешнее магнитное поле оказывает ориентирующее действие на этот собственный магнитный момент (элементарные токи) вдоль своего направления. В результате возникает параллельная внешнему полю намагниченность, являющаяся причиной положительного магнитного момента (парамагнитной восприимчивости, $\chi > 0$), который называют парамагнитным. Поскольку ориентированный магнитный поток элементарных токов усиливает, хотя и незначительно, магнитный поток внешнего поля, парамагнитные тела притягиваются к магниту или стремятся переместиться в области пространства с большей напряженностью магнитного поля, в противоположность диамагнетикам. В слабых полях намагниченность парамагнетиков растет с ростом поля по закону $J = \chi \cdot H$.

Тепловое поле с происходящими в нем атомными столкновениями, с одной стороны, необходимо для возникновения парамагнитного момента, а с другой, мешает установлению ориентированного магнитного порядка из-за своего хаотического характера. Поэтому в случае парамагнитного эффекта, значительно зависящего от температуры, упорядочивающее действие магнитного поля на расположение атомных магнитных моментов ($\mu_{ат}$ порядка электронного боровского мегатона, $\mu_{ат} \sim \mu_B$) можно считать пропорциональным отношению энергии внешнего магнитного поля $\mu_B \cdot H$ к средней тепловой энергии $k_B \cdot T$ (k_B - постоянная Больцмана, равная отношению постоянных Клайперона и Авогадро, $k_B = R / N_A = 1,380662 \cdot 10^{-16}$ эрг/К), то есть

$$\mu_B \cdot H / k_B \cdot T \sim 10^{-4} \ll 1 \text{ при } H \sim 10^2 \text{ Э и } T \sim 100 \text{ К.}$$

Это отношение надо умножить на атомный магнитный момент, т.е. на μ_B , и на полное число атомов в единице объема тела n , что дает

$$J_{\text{пм}} = \frac{n \cdot \mu_B^2}{3 k_B \cdot T} \cdot H = \chi_{\text{пм}} \cdot H. \quad (3)$$

Коэффициент $1/3$ в знаменателе появляется из-за тепловой хаотичности распределения моментов в объеме тела. Итак, для парамагнитной положительной удельной восприимчивости получаем

$$J_{\text{пм}} = \frac{n \cdot \mu_B^2}{3 k_B \cdot T} \quad (4)$$

Формулу (4) обычно называют законом Кюри. При комнатных температурах $\sim 300 \text{ К}$ получаем $\chi_{\text{пм}} \sim 10^{-4}$, т.е. значение на два порядка выше, чем отрицательная диамагнитная восприимчивость. Таким образом, несмотря на универсальность диамагнетизма, в природе мы имеем много парамагнитных тел из-за условия $\chi_{\text{пм}} \gg |\chi_{\text{дм}}|$ даже при высоких температурах, не говоря уже о низких, при которых, как следует из (4), парамагнетизм сильно возрастает.

К парамагнетикам, подчиняющимся закону Кюри, относится молекулярный кислород, окиси азота (NO), марганца (MnO), соли некоторых металлов (FeCl_2 , CuCl_2 , MnCl_2 , CoCl_2 , NiSO_4), редкоземельных элементов и актиноидов. Несколько иной парамагнетизм, не подчиняющийся закону Кюри, наблюдается у чистых металлов (алюминий, молибден, титан, ванадий и др.) и особенно у щелочных и щелочноземельных элементов (натрий, калий, кальций, литий). У последних температурная зависимость парамагнитной восприимчивости очень слабая из-за особой электронной структуры металлов.

Магнитная восприимчивость парамагнетиков ($\chi = J / H$) 1 моля вещества всегда положительна. Ее абсолютные значения невелики: от $1,32 \cdot 10^{-5}$ (магний) до $4,85 \cdot 10^{-3}$ (окись марганца, MnO). Большим парамагнетизмом отличаются хлористые соединения марганца (MnCl_2) – $1,43 \cdot 10^{-6}$, железа (FeCl_2) – $1,47 \cdot 10^{-6}$ и кобальта (CoCl_2) – $12,16 \cdot 10^{-2}$ (СГС).

Магнитные свойства вещества характеризуют иногда магнитной проницаемостью, которая представляет собой постоянную величину, характеризующую данное тело: $\mu = 1 + 4 \pi$

χ . Ясно, что у парамагнетиков $\mu > 1$, у диамагнетиков $\mu < 1$. Магнитная проницаемость воды – 0,999991.

Магнитная восприимчивость воды и ее структура очень сильно зависят от вида и концентрации примесей. Многие из них обладают парамагнетизмом, который накладывается на диамагнетизм воды и иногда перекрывает его. Поэтому величина и характер магнитной восприимчивости водных растворов зависят как от природы ионов и молекул примесей, так и от характера их связи друг с другом.

Наши исследования подтверждают, что диа- и парамагнетизм воды определяется в основном магнитными свойствами диссоциированных ионов и молекул примесей. В пробах, отобранных из двух глубоких скважин с термоминеральной водой сульфатно-хлоридного натриевого состава (скв. Копал-Арасан и скв. Ку-Арасан) молекулы (и атомы) солей их сухого остатка не имеют магнитных моментов ($\chi = 0$). Отрицательный магнитный момент (соответственно -44 и -48·10⁻⁶, табл. 3) появляется лишь с образованием в воде диссоциированных ионов, электронные оболочки которых обладают тем или иным зарядом, определяемым валентными (наружными) электронами атомов (кроме Na⁺ и Cl⁻).

Природа магнетизма некоторых растворов изучалась нами путем растворения в чистой воде с известным значением магнитной восприимчивости (объем пробы 100 мл) предварительно растертых в порошок солей и минералов (табл. 4). Раствор выдерживался 2,5 суток.

Как видно, при растворении диамагнитных солей и минералов (хальканит, галит, натрит, галенит) несколько понижается диамагнетизм исходной воды. Очевидно, при увеличении концентрации ионов средняя тепловая энергия в растворе $k_B \cdot T$ несколько возрастает (вследствие увеличивающихся ионных столкновений, как и при нагревании) в сравнении с абсолютной величиной энергии атомного момента в поле ($\mu_B \cdot H$). По закону Кюри (4) это должно приводить к уменьшению отрицательной магнитной восприимчивости.

Таблица 4. Магнитная восприимчивость воды и растворов (в нормальных условиях).

Водонисточник	Состав растворенного вещества	Кол-во вещества на 100 мл воды, г	Магнитная восприимчивость, $\chi \cdot 10^{-6}$ (СИ)	
			вода	раствор
Скв. 4 (Казачка)	Медный купорос (хальканит), CuSO ₄ ·5H ₂ O	0,608	-47	-38,5
Скв. 7 (Тау-Тургень)	Поваренная соль (галит), NaCl	0,612	-44	-42,0
Бол.Алмаатинск. канал (БАК)	Сода (натрит), Na ₂ CO ₃ ·10·H ₂ O	0,598	-48	-41,5
Скв. (Копал-Арасан)	Скаполит (мариалит), Na[AlSi ₃ O ₈]·Cl ₂	3,0	-44	+1,6
Скв. 3 (Алма-Арасан)	Свинцовый блеск (галенит), PbS	3,0	-49	-36,3
Скв. 33 (Горельник)	Магнетит с включением пирита, Fe·Fe ₂ ·O ₄ +FeS ₂	3,0	-48	+1804

При растворении слабого парамагнетика (скаполит) диамагнетизм воды перекрывается более сильным парамагнитным эффектом примеси вещества (скв. Копал-Арасан). Поэтому в таком растворе мы наблюдаем разностный магнитный эффект между преобладающим парамагнетизмом и меньшим диамагнетизмом. И в последнем случае (скв. 33, Горельник) мы экспериментально показали, что даже небольшая примесь сильно намагниченного вещества (магнетит с включением пирита) делает его резко парамагнитным.

