

РЕЦЕНЗИИ

ПРИРОДНЫЕ ВОДЫ – ВАЖНЕЙШИЙ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ КОМПОНЕНТ ЗЕМЛИ¹

А. В. Кудельский

Проблема воды (и гидросферы вообще) лежит в основе более общих проблем формирования и эволюции Земли как планетарного образования, ее структуры и вещественного состава (петрология, геохимия, гидрогеология). От состояния наших представлений о генезисе воды, ее роли в геологических процессах, ресурсах и качестве зависит уровень развития многих естественнонаучных направлений, в том числе в области поисков, разведки и эксплуатации практически всех видов полезных ископаемых, используемых человечеством, – от собственно воды и специфических природных растворов (поликомпонентные рассолы, минеральные воды и др.), рудных и нерудных ископаемых до энергоносителей различного происхождения (радиоактивные вещества, нефть и газ, термальные воды и др.).

Фундаментальное исследование Заслуженного деятеля науки РФ В.П. Зверева посвящено природным водам Земли – водам геосфер и их единству в системе: атмосфера, наземная гидросфера, подземные гидросферы земной коры, литосферы и верхней мантии.

По характеру, научному уровню и объему информационного содержания работа может рассматриваться как высокопрофессиональное энциклопедическое издание, как введение в мир Воды...

Структура книги представлена пятью крупными разделами (частями книги): общие представления о воде планеты Земля и вода в Солнечной системе; вода в геосферах Земли; вода в геологических процессах и вода в биосфере – зоне жизни, а также глобальный перенос воды, вещества и тепла. Столь обширный круг вопросов и проблем, поднимаемых В.П. Зверевым, создает определенные трудности в выявлении профилирующей направленности его работы и вынуждает нас воспользоваться *a priori* мнением академика В.И. Осипова, приведенным в предисловии к книге: «Книга “Система природных вод Земли”, обобщающая идеи крупнейших отечественных и зарубежных ученых и опыт многолетних иссле-

дований автора, является важным событием в современной научной литературе. Выход книги является крупным вкладом в развитие учения о воде – важнейшем вещественном и жизнеобеспечивающем компоненте Земли. Несомненно, что труд В.П. Зверева войдет в цикл фундаментальной литературы, формирующей научное наследие современной цивилизации». Для рецензента это мнение чрезвычайно важно, поскольку, во-первых, им определяется (задается) научная планка рецензирования, во-вторых, оно чрезвычайно близко восприятию книги В.П. Зверева рецензентом по ее прочтении.

Воспринимая общую информационную структуру книги как своеобразную строительную конструкцию, позволительно рассматривать ее первую часть “Общие представления” в качестве достаточно прочного понятийного основания. Здесь и физические свойства воды в ее различных фазовых состояниях (газообразном, жидком, твердом и флюидоподобном), определяемых структурой собственно воды, а также температурой и давлением в местах ее локализации; здесь и изотопный и химический состав воды, а также самые общие представления о подвижности воды в атмосферном, поверхностном и подземном циклах ее перераспределения. Сложнейшие вопросы поведения, физико-химического и фазового состояния воды в различных геосферах автору удается освещать достаточно просто, используя при этом современные данные и столь же концептуальные подходы к проблеме. Некоторые замечания к разделу носят не принципиальный характер и легко объяснимы. Так, касаясь подвижности подземных вод, В.П. Зверев отмечает, что “поверхностные пленки (воды. – А.К.) на минералах имеют большую подвижность и являются хорошим растворителем... Особенно актуальна эта проблема для глубоких зон земной коры (зон метагенеза и метаморфизма), где поверхностные пленки на минералах являются основным проводником химических элементов...” (с. 28). Это утверждение автора далеко не бесспорно, во всяком случае нуждается в уточнениях, поскольку тепловое “размывание” слоев пленочной воды уже при 105–120°C (тем более при высоких температурах метагенеза, метаморфизма и регионального ме-

¹ В.П. Зверев. Система природных вод Земли. М.: Научный мир, 2013. 312 с.

таморфизма горных пород, $>200\text{--}450$ и $>700^\circ\text{C}$) приоткрывает среду прямых взаимоотношений высоко нагретых (и перегретых, $>374^\circ\text{C}$) водных растворов и геофлюидов с минеральным веществом горных пород (Кудельский, 1985). Кстати, в последующем, анализируя состояние подземных вод земной коры (глава 10, с. 133), автор существенно уточняет свою позицию, отмечая, что “при температуре около 100°C происходит разрушение осмотических и капиллярных вод, а в интервале $100\text{--}140^\circ\text{C}$ – полислойных и монослойных”.

Чрезвычайно интересна 2-я глава книги, в которой в качестве космического первоисточника воды планет Солнечной системы рассматривается газопылевая субстанция солнечного диска. Сопоставляя общие характеристики и обводненность планет земной группы (Меркурий, Венера, Земля, Марс) и спутников планет-гигантов: Юпитера (Ио, Европа, Ганимед, Каллисто), Сатурна (Энцелад, Титан) и Нептуна (Тритон), В.П. Зверев показывает, что последние содержат огромные массы водяного льда, которые в сумме почти на два порядка превосходят содержание воды на планетах земной группы. Последнее обстоятельство, как он полагает, свидетельствует о широком распространении воды в Солнечной системе и мировом пространстве.

От признания космического происхождения воды В.П. Зверев переходит, по логике, к рассмотрению современной концепции генезиса воды и гидросферы Земли в целом, гидросферы, во всех ее проявлениях. В соответствии с фундаментальными исследованиями Ф.А. Летникова и других исследователей В.П. Зверев говорит о рубеже архея и протерозоя как времени инверсии флюидного режима эндогенных процессов с восстановительного на окислительный и общего начала процессов формирования (синтеза) воды в результате взаимодействий трансмантийного водорода с силикатами ($\text{H}_2 + \text{силикат}$) и окисления метана при взаимодействии с оксидами металлов ($4 \text{MeO} + \text{CH}_4 \rightarrow 4 \text{Me} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$; $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{H}_2 \rightarrow 3 \text{FeO} + \text{H}_2\text{O}$). На ранних этапах развития Земли (4 млрд лет назад) формируется первичная “базальтовая” кора и, по-видимому, до конца раннего протерозоя вода расходуется на связывание воды в горных породах (серпентизацию) по схеме: оливин $5 \text{Mg}_5\text{SiO}_4 + 4 \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ серпентин $2 \text{H}_2\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5 + \text{MgO} + \text{SiO}_2$ с последующим поступлением H_2O на земную поверхность и диссипацией в мировое пространство. Рубеж $4.0\text{--}3.0$ млрд лет знаменуется “калиевым взрывом” (Ларин, 1980), формированием гранитной оболочки и началом становления континентов. Несколько позднее

($4.0\text{--}3.5$ млрд лет), с момента реализации процессов гидратации базальтов (серпентизация и гранитизация мантийного вещества), вода начинает поступать в атмосферу, а после остывания поверхности Земли ниже 100°C – накапливается на поверхности в виде палеоводоемов. Появление последних послужило толчком к накоплению осадков, формированию осадочных пород и бассейнов, а также систем круговорота воды: испарение воды с поверхностных водоемов \rightarrow формирование пресноводных осадков \rightarrow речного стока и пресноводных замкнутых водоемов \rightarrow процессов сквозьгрунтовой инфильтрации пресных вод и формирование пресноводной подземной гидросферы.

В завершение первой части книги автор рассматривает состояние и физико-химическую роль воды в горных породах подземной гидросферы, эволюцию ее химического состава и роль в процессах вторичного минералообразования, в изменении физико-химического состояния самих водовмещающих пород. В тезисной форме В.П. Зверев касается воды в живом веществе и ее роли в обмене веществ живых организмов.