В 1895 г. Пьер Кюри экспериментально установил, что парамагнитная восприимчивость уменьшается обратно пропорционально температуре. Закон Кюри хорошо выполняется при достаточно высоких температурах для всех парамагнетиков. При понижении температуры отчетливо наблюдается систематическое отклонение, особенно при исследовании твердых и жидких парамагнетиков. Поведение $\chi = \chi(T)$ можно описать формулой, обобщающей закон Кюри и носящей имя закона Кюри-Вейса

$$\chi = \frac{C}{T - \theta}; \quad T \gg \theta,$$

где C – постоянная Кюри; θ – парамагнитная точка Кюри.

Если $\theta < 0$, это означает, что $\chi(T) < C/T$ при $T \gg \theta$, в то время как при $\theta > 0$ $\chi(T) > C/T$. Константы C и θ в законе Кюри-Вейса у разных веществ различны. Для воды точка Кюри равна 34°C . Вблизи Кюри точки в веществе происходят специфические изменения многих свойств (например, теплоемкости, магнитной восприимчивости и пр.), достигающие максимума при $T = \theta$, вследствие исчезновения того или иного вида атомного «порядка» (упорядоченной ориентации магнитных или электрических моментов) [4].

Более поздними исследованиями было подтверждено, что вода при температуре 40°C характеризуется изменением многих физических свойств [5]. Эта температура получила название характерной температуры Менделеева, впервые установившего существование такой температуры воды [6]. В дальнейшем эта характерная температура воды подтверждена замерами электропроводности, которые показали излом логарифма электропроводности от обратной температуры [7]. Вычисленная Ф.А.Летниковым и др. [8] энергия активации электропроводности для воды 40°C составила $5,9$ ккал/моль, после 40°C – $4,3$ ккал/моль.

Поскольку природная вода в определенных условиях внешнего воздействия (температурного, магнитного, электромагнитного, радиационного) и состояния (омагниченного, дегазированного, метастабильного после температурной активации и др.) может приобретать аномально активные физико-химические и биологические свойства, имеется ряд гипотез по разному интерпретирующих эти изменения ее внутренних свойств. Приводимые объяснения физико-химических особенностей воды (дождевой, снеготалой) в одном случае основывается на предположении различной концентрации в ней изотопа ^2H [9]. Другие исследователи [10,11] биологическую активность свежеталой воды пытаются связать с ее структурой, с возможностью нарушения или изменения в водородной связи. Известна концепция В.Д.Зелепухина и И.Д.Зелепухина [12]: «Дегазированная вода – стимулятор растений», в которой способом дегазации является нагревание с последующим принудительным охлаждением. В работе В.И.Классена [13]

подробно рассмотрены вопросы влияния омагниченной воды на органические и неорганические вещества и соединения. Ф.А.Летников и др. [8] констатируют открытие нового эффекта – наличие метастабильного состояния у воды и водных растворов после их нагревания при высоких температурах и давлениях. Благодаря комплексу примененных методов ими вскрыта сущность эффекта температурной активации воды, в основе которого лежат структурные факторы.

Не оспаривая опытных данных, полученных разными исследователями, мы полагаем, однако, что с позиций молекулярного строения и структурных связей трудно объяснить все многообразие наблюдаемых изменений внутренних свойств воды. Так, не поддается обычному объяснению характер влияния примесей (электролиты, неэлектролиты), взвешенных частиц и газов на изменение физико-химических свойств ассоциированных растворов, так как эти изменения чаще всего обуславливаются природой магнетизма вещества. Принятие ошибочных концепций вынуждает иногда авторов «развивать» усложненную «теорию» в попытке объяснить вообще-то простое и частное явление в жизни природных вод [12]. Как сторонники простых явлений и процессов в жизни природы, мы полагаем, что только природой магнетизма, обуславливающей, в частности, различие магнитных свойств воды и растворов, можно вполне убедительно и просто объяснить физическую сущность некоторых явлений и свойств природной воды.

Влияние магнетизма на водно-биологические (объекты) и некоторые вопросы магнитоэкологии

Наряду с известными проблемами геохимической и гидрогеохимической экологии следует выделить понятие – магнитоэкология водно-биологических систем (объектов), как обусловленное явлениями земного геомагнетизма и магнитных свойств воды.

Магнетизм природных вод двояко влияет на условия жизнеобитания и жизнедеятельности различных организмов и видов. С одной стороны, он может благоприятствовать и

стимулировать развитие органической жизни, с другой, быть неблагоприятным и даже губительным для нее.

Многие органические тела, в том числе организмы человека, животных и растений, состоящие на 70-90% из воды, по физической природе являются диамагнитными. Присутствующие в них некоторые компоненты – парамагнетики (железо, алюминий, молибден, азот, кислород и др.) образуют простые и комплексные соединения. По Я.Г.Дорфману [14], парамагнетизм таких соединений обычно слабее парамагнетизма исходных веществ. Кроме того, ионные остовы этих соединений (как и щелочных металлов) идентичны замкнутым электронным оболочкам инертных газов и также обладающих слабым диамагнетизмом.

Магнитная восприимчивость тела человека $-38 \cdot 10^{-6}$ (СИ). Кровь не имеет магнитного момента или слабо парамагнитная, $\chi = (0-2) \cdot 10^{-6}$. Благодаря этому обеспечивается усвоение в органах (через кровь) только диамагнитных веществ органической (белки, углеводы, витамины) или неорганической (вода, ферменты, цинк, медь, молибден и др.) природы; магнитная нейтральность крови способствует насыщению организма кислородом (газ – парамагнетик), который необходим для протекания окислительных процессов. Количество его зависит от концентрации в крови гемоглобина и при полном насыщении крови (кислородная емкость крови) – около 10-20 об.%. У беспозвоночных животных функции транспорта кислорода выполняют металлопротеиды (гемэритрин, геомоцианин).

Вполне понятно, что диамагнитные вещества – молоко и молочные продукты, мясо, растительные продукты (фрукты, соки, овощи, мучные изделия и пр.), спирт и его производные, глюкоза, сложные физиологические растворы и др., обеспечивающие нормальные физиологические процессы, легко усваиваются организмами. Лучшему усвоению различных веществ способствует насыщение их газами-диамагнетиками (водород, угольная кислота, сероводород, метан др.), которые активизируют их биологические свойства. Хорошо известен высокий эффект орошения сельскохозяйственных культур подземными водами глубоких водоносных горизонтов, насыщенных полярными газами – диамагнетиками, а также

использование лечебно-бальнеологических свойств углекислых, сероводородных, метановых, радоновых источников. В медицине для быстрого заживления открытых ран успешно применяется обработка их жидким азотом ($\chi = -12,0 \cdot 10^{-6}$, СГС).

Типично диамагнитному состоянию вещества отвечает также ледниковая вода и вода из горных родников. В этих водах почти нет взвешенных примесей, а главное – мало растворенных газов воздуха (кислорода, азота), обладающих парамагнетизмом. Только диамагнитными свойствами чистой воды можно объяснить наибольшее сосредоточение планктона у кромки тающих льдов в арктической зоне океана, обилие здесь рыб и морских животных, стремление многих птиц к размножению в арктические области, а также массовое движение рыбы на нерест в чистые истоки рек.

Представляется важным влияние химических ионов – носителей электрического заряда и магнитного момента на биологические свойства природных вод. Оказывается, небольшие добавки к воде солей или растворов-парамагнетиков могут оказывать стимулирующее действие на эту воду и находящиеся в ней органические вещества. Поэтому, например, хлористое железо – один из сильных парамагнетиков ($\chi = 1,5 \cdot 10^{-6}$), было использовано японским ученым из Нагайского университета, доктором Сёдзи Ямасита для получения активированной пи-воды путем добавки ничтожных количеств FeCl_2 в обычную воду [15].

Вода речная, прудовая, канальная, а иногда и водопроводная содержит часто взвешенные примеси (песчаные, пылевые частицы, окислы железа, алюминия, марганца др.), обладающие парамагнитными свойствами. Как отмечалось, величина диамагнитной восприимчивости на два порядка ниже парамагнитной. Отсюда даже небольшая примесь парамагнитных атомов, внесенных в чистую воду, частично или полностью перекрывает ее диамагнетизм, а иногда делает ее слабо парамагнитной (табл. 4).