Во второй части книги “Вода и гидросферы Земли” автором рассматривается Мировой Океан, Атмосфера, Поверхность континентов, Криосфера и Земная кора. Информацию об Океане составляют сведения о его возрасте, происхождении и эволюции водной массы, истории, времени формирования и распада суперконтинентов доюрского периода, формирования и пространственной динамики в границах Мирового океана постюрских палеоконтинентов. Приводятся основные морфометрические параметры Океана (общая площадь, площадь водной поверхности, островов, общий объем воды ($1.3385 \cdot 10^{24} \text{ см}^3$) и средние глубины), океанический массоперенос и структура поверхностных течений, температура водных масс и гидрохимия океана. В экстремальном выражении и температура, и химический состав океанических вод проявляются в пределах глобальной системы срединно-океанических хребтов протяженностью до $60\,000$ км с их весьма напряженными гидротермальными процессами, что говорит и о глобальном характере последних. На океаническом дне в гидротермальный процесс, отмечает В.П. Зверев, “вовлекается $5.7 \cdot 10^9$ г/с океанической воды (Курносов, 1986). Таким образом, перекачка воды всего Мирового океана через гидротермальные системы океанических рифтов может произойти за 8 млн лет” (с. 79).

Здесь речь идет об идее полного “рециклинга” океанических вод, принимаемой некоторыми

авторами для объяснения природы термальных вод срединно-океанических хребтов: океаническая вода, дескать, опускается на большие глубины, там нагревается и вновь появляется в природных слоях в виде термальной, замыкая таким образом внутририфтовой водообменный цикл. Исследованиями В.И. Кононова (1983) эта идея не подтверждается. По его данным, вода парогидротерм Исландии в местах, удаленных от интенсивных инфильтрационных погружений талых вод (например, мыс Рейкьянес), отличается высокой минерализацией (46–52 г/кг), повышенным (в сравнении с океанической водой) содержанием H_2SiO_3 , K, Ca, CO_3 , Cl, Na и пониженным – ионов SO_4 и Mg. Высокая минерализация парогидротерм мыса Рейкьянес исключает, сама по себе, правомочность идеи о принципиальном доминировании “рециклинга” океанических вод в генезисе рифтовых гидротерм. В соответствии с (Кононов, 1983), термальные воды мыса Рейкьянес представлены океаническими водами (57%), инфильтрационными водами (18%) и магматическими флюидами рифтовой зоны (25%). Другими словами, почти четвертая часть парогидротерм Исландии формируется за счет ювенильных парогазовых продуктов дегазации верхней мантии и, значит, время “перекачки” всего Мирового океана нуждается в уточнении.

В уточнении не нуждается другое мнение автора: “Мировой океан в круговороте воды на Земле, – отмечает В.П. Зверев, – играет двойную роль, с одной стороны являясь основным источником поступления воды в атмосферу, а с другой – конечным бассейном стока, что делает его важнейшим звеном гидросферы” (с. 67).

Среднее содержание воды в **Атмосфере** невелико, составляя $12.9 \cdot 10^{18}$ г, но через атмосферу ежегодно проходит около $5.78 \cdot 10^{20}$ г воды, испаряющейся с поверхности океана ($5.06 \cdot 10^{20}$ г) и суши ($0.72 \cdot 10^{20}$ г), что намного превышает среднюю влагоемкость атмосферы. Транспортным функциям атмосферы континенты обязаны почти $1.19 \cdot 10^{20}$ г воды, выпадающей над ними в виде атмосферных осадков. Автором обсуждаются вопросы циклонической деятельности, ее структура (пассаты, муссоны и др.) и эффективность (массы переносимой воды, “массопотоки”), баланс внешнего и внутреннего стоков континентов, а также формирование химического состава атмосферных осадков – этих, по выражению В.П. Зверева, “первичных природных водных растворов, которые, взаимодействуя с поверхностными частями горных пород, формируют поверхностные и подземные воды” (с. 92).

В разделе “**Поверхность континентов**”, характер таковой на самом деле не рассматривается, а речь идет о поверхностных водопроявлениях: лужи, озера, искусственные водохранилища и реки как временные и постоянные водотоки. С использованием (Мировой..., 1974) В.П. Зверев приводит справочную информацию о масштабах поверхностного стока на континентах, массе воды в руслах рек и речном стоке, а также в озерах и водохранилищах. Касаясь химического состава поверхностных вод, автор совершенно справедливо связывает его формирование с климатическими и ландшафтными особенностями регионов, с особенностями состава атмосферных осадков, грунтовых вод и подвергающихся выветриванию горных пород. В качестве примера важной роли горных пород в формировании ионно-солевого состава природных вод он упоминает содовые высокоминерализованные озерные воды Кулунды, генетически связанные с процессами выветривания основных и ультраосновных кристаллических горных пород.

Криосфера. По определению автора, “снег, льды и многолетнемерзлые породы и подобные им образования объединяются понятием криосферы, которая характеризуется наличием или возможностью существования твердой фазы воды” (с. 112). Раздел, посвященный криосфере, небольшой по объему, но достаточно конкретен в своем числовом сопровождении: по состоянию на начало 70-х годов XX в. арктические ледяные покровы северного полушария оценены по массе в $2420.4 \cdot 10^{18}$ г, а льды Антарктиды – в $30 \cdot 10^{16}$ км³. Средняя мощность ледяного покрова Гренландии составляет примерно 2300 м, а максимальная – 3400 м; тот же параметр ледникового покрова Антарктиды фигурирует в пределах 2500–4800 м. Антарктические льды отличаются одной уникальной особенностью: на глубинах 3–3.76 км в их разрезе существует до 150 “подледных” озер жидкофазной воды, с площадью водной поверхности трех наиболее крупных – от 1600 до 15 425 км² (озеро Восток) и глубинами водной массы от 10 до 1150 м.

Многолетнемерзлые горные породы (вечная мерзлота) занимают территорию примерно в $22.8 \cdot 10^6$ км², что составляет около 15.3% площади континентов. Мощность (толщина) многолетнемерзлых пород варьирует от нескольких до 1000 – 1500 м.

И, наконец, **земная кора** как геосфера, вмещающая подземные воды. Автор традиционно для себя приводит численные параметры современной земной коры, рассматривает формы су-

уществования подземных вод в области докритических температур их локализации, а переходя к гравитационным подземным водам, – приводит авторские оценки их массы и интенсивности внутрикорковых водообменных процессов. Подобные оценки предлагаются В.П. Зверевым и для районов тектонической коллизии литосферных плит и континентальных кор в зонах субдукции первых под вторые с их вулканизмом и гидротермальной деятельностью.

Много внимания уделяется автором химическому составу подземных платформенных и горноскладчатых областей в зонах активного и затрудненного водообмена, рассматриваются состав иловых и поровых вод океанических и морских бассейнов, химическая стратификация вод внутренних и окраинных морей. Практически во всех случаях вербальная характеристика рассматриваемых В.П. Зверевым объектов сопровождается обширным табулированием фактических данных или численных оценок автора книги.

Третья, самая обширная часть книги, **“Вода в геологических процессах”**, посвящена процессам, определяющим эволюцию планетарного вещества Земли в целом: эрозия, выветривание и экзогенные процессы; седименто- и литогенез, метаморфизм горных пород и эндогенные процессы. Как некий созидательный результат всех этих процессов автором рассматривается формирование месторождений полезных ископаемых.

Предваряя описание **эрозионных процессов**, автор предельно лаконичен: “Механическая работа воды во многом определяет строение и особенности рельефа поверхности Земли, обуславливая в то же время масштабы и скорость образования осадочных горных пород, формирующих в конечном итоге состав земной коры” (с. 153). Характеризуя условия формирования твердого речного стока, автор касается общей модели генезиса и структуры речных долин, положения базисов эрозии и гипсометрии профилей равновесия, скорости и объемов водного стока. Отмечается, что вынос взвешенного материала речной сетью с континентов в Океан составляет $157 \cdot 10^{14}$ г/год и что благодаря весьма значительным масштабам этого выноса формируются мощные периконтинентальные осадочные бассейны шельфовых зон.