Поскольку поверхностная вода может обладать слабым диамагнетизмом, для лучшей усвояемости ее кипятят. В аридных районах Средней Азии, Казахстана лучшим способом поддержания водного баланса является непременно употребление чая, иногда и подсоленного. Следовательно,

главной причиной улучшения усвояемости обычной воды является не дегазация или изменение молекулярной структуры (путем термобарических, магнитных, электромагнитных воздействий), а изменение ее магнитных свойств – из слабо диа- или парамагнитных в диамагнитные, максимально приближенные к диамагнетизму тела человека ($-38 \cdot 10^{-6}$, СИ). Легче всего это достигается нагреванием выше Кюри точки.

Природные воды находятся под постоянным воздействием земного магнитного поля. Земной магнетизм обусловлен действием постоянных источников, расположенных внутри Земли и испытывающих медленные (вековые) изменения, и внешних переменных источников, расположенных в магнитосфере и ионосфере. Полная напряженность геомагнитного поля возрастает от экватора к полюсу от 0,35 до 0,70 Э. В зависимости от интенсивности и занимаемой площади различают мировые аномалии (Восточно-Сибирская, Бразильская и др.), а также региональные и локальные. Региональные магнитные аномалии вызваны особенностями строения земной коры и выделяются на фоне основного геомагнитного поля, например на Сибирской, Восточно-Европейской платформах и в других местах. Локальные аномалии связаны с неравномерным распределением в земной коре ферромагнитных минералов (Курская, Криворожская, Соколовско-Сарбайская, Качарская, Куржункольская и др.). Магнитная интенсивность некоторых локальных аномалий (например, Куржункольской в Кустанайской области – 0,70 Э) несколько превышает геомагнитное поле мировых аномалий (Восточно-Сибирская – 0,62 Э) и резко превосходит геомагнитную напряженность на средних широтах Земли (0,25-0,35 Э).

Земные геомагнитные аномалии высокими магнитными энергиями не обладают и все без исключения относятся к слабым полям. Однако не всегда для получения большого эффекта нужна большая энергия. Во многих случаях слабые магнитные поля производят большой эффект, например, при явлении диффузии в кристаллах, в химических реакциях, в биологических процессах. Путем воздействия ферромагнетиков и переменного магнитного поля достигается положительный эффект лечения некоторых заболеваний, особенно хронических (ревматизм, подагра и др.).

Постоянное магнитное поле обладает проникающим действием и влияет прежде всего на регуляторные системы организма. Оно может служить удобным инструментом при управлении некоторыми биологическими процессами: изменение РОЭ крови, противоопухолевом, антирадиационном и противотемпературном защитном действии. Отсюда вытекает, что сложные живые организмы (диамагнетики) не могут оставаться безразличными к общей напряженности окружающего аномально-магнитного поля. Длительность воздействия магнитного поля, как и радиационного, космического излучения, неизбежно должно приводить к угнетению биологических объектов. Как замечает В.И.Классен [13], исследование водных систем, подвергнутых воздействию магнитного поля – постоянного или низкочастотного (30-300 кГц), является общим, но частным случаем. Не меньший интерес для науки и практики представляет воздействие на природную воду (в жидкой или твердой фазе) всех видов излучений, имеющих электромагнитную природу, т.е. частоту электромагнитных волн более 300 кГц.

В отношении влияния водного фактора на условия жизнеобитания в районах с повышенной геомагнитной активностью, надо сказать, что даже слабо омагниченная (слабо парамагнитная) вода для длительного внутреннего употребления не пригодна, как несвойственная живым организмам. Для всякого диамагнитного тела такая вода столь же чужеродна, как и «мертвая» (кислая) вода для внутренней слабощелочной среды организмов человека и животных. Нам представляется, что явлением магнетизма природных вод можно объяснить причины предрасположенности населения некоторых областей Казахстана к эндемическим (раковым) заболеваниям в пределах географической зоны (пояса), околнуренной проф. Н.И.Колычевой [16]. Эти причины обусловлены, скорее всего, магнитными свойствами потребляемой воды, а вероятные очаги популяции этих болезней следует искать в районах геомагнитных аномалий различной интенсивности и периодической изменчивости (вариаций). В этих условиях аномальные поля повышенной радиоактивности, образующиеся в районах существующих ядерно-испытательных полигонов, наиболее

пагубно воздействуют на живые организмы, так как защитные функции их и без того ослаблены в результате длительного воздействия геомагнитного фактора и потребления малопригодных поверхностных вод. Для коренного улучшения санитарно-эпидемиологической обстановки в этих экологически неблагополучных районах необходимо скорее решить задачу перевода городов, райцентров и всех населенных пунктов на централизованное водокоммунальное питьевое водоснабжение за счет подземных вод глубоких водоносных горизонтов.

Таким образом, рассматриваемое явление впервые объясняет физическую сущность аномальных изменений внутренних свойств ассоциированных растворов, связанных с магнитными свойствами диссоциированных ионов и молекул примесей, вносит представление о неоднозначном воздействии их на органические и неорганические тела. Магнитные свойства и химико-биологическая активность природных растворов при обычной температуре определяются характером внутренних магнитных свойств, природой и концентрацией примесей (ионов, молекул), составом и магнитной природой насыщающих газов, а также характером их связи друг с другом (энергией взаимодействия атомных магнитных моментов). Установленная П.Кюри обратная зависимость парамагнитной восприимчивости от температуры позволяет регулировать связь между свойствами слабо парамагнитных и диамагнитных тел.

На научно-технических положениях данной работы могут базироваться:

- 1) Развитие новых направлений в физике ассоциированных растворов – магнитная гидрогеохимия, магнитоэкология водно-биологических систем;
- 2) Введение в основные стандарты на питьевую воду (Международный, Европейский, бывш. Госсюзный) нового физического показателя – магнитной восприимчивости воды, как главного критерия ее применимости для хозяйственно-питьевого водоснабжения;
- 3) Разработка и внедрение новых технологий применения активированных водных растворов в сельском хозяйстве, ихтиологии, орнитологии, медицине, производстве

- 4) Разработка нового метода применения диа- и парамагнитных критериев в прогнозной оценке нефтегазоносности геологических структур в шельфовой зоне морского или океанического дна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вонсовский С.В. Магнетизм. – М.: Наука, 1971, 1032 с.; 1984. 208 с.
2. Коганов М.И., Цукерник В.М. Природа магнетизма. – М., 1982. 192 с.
3. Вонсовский С.В. Современное учение о магнетизме. – М., 1953. 182 с.
4. Lanqenvin P., Ann de chim. phys., 1905. p. 70.
5. Памфилов А.В., Лопушинская А.П., Балтер А.М. Необратимые процессы в электрохимии. III. Термодинамика структурных изменений воды // Журн. физ. химии, 1963. Т. 37. № 7. – С. 1481-1486.
6. Менделеев Д.И. Исследование водных растворов по удельному весу // Избр. соч. Т.3. Л.: ОНТИ, 1934. – С. 60-71.
7. Долгая О.М. Об аномалии температурной зависимости электропроводности водных растворов электролитов // Укр. хим. журнал. Киев, 1958. Т.24. Вып. 4. – С. 472-429.
8. Летников Ф.А., Кащеева Т.В., Минцис А.Ш. Активированная вода. – Новосибирск: Наука, 1976. 135 с.
9. Мухачев В.М. «Живая» вода. – М.: Наука, 1975. 141 с.
10. Сикорский Ю.А., Вертепная Г.И., Красильник М.Г. Физические свойства талой воды // Изв. вузов. Физика, 1953. № 3. – С. 12-15.
11. Дерпгольц В.Ф. Мир воды. – Л.: Недра, 1979. 253 с.
12. Зелепухин В.Д., Зелепухин И.Д. Ключ к «живой» воде. – Алма-Ата: Кайнар, 1987. 176 с.
13. Классен В.И. Омагничивание водных систем. – М.: Химия, 1978. 258 с.
14. Дорфман Я.Г. Диамагнетизм и химическая связь. – М., 1961. 231 с.
15. Агафонов С. А лежало под сукном // Известия, 1988. № 103. 12 апреля.
16. Новиков В. Смелость поиска // Казахст. правда, 1982. 19 декабря.
17. Курмангалиев Р.М. Явление диа- и парамагнитного эффекта водных растворов. Западно-Казахстанский ЦНТИ. Уральск, 1995. № 85-95. 5 с.