В результате ледниковой эрозии на континентах формируются постледниковые формы рельефа, а также связанные с флювиогляциальными образованиями мощные пресноводные горизонты и комплексы, например, в Беларуси. С леднико-

выми котловинами связано также образование озерных систем на севере Европы (озера Онежское, Ладожское и др.) и Северной Америки (озера Верхнее, Мичиган и др.).

Совокупный эффект реализации эрозионных процессов выносом в Океан (речной сток, ледниковая эрозия и береговая эрозия в Океане) достигает, по мнению В.П. Зверева, $179.5 \cdot 10^{14}$ г/год.

Раздел **“Выветривание и экзогенные процессы”** начинается с раскрытия содержания термина “выветривание” как геолого-геохимического процесса разрушения горных пород на поверхности Земли и выравниванию (пенепленизации) рельефа. Объектами предметного обсуждения проблемы являются хорошо растворимые галогены, сульфаты и карбонаты, а также алюмосиликаты – минералы с более сложным геолого-геохимическим взаимодействием с водой. Автор книги, являясь крупнейшим специалистом в области геохимии экзогенных процессов выветривания, замечает в отношении галита, гипса и кальцита: “скорость растворения этих минералов тесным образом связана с величинами их растворимости, а также с положением массива горных пород относительно местных базисов эрозии” (с. 172).

Минералы растворяются полностью, вещество из твердой фазы переходит в подземные воды и мигрирует вместе с ними. Несколько иной результат взаимодействия воды с алюмосиликатами: в водную фазу переходят практически все катионы металлов и значительная часть кремнекислоты. “Оставшаяся часть вместе с мобилизованным алюминием идет на образование вторичных глинистых минералов...” (с. 167).

В заключение приводятся авторские оценки масштабов регионального и глобального выветривания, в том числе и засоления почв континентов продуктами химического выветривания.

“Седименто- и литогенез”. Автор обсуждает вопрос о массе воды, участвующей в этих процессах, о геохимии подземных вод, контролирующей седиментацию и литогенез, рассматривает кинетику всех этих процессов. И совсем неожиданно, с нарушением логики повествования, в фокусе его внимания оказывается современный осадочный бассейн “на примере детально изученной Каспийской впадины” (с. 184).

У меня несколько замечаний по разделу. Говоря о границах реализации катагенетических процессов, автор ссылается на крупных литологов прошлого века Н.М. Страхова, А.Г. Коссовскую,

В.Д. Шутова и Н.В. Логвиненко и в согласии с ними устанавливает границу раннего катагенеза на глубине ~ 2000 м, а границу между катагенезом и метагенезом на глубине ~ 5000 м (с. 182). Между тем катагенетические процессы изменения горных пород в разрезе литосферы и осадочных бассейнов определяются не глубинами (в разных геологических мегаформах они могут быть разными), а температурами и давлением (Кудельский, 1982, 2009).

С уплотнением глинистых толщ принято (что прослеживается и в рецензируемой работе) связывать генезис какой-то части подземной гидросферы, локальное опреснение подземных вод в толщах глубоководных песчано-глинистых пород и даже появление наведенных аномалий пластовых давлений, определяющих эволюцию гидродинамических режимов в разрезе осадочных бассейнов. При этом явно игнорируются результаты экспериментальных исследований Т.Т. Клубовой (1973), установившей, что в разрезе осадочных толщ литосферы отсутствуют геостатические давления, достаточные для отжатия воды из глин, и что связанные в глинистых породах воды выделяются только в литогенезе, в условиях высокотемпературного метаморфизма глин...