«...Мы первые, до американцев, изучили комплексобразователи для выведения радиоизотопов из организма».

Д.Гранин. Зубр, 1987

«Переворот, совершившийся в нашем XX в. в физике, ставит в научном мышлении на очередь пересмотр основных биологических представлений....»

В. И. Вернадский

БИОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОЗДОРОВЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННО-ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ ПРИУРАЛЬЯ

Экологическое изучение природных экосистем предполагает два основных этапа: оценка состояния загрязнения средообразующих компонентов с выявлением блока загрязнителей; разработка рекомендаций (мероприятий) по устранению негативных последствий и оздоровлению окружающей среды.

На первом этапе применяется комплекс методов, позволяющих исследовать почвы, растительность, воду, атмосферу, иногда живые организмы, кормовые и пищевые продукты. Степень изучения этих взаимосвязанных в трофической цепи компонентов не всегда равнозначна. Отсюда разработки второго этапа сводятся чаще к обоснованию организационно-технических мероприятий: механическая рекультивация, вывоз и захоронение отходов, отвод, очистка и утилизация промстоков, химическое обеззараживание пр. Все это было бы, очевидно, достаточным, если рассматривать окружающую природу как неорганическую «неживую». Однако «неживой» природы, как и «неживых» абиотических компонентов среды в биосфере практически не существует. Ими могут быть лишь космические метеориты и продукты вулканических извержений. Да и то, остывшие вулканические лавы, пеплы сразу же становятся средой заселения почвенных водорослей, начинающих процесс превращения их в почву.

Все главные компоненты природы – атмосфера, вода, почвы, высшие растения являются средой существования, взаимодействия и развития живых организмов. Сложный мир «живого вещества» состоит из разнообразных популяций, групп и

царств слагающих организмов, которые различаются по таксономическому положению и экологическим функциям. Живое вещество способно длительно сохранять последствия любого техногенного загрязнения, которое может выражаться как в сокращении численности и биомассы всего живого вещества, так и в сокращении отдельных его частей – популяций, групп и царств, различающихся своей способностью к адаптации. Поэтому разные экологические группы живых организмов служат прямым индикатором экологического состояния среды (или ее компонентов), они же могут являться средством ее оздоровления при нарушении естественного экологического равновесия.

Чтобы показать значение биологии в «экологизации» природных экосистем, остановимся кратко на классификации и экологической характеристике разных групп и царств живых веществ Земли.

Если исходить из двух главных характеристик живых существ – способа питания и типа строения, то четко выделяются по три типа того и другого (см. рис. 3). Их сочетания при перекрещивании дают девять вариантов, два из которых не нашли своего выражения, т.е. относятся к «запрещенным». Тогда мы получаем сетку с семью заполненными клетками, что соответствует разным группам живых существ [1].

Экологические группы		Продуценты	Редуценты	Консументы
Тип питания		Автотрофный	Гетеротрофный	
		Фотосинтез	Адсорбция	Переваривание
Тип строения	Эукариоты; тканевые	Растения		Животные
	Эукариоты; одноклеточные и многоклеточные	Plantae Водоросли	Mycota Грибы	Animalia Простейшие
	Прокариоты: преимущественно одноклеточные	Фотобактерии Скотобактерии Архебактерии Prosaquoytae		

Рис. 3. Царства живой природы

Организмы с фототрофным типом питания, составляющие экологическую группу первичных продуцентов органического вещества на Земле, разделяются по всем трем уровням

организации (строения). Высшие многоклеточные организмы с тканевым строением и эукариотическим типом клеток составляют царство растений (Plantae). Одноклеточные и многоклеточные (но не тканевые) фотосинтезирующие организмы с эукариотической клеткой – водоросли – также включены в царство Plantae. Синезеленые, ранее объединяемые с водорослями, а в настоящее время признаваемые как бактерии, имеют прокариотный уровень и попадают в царство Procarvotae.

Среди гетеротрофов – потребителей органического вещества – известно два типа питания: абсорбционный (осмотротрофный) и голозойный (переваривание твердых частиц). Организмы с первым типом питания составляют экологическую группу редуцентов – разлагателей, со вторым – консументов – потребителей. К осмотротрофам относятся одноклеточные и мицелиальные организмы, а именно бактерии и грибы. Это основные разлагатели всех органических остатков, заключительное звено в биологическом круговороте веществ. Консументное звено представлено животными двух уровней организации – многоклеточными с тканевым типом строения и одноклеточными простейшими. Из выделенных семи групп формируются четыре царства живой природы: растения (Plantae); животные (Animalia); грибы (Mycota); прокариоты (Procarvotae) [1].

Разное строение, размеры и типы питания обуславливают различия в экологических функциях и местообитаниях представителей тех или иных царств живого мира (в почвенной или водной среде) и обеспечивают формирование из них сложных систем биоты с многообразными типами связей и взаимоотношений. Вся совокупность живых обитателей природных экосистем постоянно претерпевает изменения во времени и пространстве, однако основной состав биоты каждого компонента среды несет особые свойственные данному типу характерные черты и особенности функционирования.

Рассмотрим состояние и особенности функционирования водной и почвенно-растительной биоты, находящейся в условиях техногенного загрязнения на конкретных объектах экологического изучения – озере Шалкар и территории южных

районов, подвергшихся влиянию военного полигона «Капустин Яр».

В 1995-1996 г. Уральским научным центром водных и биологических проблем проведено исследование экологического загрязнения озера Шалкар с целью разработки рекомендаций по предотвращению загрязнения вод и восстановлению биопродуктивности водоема.

На первом этапе (1995 г.) осуществлен экологический анализ состояния средообразующих компонентов, обобщены все данные по составу и динамике загрязнений водной среды и донных отложений, изучен и оценен гидрологический режим, водный и водно-солевой баланс водоема (Курмангалиев Р.М., Фартушина М.М., Курмангалиева А.Р. др., 1996 г.). При этом установлены физические, геохимические и биологические факторы водной среды, лимитирующие развитие ихтиофауны. Неблагоприятными физическими факторами оказались: слабая прозрачность воды, снижающая фотосинтез; соленость, выходящая за пределы оптимальной; недостаток запаса кислорода вследствие повышенной окисляемости и БПК и обогащение воды CO_2 . По геохимическим показателям отмечена повышенная загрязненность воды фосфором, нитратами, аммонием, стронцием, железом, цинком, марганцем и кадмием. Более высокой загрязненностью стронцием, медью, цинком, марганцем и свинцом отличаются донные отложения. В целом по комплексу физических и геохимических показателей вода оз. Шалкар малоблагоприятна для развития органической жизни, а по ряду показателей выходит за пределы толерантности для некоторых представителей ихтиофауны (сазан, жерех, вобла).

На втором этапе (1996 г.) под руководством к.б.н. К.М.Маминой проведено обследование состояния ихтиофауны и кормовой базы промысловых рыб. Поскольку комплексные исследования водной биоты не выполнялись на озере более 20 лет, остановимся кратко на полученных результатах.

Исследования показали, что фитопланктон представлен 41 видом, относящимся к 5 группам водорослей: синезеленые – 10; диатомовые (кремнистые) – 12; зеленые – 16; криптофитовые – 1; золотистые – 1; эвгленовые – 1. Показатель биомассы в июле месяце составлял 2,3 - 3,5 мг/л, а в октябре сократился до 1,29 -

1,41 мг/л. Доминирующими группами (по численности и биомассе) были синезеленые, на втором месте зеленые (июль) или диатомовые (октябрь). Применяя метод оценки индикаторных организмов и получив индекс сапробности среды равный 1,854, можно считать, что по качеству воды озеро является умеренно загрязненным.