И, наконец, осадочный бассейн на примере якобы *детально* изученной Каспийской впадины. Конечно, бассейн этот автором (авторами) достаточно не изучен, тем более детально, и тому есть объективные причины: автором не учитывается, что бассейн-то не просто осадочный, но еще и уникально нефтегазоносный, с процессами современного нефтегазообразования (грязевой вулканизм), с высочайшей мощностью осадочных пород (более 25 км) и столь же высокими температурами (более 600°C). Но именно с жесткими термобарическими условиями Южно-Каспийской мегавпадины связано формирование опресненных подземных вод в разрезе челекенских (красноцветных) отложений. Нелишне напомнить, что еще в 1979 г. М.Б. Хеировым была установлена хорошая сохранность монтмориллонита и преваживание его в составе глинистых минералов вплоть до глубин 6.0–6.5 км, несмотря на то, что здесь, в разрезе челекенской (красноцветной) толщи, господствуют температуры среднего катагенеза (140–150°C), близкие к пределам устойчивости глинистых минералов (120–160°C) в условиях лабораторных экспериментов (Хеиров, 1979). Это обстоятельство свидетельствует о том, что опресненные воды продуктивных структур Южно-Каспийской мегавпадины являются кон-

денсационными, “корни” формирования которых связаны с зоной распространения мезозойско-верхнепротерозойских (венд) отложений, где господствуют температуры 250–600°C позднего катагенеза (Султанов, 1961; Колодий, 1975; Кудельский, 2011).

Сложнейшим геохимическим проблемам формирования и переформирования (метаморфизма) горных пород с участием воды посвящен раздел “**Метаморфизм**”, в котором представлены характерные реакции гидратации-дегидратации основных фаций прогрессивного метаморфизма метабазитов. Автор показывает, что процесс метаморфизма, начинающийся с гидратации пород (серпентизация, породы и минералы цеолитовой фации), в дальнейшем прогрессивном преобразовании осуществляется с непрерывным высвобождением воды (зеленокаменная, амфиболитовая и гранулитовая фации). На высоких этапах метаморфизма начинаются процессы плавления пород, интенсивность которых зависит от парциального давления воды.

“**Эндогенные процессы**” и роль воды в глубинном преобразовании земной коры рассматриваются автором с использованием последовательного анализа магматической деятельности, рифтогенеза и субдукции, вулканизма и гидротермальной деятельности, а также представлений о природе геофизической неоднородности консолидированной земной коры. Это очень сложно – в краткой форме охарактеризовать магму и магматический расплав как вещество, вся физико-химия и геологическая активность которого во многом определяются содержанием и парциальным давлением воды; это очень не просто – показать время зарождения процессов формирования и дрейфа литосферных плит, а также источники и значение воды в зонах субдукции. И связать скорости прохождения сейсмических волн в консолидированной коре с наличием или отсутствием воды в твердом субстрате, а изменения электропроводности горных пород – с высокой минерализацией водных растворов в трещинном пространстве глубинных зон. Последнее, кстати, является прямым свидетельством отсутствия пресных вод в коромантийной области дегазации Земли.

В разделе “**Формирование месторождений полезных ископаемых**” приводятся в основном устоявшиеся представления о генезисе гипергенных и осадочных месторождений, рассматривается роль вулканической и гидротермальной деятельности в рудогенезе, упоминается и проблема формирования метаморфических месторождений. Для рецензента несколько неожиданным оказа-

лось отнесение автором процессов формирования трубок взрыва месторождений алмазов к зоне гипергенеза (с. 233), а в подразделе “Осадочные месторождения” – устаревшие представления об определяющей роли подземных вод в миграции и формировании залежей углеводородов (с. 235). На самом деле проблема генезиса нефти – это во многом проблема “усвоения” осадочной толщей глубинных (астеносферных) тепловых потоков и коромантийных углеводородов, а также продуктов термодеструкции керогена рассеянного в осадочных породах органического вещества, проблема миграции и аккумуляции углеводородов (УВ) в залежах. Гидрогеологические и палинологические исследования (Кудельский и др., 1997; Кудельский, 2011) свидетельствуют об относительной статичности масс подземных вод нефтегазоносных бассейнов и, как следствие, весьма скромной роли как самих подземных вод, так и водорастворенных газов и формирования залежей нефти и газообразных УВ. Альтернативные и наиболее эффективные механизмы формирования залежей УВ обеспечиваются их миграцией в составе квазигазовых (флюидоподобных) ассоциаций глубинно-астеносферных эксгалаций и продуктов высокотемпературного литогенеза осадочных пород. Подземная же гидросфера с ее гигантской теплоемкостью и слабой сжимаемостью определяет те барогеотермические режимы, без которых немислимы процессы жесткого термолиза осадочных пород, мобилизации, миграции углеводородов и стабилизации нефти. Незначительная динамичность пластовых вод и их высокая минерализация способствуют сохранности залежей нефти и газа.