Зоопланктон озера значительно беднее, чем фитопланктон. В его составе обнаружено 3 рода, в их числе: 9 видов коловраток, 3 вида ветвистоусых и 2 вида веслоногих рачков. Общая биомасса летом – 0,237, осенью – 0,60 мг/л. По уровню развития зоопланктона оз.Шалкар относится к числу низкокормных (олиготрофных) водоемов. По оценке индикаторных организмов (коловраток), вода озера умеренно загрязненная (индекс сапробности 1,98).

Зообентос оз.Шалкар состоит из представителей 6 родов: ручейников (1 вид), бокоплавов (1 вид), хиромонид (13 видов), олигохет (2 вида), моллюсков (2 вида) и пиявок (3 вида). Основную массу кормовых объектов – обитателей дна представляют бокоплавы и моллюски, а временную биомассу создают личинки ручейников и хиромонид. По показателям биомассы озеро относится к средnekормным водоемам. Показателем качества воды может служить относительная численность олигохет. Поскольку 48,3% бентоса составляют олигохеты, качество среды классифицируется как умеренно загрязненное, причем видна тенденция ухудшения загрязненности по сравнению с 1972-1974 гг.

Следует отметить, что видовое разнообразие фитопланктона в озере по сравнению с 1972-1974 гг. значительно расширилось (41 вид, против 20). Основную массу водорослей, как и прежде, составляют синезеленые. Количественное разнообразие форм зоопланктона по сравнению с более ранними данными, наоборот, сократилось с 20 до 14. По уровню развития зоопланктона – главной кормовой базы рыб, озеро Шалкар остается низкокормным водоемом. Видовой состав организмов бентоса с 1972-1974 гг. почти не изменился. Но возрастание доли олигохет свидетельствует о биогенном загрязнении акватории озера. В целом возрастание в гидробиоценозе численности синезеленых водорослей, коловраток и олигохет подтверждает наличие

процесса эвтрофикации, ведущего к сокращению видового разнообразия и ихтиомассы промысловых рыб.

По оценке К.М.Маминой (1996 г.), валовая продукция растительных сообществ озера равна 340 тыс.т. Потребителей фитопланктона среди рыб немного и за их счет создается не более 10% прироста ихтиомассы. Валовая продукция зоопланктона оценивается в 14,2 тыс.т. Потребление рыбами зоопланктона составляет 60% его валовой продукции, т.е. 8,52 тыс.т. Валовый прирост продукции зообентоса составляет 8,4 тыс.т., из них потребляется 5,02 тыс.т (60%).

Как видно, соотношение видового разнообразия, биомассы и валовой продукции фито-, зоопланктона и бентоса в оз.Шалкар весьма неравномерное и очень далекое от экологического равновесия. Резкое преобладание первичной органики – фитопланктона (продуцентов) при явно недостаточном развитии зоопланктона и зообентоса (консументов-потребителей) в течение длительного времени привело к биогенному загрязнению, заилению и эвтрофикации водоема, а отсюда к сокращению видового разнообразия и прироста ихтиомассы промысловых рыб.

Средством борьбы с этим явлением может служить расширение видового разнообразия и численности группы консументов-потребителей органического вещества в разных трофических уровнях. Больше того, среди гетеротрофов известны консументы с галозойным типом питания и наличием специальных органов для активного переваривания твердых частиц. Последнее очень важно, так как эта группа эукариотических организмов может очищать дно водоема (и речных водотоков) от накопившихся глинисто-иловых отложений и солей тяжелых металлов. Примером могут служить брюхоногие моллюски-грунтоеды в составе зообентоса.

По данным К.К.Увалиевой [2], на территории Казахстана и сопредельных районов Средней Азии выявлено 220 видов моллюсков (улитки, слизи), а на территории СНГ их насчитывается около 700 видов. Из этого большого разнообразия несложно подобрать необходимое количество видов и произвести наблюдения по их приживаемости, адаптации и последующему развитию в условиях оз.Шалкар. Конечно, рассчитывать на

быструю биологическую очистку водоема, загрязнявшегося тысячелетиями, не приходится. Но рекомендуемый путь расширения экологической группы организмов-гетеротрофов (консументов, а возможно, и редуцентов) представляется достаточно простым и вместе с тем единственно возможным для очистки водоема (от фитопланктона, иловых отложений, солей металлов), а стало быть и повышению его кормо- и рыбопродуктивности.

Другим объектом эколого-биологического изучения является территория южных районов области (Урдинского, Джангалинского), подвергшихся крупномасштабному радиационному и радиохимическому загрязнению под влиянием военного полигона «Капустин Яр» [3].

Отметим некоторые параметры радиационного и радиохимического загрязнения компонентов среды, кормов и продуктов животноводства.

В северо-восточной части сора Хаки, включая его побережье и пески Аймекен, выявлены три очага аномального гамма-излучения с интенсивностью от 54 до 200 мкР/час, или в 5-20 раз выше естественного радиационного фона. В почвенном покрове установлено широкое распространение радиоизотопов цезия-137, стронция-90, калия-40, радия-226, тория-232 и иттрия-90. Участки повышенного их накопления сосредоточены к западу и юго-западу от Хаки-сора в пределах Боскульско-Хакской, Шунгайской, Богдинской и Прихакской равнин. Повышенная активность по торию-232 отмечена также в юго-восточной части сора Хаки (на участках военной зоны АХЦ и ракетного полигона). На этих же участках отмечается высокое загрязнение почв токсичными металлами – свинцом, медью, цинком, кадмием.

В золе растений по отдельным пробам выявлено повышенное (в сравнении с фоновым) накопление радиоизотопов стронция-90, цезия-137, калия-40, радия-226, тория-232 и иттрия-90. В пробах травянистой растительности установлено высокое содержание свинца-210, а в пробах зерновых – повышенная активность по калию-40, цезию-137 и радю-226. По данным химических определений, в золе растений отмечается

повышенное содержание кадмия, кобальта, меди, цинка и стронция.

Более интенсивной загрязненностью радионуклидами отличаются подземные и поверхностные воды. В скважине в пос. Сейткали и двух колодцах в Сайхине содержание калия-40 в 38-40,5 раз превышает допустимый уровень. Превышение максимально допустимого уровня по радю-226 и торю-232 составляет соответственно 1,1-2,1 и 1,5-2,2 раза. Отмечено повышение концентрации калия-40, радия-226 и тория-232 в воде сора Хаки и речке Горькая. По указанным показателям вода из этих водоисточников не пригодна даже для водопоя скота. Из токсичных химических элементов в подземных и поверхностных водах накапливаются в высоких концентрациях кадмий, кобальт, свинец, медь, марганец, стронций и нитраты.

Анализ многолетних данных радиохимических наблюдений на объектах облветнадзора (за 1966-1995 гг.) позволил выделить три этапа повышения суммарной бета-активности и радиохимического загрязнения кормов и продукции животноводства. Первый этап (1966-1980 гг.) был вызван, очевидно, подземными ядерными испытаниями на полигоне «Азгыр». Он проявился повышением суммарной бета-активности и концентрации изотопов стронция-90 и цезия-137, в наибольшей степени в костях животных. Второй этап (1986-1988 гг.), вероятно, явился следствием аварии на Чернобыльской АЭС. Кроме возрастания суммарной бета-активности, зафиксировано увеличение активности по цезию-137 и свинцу-210 в кормах, а по ^{90}Sr и ^{137}Cs – еще и в пробах молока и мяса КРС. Третий этап (1990-1992 гг.) был связан, очевидно, с ликвидацией ракет РСД-10 на полигоне «Капустин Яр», произведенной в 1988-1989 гг. методом подрыва на открытой местности. Он проявился повышением активности по ^{226}Ra в пробах молока и по ^{40}K – в пробах мяса. Во всех пробах сена было отмечено увеличение изотопа ^{210}Pb .

Остановимся подробно на результатах биологических исследований.

Развивающиеся в почве биологические группы живых организмов (автотрофных и гетеротрофных) являются биологическими индикаторами техногенного загрязнения, хотя

накопление в них химических элементов и радионуклидов не всегда зависит от их концентрации и состояния в почве. Примером могут служить индикаторные признаки в дубовой рощице у зим. «Курорт», где произрастают 15 дубков. Здесь в некоторых экземплярах проявляется «плакучая» форма кроны, стелящиеся ветки и разнолистность. На некоторых экземплярах дубков видны вперемежку крупные и мелкие листья, т.е. с большими лопастями и с очень тонкой пластиной. Подобное явление описал Ф.Л.Щепотьев (1972 г.), который специально облучал желуди дуба гамма-лучами ^{60}Co . Отмеченное нами явление у зим. «Курорт» и есть проявление мутационной изменчивости дуба под воздействием гамма-излучения (^{137}Cs , ^{60}Co).

Из сравнения химических анализов видно, что растительный покров в большой степени загрязнен тяжелыми металлами разного класса токсичности, чем почвы. В золе растений чаще обнаруживаются повышенные концентрации металлов первого класса токсичности – кадмий, цинк, второго класса – кобальт, медь, из элементов третьего класса чаще накапливаются стронций и марганец.

Значительным накоплением в растительных сообществах обладает кадмий с концентрацией от 2,0 до 5,6 ПДК, а максимальная – 11,7 ПДК зафиксирована в грибах (точ. 1, Ельгонды). Выявленные концентрации кадмия в отдельных сообществах таковы: в зеленополюнно-злаковой ассоциации – 3 ПДК; в айтсегеновой – 2,3 ПДК; в полынной – 2,7 ПДК, в мятликово-серополынной, белополынной и полынно-кормековой – 2-3 ПДК. Очень много кадмия содержит фитомасса серополынно-ебелековой ассоциации – 5,6 ПДК.

Почти все растительные сообщества накапливают токсичный элемент – кобальт. Из 23-х растительных проб только в 3-х пробах содержание его находилось в пределах допустимого уровня. В 20 пробах концентрация превысила ПДК в 1,4-5 раз. При этом наибольшие превышения (3,6-5 ПДК) отмечены в пробах вышеуказанных сообществ растений, подверженных загрязнению кадмием. Характерно, что повышенные концентрации тяжелых металлов выявлены в ряде случаев в тех растительных пробах, где почвенный покров характеризуется их

нормальным валовым содержанием. Это и понятно, т.к. 68-85% биомассы степной и до 90% полупустынной растительности представлены подземными органами, способствующими биогенной аккумуляции вещества. Исключением можно считать грибы с осмотрфным типом питания, осуществляемого поворачиванием тела, в которых обнаружено высокое содержание кадмия (11,7 ПДК), цинка (4,67 ПДК) и меди (1,75 ПДК).

Для оценки состояния и изменения растительного покрова под влиянием радиоационного и радиохимического загрязнения использован сравнительный анализ фитоценологических признаков за 1967 и 1996 гг. Анализ показал, что при общем снижении за этот период гумуса на 37-72% в одних ассоциациях (пырей ползучий) произошло уменьшение проектного покрытия (на 20-30%) и сокращение видового обилия, в других – смена судэдификатора (солодково-песчанополынная ассоциация). В солодково-песчанополынной ассоциации вместо полыни песчаной субэдификатором стал обильный житняк. Прежнее обилие песчаной полыни здесь резко уменьшилось и ее состояние в 1996 г. было угнетенное. Это свидетельствует о повышенной ее чувствительности на техногенные потоки вещества или на резкое снижение почвенного гумуса (от 2,1 до 0,8%), что тоже может быть следствием техногенных потоков. В составе белополынно-тырсовой ассоциации на светлокаштановой почве отмечено уменьшение обилия полыни Лерха, которая оказалась более чувствительной к техногенным потокам вещества в сравнении с ковылем тырса или кохией простертой, обилие которой даже возросло.

Для оценки изменения видового состава живых организмов и способности адаптации в условиях радиохимического загрязнения произведен ретроспективный анализ материалов о видовом и численном составе грызунов-носителей чумной инфекции за длительный период (1950-1995 гг.). Анализ показал, что:

- численность полуденных и гребенщиковых песчанок – обитателей песков Нарын за эти годы не претерпела существенных изменений;
- с 1979 г. началось резкое и неуклонное сокращение численности малых сусликов. Этот «процесс» двигался с юга на север, в

результате в южной части песков Нарын малые суслики полностью исчезли в 1983 г., в северной – к 1984 году. Тенденция сокращения данного вида грызунов распространилась и на прилегающую с севера степную территорию, где с 1988 г. с трудом можно заметить лишь единичные особи. До настоящего времени (1996г.) нет никаких признаков восстановления былой численности малых сусликов в правобережной части Урала. Характерно, что начало сокращения численности малых сусликов в песках по времени (1979-1980 гг.) совпало с массовой гибелью в этих местах лошадей, позднее верблюдов и крупного рогатого скота. А в 1984 г. здесь наблюдался в буквальном смысле повальный мор сайгаков.

Нам представляется, что исчезновение целого в недавнем очень многочисленного вида млекопитающих-грызунов вызвано высоким радиохимическим загрязнением территории в результате функционирования полигона «Капустин Яр».

Опытными исследованиями А.К.Гражданова (1996г.) по оценке влияния солей тяжелых металлов на чувствительность песчанок к чуме, выявлен широкий спектр этого влияния в зависимости от дозы поступивших в организм солей и их сочетания, места вылова грызунов и их видов. У больших песчанок из Зауралья (Тайпакский район) сульфатные соли меди, никеля, кобальта, железа и увеличенные дозы цинка повышают чувствительность к чумной инфекции. Число погибших от чумы грызунов в отличие от контрольной группы возросло в 1,5-2,1 раза, а индекс чувствительности увеличивался в 1,8-2,5 раза. При введении в таких же дозировках солей железа и меди полуденным и гребенчиковым песчанкам из Волго-Уральских песков (Джангалинский район) заметно возрастает их устойчивость к заражению чумой. И только введение значительных концентраций одновременно двух солей никеля и кобальта увеличило в 1,3 раза (в сравнении с контролем) число погибших от чумы зверьков и в 1,6 – индекс чувствительности. Следовательно, полуденные и гребенчиковые песчанки песков Нарын и из Зауральского степного очага более адаптированы к солям тяжелых металлов, которые даже стимулируют их устойчивость к заражению чумой. У больших песчанок из Зауралья, наоборот, вводимые соли металлов повышают

чувствительность к чумной инфекции. Понятно, что только резистентные к чуме популяции песчанок способны длительно сохранять чумную инфекцию. Поэтому острые эпизоотии чумы, начавшиеся с 1971 г. в песках Джангалинского района (вблизи военного полигона) продолжают по сегодняшний день.

Из вышеизложенного можно акцентировать следующее:

- 1) Некоторые растительные ассоциации проявляют избирательное поглощение и накопление химических элементов, в том числе и токсичных.
- 2) Растительные сообщества по разному реагируют на внешнее загрязнение среды. Одни ассоциации обладают большей чувствительностью к техногенным потокам вещества, поэтому резко сокращаются по площади и видовому обилию, местами оставаясь в угнетенном состоянии. Другие ассоциации претерпевают мутацию (смену субэдикатора) и только некоторые виды проявляют способность адаптации к повышенному содержанию токсичных элементов в почве (житняк, кохия простертая).
- 3) Животные организмы тоже неоднозначно реагируют на загрязнение среды. Одни виды обладают повышенной чувствительностью, что приводит к их исчезновению (малый суслик), другие проявляют способность адаптации, причем в определенных условиях местообитания (полуденные и гребенчиковые песчанки).