Четвертая часть книги посвящена **“Биосфере. Зоне жизни”**, а также **“Воде и Человеку”** в биосфере. Автор в который раз выступает как талантливый интерпретатор сложнейших проблем происхождения и эволюции биосферы, касается общих характеристик живого вещества, оценивает массу воды в биосфере и биопродуктивность континентов, океанов и Земли в целом. Характеризуя природную среду обитания человека и всего живого, говорит о ней как о “сфере взаимопроникновения и взаимодействия литосферы, атмосферы, гидросферы и биосферы, в которой появился и обитает человек, включающей горные породы и атмосферу Земли, почвы, растительный и животный мир и, конечно, воду, существование живого вещества без которой невозможно” (с. 254).

Несмотря на некоторую расширенность, определение очень точное и емкое... В среде обитания

человека перманентно растут объемы водопотребления и, как следствие, перераспределяется водный сток, перераспределяется во многих случаях экологически неприемлемо. Отсюда – дестабилизация гидроэкосистем: дефицит водных ресурсов, загрязнение природных вод, подтопления, наводнения, цунами, связанные с антропогенным нарушением водного режима территорий инженерно-геологические катастрофы и катастрофические ситуации. Автором хорошо просматривается созидательная и разрушительная роль воды в современном биосоциуме.

Заключительная, пятая часть книги посвящена процессам **“Глобального переноса воды, тепла и вещества”**.

Автор рассматривает климатический круговорот природных вод (испарение с поверхности океана, подъем пара в атмосферу, его конденсацию, выпадение осадков и поверхностный сток) и оценивает массу вод, его составляющих, а также время возобновления масс поверхностной гидросферы, атмосферы и биосферы.

Касаясь динамики масс воды в земной коре и литосфере, В.П. Зверев выделяет три основных типа их перемещения: гидрогеологический, осуществляемый свободно-гравитационными водами; литогенный, реализуемый высвобождающимися физически и химически связанными водами, и геологический, представленный водами двух названных здесь типов, а также перманентно образующимися ювенильными водами реакций взаимодействия трансмантийного водорода и силикатных пород. “Представляется, – пишет В.П. Зверев, – что движение литосферных плит было бы невозможно без существования на Земле мощной поверхностной гидросферы, водных циркуляционных систем рифтов и геологического круговорота подземных вод” (с. 271).

С геологическим круговоротом подземных вод связан конвективный вынос тепла и тепловой энергии из нижних частей земной коры и верхней мантии. В интерпретации автора с разгрузкой подземных вод на континентах, в переходной зоне и в океане связано около $8.13 \cdot 10^{12}$ ватт конвективных теплотерь Земли.

Касаясь широко обсуждаемой в науке и политике проблемы изменения климата, В.П. Зверев с сожалением констатирует, что суть проблемы связывают с влиянием роста парциальных давлений CO_2 в атмосфере вследствие промышленной деятельности. На самом же деле климат Земли, полагает автор (и это заслуживает цитирования), зависит от множества планетарных причин, важ-

нейшие из которых: изменение солнечной активности, связанное с обращением солнечной системы вокруг центра масс нашей Галактики через области с различной плотностью межпланетарного вещества. Большое значение имеют длинные циклы, обусловленные тектоникой литосферных плит и изменением интенсивности вулканической деятельности. Несомненно и влияние периодических колебаний перигелия земной орбиты продолжительностью 93, 41 и 25.75 тыс. лет, определяющих изменение величины угла наклона оси вращения Земли к плоскости ее орбиты и, соответственно, общую инсоляцию поверхности.