Рекомендации по направлению дальнейших исследований:

- Исследовать живое вещество почв, дать количественный учет и анализ состояния почвенной биоты, способность адаптации и развития в условиях радиохимического загрязнения;
- Исследовать микроорганизмы, почвенные грибы и простейшие организмы, способные к очищению почв и воды от радиоизотопов и токсичных металлов, произвести эксперименты по оценке приживаемости и существования выделенных микроорганизмов;
- Выполнить эксперименты по определению влияния радиоизотопов на чувствительность, возможность адаптации или

резистентности почвенных животных – грызунов, насекомоядных;

- Изучить изменение радиоизотопов при движении в трофической цепи: растения (корма) – травоядные животные – хищные животные (и человек).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. М. Изд-во МГУ, 1989. 336 с.
2. Увалиева К.К. Наземные моллюски Казахстана и сопредельных территорий. Санкт-петербург, 1989. 46 с./ Автореф. докт. дисс./
3. Курмангалиев Р.М. Капустин Яр глазами ученых. «Надежда». Уральск. 26 июня 1997, № 25.
4. Щепотьев Ф.Л. Значение мутации в эволюции древесных растений // Тезисы докл. XII Междунар. биологич. конгресса. Т. 2. Л., 1975. с. 534.

«В природе нет нарочитых сложностей, присущих творениям рук человеческих. Можно сказать даже так: бог, создавая Землю, не задавался целью поставить ученых в тупик...»

В.Митыпов. Геологическая поэма, 1985

ОСОБЕННОСТИ ПОЗНАНИЯ СЛОЖНЫХ ЯВЛЕНИЙ В БИОСФЕРЕ (ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ)

Каждый из рассмотренных в работе проблемных вопросов завершается выводами, а в ряде случаев и рекомендациями. Поэтому вместо обобщающего заключения остановимся на методологии научного познания сложных явлений и процессов в природе.

Хотя, как отмечал А.Е.Ферсман, «для естествознания факт, правильно наблюденный, точно описанный и продуманно сопоставленный, составляет основу работы и является залогом успеха», в исследованиях сложных явлений достижение этого успеха часто обеспечивается комплексом применяемых знаний и методов. Важное значение в научных разработках автор придает также применению общенаучных диалектических методов: актуализма, абстракции, в меньшей степени – метода аналогии.

История науки знает немало примеров, когда при исследовании сверхсложных явлений в естествознании применялись методы других наук, в том числе гуманитарных. Так, А.Эйнштейн при разработке своей теории относительности использовал творческий метод Ф.М.Достоевского. Это объяснялось тем, что «... Достоевский в своем творчестве достигает научного и художественного эффекта «жестким экспериментированием». Он ставит своих героев в самые тяжелые положения, и тогда выявляются такие стороны мысли и характера, которые в обычных условиях нельзя обнаружить» [1].

Что же заставляет ученого искать самые неординарные методы в решении сложных проблем естествознания? Ответ можно получить из основ мировоззрения Т.Гексли о месте человека в природе. Он рассуждает так: «Шахматная доска – мироздание, фигуры – явления вселенной, правила игры – то, что мы именуем законами природы. Игрок по ту сторону доски скрыт от нас. Мы знаем, что игру он ведет всегда честно, По-

справедливости, с терпением. Но мы также по горькому опыту знаем, что никогда он не простит ошибок, не сделает ни малейшей скидки на неискренность. Тому, кто хорошо играет, платят по высшей ставке, с изобильной щедростью сильного, восхищенного силой в другом. Тому же, кто играет дурно, ставят мат – не спеша, но и нещадно» [2].

В 1939 г. на совещании по сравнительной биохимии в г. Киеве В.И.Вернадский сказал, что истинная наука рождается там, где специалист выходит за грани своей специальности. Такой прием становится совершенно необходимым при исследовании сложных явлений в биосфере. Хотя научных идей (концепций), вокруг которых концентрируются многие направления естествознания, в современной науке относительно немного, именно в этой комплексности, многоплановости и состоит прогрессивное, опережающее значение науки. Этим же объясняется тот факт, что «научное открытие в одной области научного исследования имеет тенденцию с чрезвычайной быстротой перебрасываться в смежные области» [3]. А сами исследователи нередко добиваются научных открытий сразу в нескольких смежных областях знаний. Так, крупнейший биолог, основатель эволюционной теории Чарльз Дарвин на основе своих наблюдений и опытов сделал серьезное открытие и в геологии, обосновав биогенное происхождение коралловых островов и рифов в океане, которые раньше считались вулканогенного происхождения. Лауреат Нобелевской премии Пьер Кюри, исследуя явление радиоактивного излучения и распада, не мог обойтись без самых современных представлений минералогии и кристаллографии. Наш замечательный современник, выдающийся исследователь Евразии и Дальнего Востока Л.Н.Гумилев на основе собранного обширного материала сделал крупные открытия в истории, а затем и географии (Этногенез и биосфера Земли. Л., 1989).

Надо заметить, что еще недавно естествоиспытатели (геологи, почвоведы, биологи, микробиологи и др.) и медики (врачи, ветврачи, эпидемиологи) работали в тесном контакте, вместе решая проблемы естествознания и экологии человека. Так, в 1894 г., именно на IX съезде русских естествоиспытателей и врачей крупный ученый-микробиолог С.Н.Виноградский сделал доклад «О круговороте азота в природе». Сейчас, к сожалению, эти ученые и специалисты стали работать в отдельных, слабо взаимодействующих направлениях, хотя в основе их профессиональной деятельности по-прежнему остаются геохимия, биология, микробиология, биохимия и биофизика.

Руководствуясь методами из одной области знаний можно добиться практического результата только в этой области, тогда как для познания сложных процессов и явлений требуется комплекс знаний и методов, т.е. фундаментальный подход, или фундаментальный метод исследования.

В решении затронутых нами вопросов использованы теоретические положения физики, термодинамики, климатологии, гидрологии, геохимии, биологии, географии и истории. Используя комплексность, многоплановость учений и методов, в своих теоретических построениях мы проявляем одно и то же стремление – так или иначе связать жизненность с материальным субстратом. В.И.Вернадский указывал, что «...мир представляет нечто единое, и свойства его зависят от места в нем изучаемого. Его проявлениями являются радиация, материя и энергия, разделение которых друг от друга так же мало возможно, как разделение абсолютных пространства и времени. Радиация, материя и энергия – и, возможно, проявление жизни – заполняют все доступное нам окружающее. Реальное – космическое пространство и связанное с ним время» [4].

В основу исследования роли воды в биосферных процессах положено явление большого геологического и малого биологического круговоротов веществ и энергии.

Все процессы на Земле на исходном этапе обеспечиваются энергией Солнца. Ежесекундно наша планета получает от Солнца $4\cdot 5\cdot 10^{13}$ ккал. Эта энергия и вызывает движение круговоротов вещества – большого геологического, биогеохимического и малого биологического.

Из общего излучения, испускаемого Солнцем в сторону Земли, около 31% отражается назад в космическое пространство*, 18% поглощается непосредственно воздухом, особенно водяными парами и облаками и 51% достигает поверхности Земли, превращаясь главным образом в тепловую энергию. Следовательно, около 69% этого излучения расходуется на нагревание атмосферы, поверхности твердой Земли и поверхности моря. Эта часть энергии солнечного облучения равна 238 ватт на квадратный метр. В свою очередь, поверхность Земли, как и всякого нагретого тела, также излучает энергию, но интенсивность излучения составляет уже 340 Вт/м^2 (при фактической температуре поверхности 288°K) [5]. Таким образом, распределение солнечного и земного излучения фактически не перекрываются и главным образом севернее 38°с.ш. тепла излучается больше, чем поглощается. Чтобы компенсировать эту потерю, в верхних слоях атмосферы

действует постоянное тепловое воздушное течение, направленное к полюсу и пересекающее 40-ю параллель [6].

Более двух третей поверхности Земли занимают океаны. Они обладают массой в 400 раз большей массы атмосферы и соответственно гораздо большей тепловой инерцией, еще усиливаемой большой теплоемкостью воды. Океаны поглощают почти все падающее на них солнечное тепло (их альбедо равно лишь 0,08). Основной расход тепла приходится на радиационное излучение (51%) и испарение (440 тыс. км³ воды, на что теряется 42% солнечного тепла). Прямой теплообмен с воздухом имеет меняющееся направление. В среднем океан нагревает воздух, но результирующий расход тепла составляет лишь 7% прихода и лишь 1/6 затрат тепла на испарение [7]. Однако, по-видимому, именно этот прямой и скрытый (через тепло испарения) теплообмен океана с воздухом объясняет основные колебания погоды и климата, реализуемые через колебания циркуляции атмосферы. В конечном счете для Земли в целом теплотери за счет излучения компенсируются поступающим и перераспределяющимся посредством атмосферы теплом, так что преобладает состояние динамического равновесия. Следует указать и важный аспект круговорота воды. Море теряет из-за испарения больше воды, чем получает с осадками; на суше положение обратное. Поэтому та часть осадков, которая поддерживает наземные экосистемы, включая и поставляющие пищу человеку, приходит благодаря испарению с моря. Установлено, что во многих областях, например в долине Миссисипи, 90% осадков приносится с моря [8]. Этот равновесный обмен веществом и энергией между атмосферой, гидросферой и земной корой (в основном ее осадочным слоем) составляет сущность большого геологического круговорота.

* Отношение отражения к поступлению энергии называется альбедо. Оно составляет в настоящее время для Земли приблизительно 0,28, из которых 0,22 приходится на облачность.

В процессах образования и функционирования самой молодой оболочки Земли – биосферы сформировались два сложных круговорота вещества и энергии – малый биологический и биогеохимический. Эти круговороты также являются равновесными (обратимыми) и существуют как бы вне времени. Но как и большой геологический круговорот, они обладают свойством эволюции в направлении роста энтропии или уменьшения свободной энергии.

Эти важнейшие положения естествознания подтверждаются прежде всего неизменностью количественного и объемного соотношения между кислородом и азотом в тропосфере и стратосфере, а также геологической устойчивостью количественного соотношения между поверхностями суши и океана, как 1:2,43 [9]. Всякий недоучет или отступление от этих положений будет неизменно вести к заблуждениям и ошибкам, особенно в эколого-прогностических разработках.

Человек, как и живое существо, по главным биологическим характеристикам – способу питания и типу строения, не представляет самостоятельного царства живой природы. Наряду с млекопитающими он входит в экологическую группу гетеротрофов (консументов) с тканевым строением тела. Поэтому на него распространяются все биолого-функциональные закономерности: способность адаптации, видоизменения, саморегуляции популяции (численности), вплоть до частичного вырождения (по факторам местообитания, этнического состава пр.).

В заключение отметим некоторые идеи В.И.Вернадского для экологии человека, продолжающие быть актуальными и в наступившем тысячелетии [10].

Биосфера как единый «организм» вследствие различных причин (ныне это причины антропогенного происхождения) может находиться в состоянии разных уровней устойчивости. Вследствие длительных и коротких внешних вмешательств и напряжений она может истощаться, «уставать», ее компенсаторные организмы могут ломаться, и этот организм из состояния устойчивости, равновесия превратится сначала в «утомленную», неустойчивую биосферу, а затем в остро- или хронически «больную».

В настоящее время, еще не зная закономерностей биосферогенеза, истинной «анатомии», «физиологии» биосферы, мы не можем правильно прогнозировать состояние ее «здоровья». Не знаем мы пока и классов, вариантов возможных «заболеваний», мер их профилактики, восстановления, «лечения». Между тем именно в этом аспекте и кроются пути развития комплексной науки – экологии человека. Управляя на

научной основе процессами биосферогенеза, человечество сможет по-настоящему управлять и собственным здоровьем.

Так, зная закономерности взаимодействия биосферы с литосферой, можно уже сегодня моделировать некоторые порообразующие процессы или, например, процессы захоронения отходов, функционирования живого вещества на поверхности и в недрах Земли. На этом пути возможно спроектировать и реализовать рекреационные системы крупных регионов, определить способы ликвидации и обезвреживания неизбежных отходов аграрно-промышленных, топливно-энергетических, химических, бытовых комплексов, а также возможность ускоренного превращения существующих органических скоплений (например, болота) в места, пригодные для промышленного синтеза важных соединений и источников энергии.

Вмешательство человека в динамику и организованность биосферы огромно. Масштаб современной геохимической деятельности человечества сопоставим с переносом вещества в биосфере за миллионы лет ее существования. Не случайно мы пользуемся теперь таким новым понятием, как «технофильность» элементов – величина активного избирательного включения элемента в мировой оборот под влиянием человека [11].

В последнее время все больше внимания уделяется исследованиям роли отдельных биологических сообществ в геохимических потоках и изменениям этих потоков под влиянием человека (агрокультуры, почвы, микроорганизмы и др.). Однако наши знания в этой области пока относительно да и практика жизни показывает ограниченность наших возможностей в управлении геохимической функцией биосферы.

В трудах В.И.Вернадского подчеркивается, что в дальнейших углубленных исследованиях нуждаются проблемы биосоциальной природы самого человека, его психофизиологии, биологии, генетики. Мало известны пока критерии оценки здоровья, его прогнозирования, механизма приспособления (адаптации) к изменяющимся условиям среды а эти изменения среды и образа жизни в историческом масштабе времени В.И.Вернадский рассматривал как взрывоподобный процесс.

Междисциплинарное направление – экология человека (антропология) является комплексным направлением современного естествознания о сохранении, развитии здоровья человека, совершенствовании вида *Homo sapiens*. Научно-теоретические основы его включают широкий круг естественных и гуманитарных исследований в области психологии, социальной гигиены, гигиены и санитарии, патологии, медицинской географии, физиологических и биохимических основ жизнедеятельности человека, наконец, глобальной экологии. Все это создает основу для интеграции этих наук в комплексной проблеме сохранения здоровья, его развития и совершенствования как в индивидуальной жизни, так и в ряду поколений (эволюции человечества).

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов Б.Г. Эйнштейн. М.: Наука, 1967.
2. Ирвин Уильям. Дарвин, Гексли и эволюция. ЖЗЛ. М.: Молодая гвардия, 1973.
3. Бухарин Н.И. НТР: проблемы и решения, 1988. № 21.
4. Вернадский В.И. Живое вещество. М.: Наука, 1978. 358 с.
5. Монин А.С., Шишков Ю.А. Глобальные экологические проблемы (Часть 1. Климат и его изменения). М.: Знание, 1990. № 7. 48 с. (Сер. «Науки о Земле»).
6. Аллисон А., Палмер Д. Геология. М.: Мир, 1984. 565 с. (пер. с англ.).
7. Котляков В.М., Гросвальд М.Г., Кренке А.Н. Климат Земли: прошлое, настоящее, будущее. М.: Знание, 1985. № 12. 48 с. (Сер. «Науки о Земле»).
8. Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. С.129 (пер. с англ.).
9. Курмангалиев Р.М. Принцип диссиметрии Вернадского и правило Ромье в приложении к глобальным взаимосвязанным изменениям водного режима Арала и Каспия // Вестник НАН РК, № 1. 27-31 с.
10. Казначеев В.П., Яншина Ф.Т. Учение В.И.Вернадского о преобразовании биосферы и экологии человека. М.: Знание, 1986. № 3. 48 с. (Сер. «Науки о Земле»).
11. Перельман А.Е. Геохимия биосферы. М.: Наука, 1973. 180 с.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Введение в проблемы.....	3
О механизме гетерогенности климата Центральной Азии.....	7
О естественнонаучном статусе Каспия как морского бассейна.....	27
О явлении естественного рассоления внутренних водоемов Центральной Азии.....	46
Гидробиологический круговорот и преобразование химического состава и свойств воды.....	61
Биологическая роль диа- и парамагнетизма водных растворов.....	74
Биологические критерии экологического оздоровления техногенно-загрязненных экосистем Приуралья	90
Особенности изучения сложных явлений в биосфере (вместо заключения).....	103

Роберт Мусаевич Курмангалиев
доктор геолого-минералогических наук,
профессор

ВОДА В БИОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССАХ

Подписано к печати 15.01. 2010 г.
Формат 30х42 1/4 Бумага листовая 80 м/г
Объем 6,9 усл.п.л. Заказ №90
Тираж 100 экз.

Отпечатано в полном соответствии
с качеством предоставленных оригиналов
в РГКП «Западно-Казахстанский аграрно-технический
университет имени Жангир хана»
90009 г. Уральск, Жангир хана, 51,