И наконец, т.н. ультракороткие периоды, связанные с ритмами собственно солнечной активности, наибольшее значение среди которых имеют 22- и 11-летние циклы активности Солнца” (с. 271). В этом состоит принципиальная позиция геологической науки и представляющих ее геологов, автора книги и рецензента в их числе. “К сожалению, – продолжает В.П. Зверев, – эта проблема стала предметом не только научных, но и политических спекуляций, способствующих выделению огромных сумм на проведение неоправданных исследований и провоцирующих излишнюю общественную и межгосударственную активность” (с. 272).

“Жизнь зародилась в воде, вода является ее растворителем и средой. Она является матрицей жизни”, – как-то сказал лауреат Нобелевской премии биохимик Альберт Сент-Дьерди. Обращаясь к загадке жизни, воду изучают химики и физики, биологи и астрофизики. Вода – традиционный объект исследований геологии и геохимии, гидрологии и гидрогеологии, океанологии и геоэкологии. Успехи в изучении воды находятся в прямой зависимости от научно-технической вооруженности общества, и не случайно ученые называют воду зеркалом науки.

Сегодня в это зеркало вглядываемся и мы с Вами, листая страницы книги В.П. Зверева “Система природных вод Земли”. Вглядываемся и находим ответы на многие вопросы современной науки о происхождении воды и жизни, о происхождении и современном состоянии планетарной гидросферы и биосферы, роли человеческой деятельности в их преобразовании. И несомненно, что выход в свет этой фундаментальной и энциклопедической по своему содер-

жанию работы – одно из важнейших событий в современной научной литературе. И следует согласиться с мнением академика В.И. Осипова о том, что труд В.П. Зверева, безусловно, войдет в цикл фундаментальных работ, формирующих научное наследие современной цивилизации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Клубова Т.Т.* Глинистые минералы и их роль в генезисе, миграции и аккумуляции нефти. М.: Недра, 1973. 256 с.
2. *Колодий В.В.* Подземные конденсационные и солюционные воды нефтяных, газоконденсатных и газовых месторождений. Киев: Наук. думка, 1975. 122 с.
3. *Кононов В.И.* Геохимия термальных вод областей современного вулканизма. М.: Наука, 1983. 215 с.
4. *Кудельский А.В.* Литогенез, проблемы гидрогеохимии и энергетики нефтегазоносных бассейнов // Литология и полезные ископаемые. 1982. № 5. С. 101–116.
5. *Кудельский А.В.* Вода, поровые растворы и литогенез // Подземные воды и эволюция литосферы // Матер. всесоюз. конф. Т. 1. М.: Наука, 1985. С. 106–124.
6. *Кудельский А.В.* Глубинная вода и геофлюиды в земной коре и верхней мантии // “Весці” НАН Беларусі. Сер. хім. навук. 2009. № 1. С. 55–71.
7. *Кудельский А.В.* Региональная гидрогеология, тепловой режим и нефтегазоносность фанерозойских осадочных бассейнов // Літасфера. 2011. № 1(34). С. 32–53.
8. *Кудельский А.В., Гарецкий Р.Г., Айсберг Р.Е.* Геофлюидодинамика и нефтегазообразование. Мн.: Ин-т геол. наук АН Беларусі, 1997. 148 с.
9. *Курносков В.Б.* Гидротермальные изменения базальтов в Тихом океане и металлоносные отложения. М.: Наука, 1986. 252 с.
10. *Ларин В.Н.* Гипотеза изначально гидридной Земли. Мн.: Недра, 1980. 216 с.
11. *Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли.* Л.: Гидрометеиздат, 1974. 638 с.
12. *Султанов Б.И.* Глубинные конденсационные воды газоконденсатных месторождений и условия их формирования // Докл. АН АзССР. 1961. № 12. С. 1165–1167.
13. *Хеиров М.Б.* Влияние глубины залегания осадочных пород на трансформацию глинистых минералов // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1979. № 8. С. 144–151.