

ОСНОВЫ УЧЕНИЯ О ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ФАЦИЯХ

Г. А. МАКСИМОВИЧ

г. Молотов, университет

1. Вода находится в трех основных фазовых оболочках земли: атмосфере, гидросфере и твердой или литосфере. Являясь универсальным растворителем, вода содержит растворенные газообразные и твердые вещества. Природные воды различаются по составу растворенных в них газов.

Попытаемся осветить основные закономерности распределения на Земле природных вод различного химического состава.

2. Распределение и состав земных вод подчиняется пяти основным типам геодинамических зональностей: планетной, геотектонической, структурной, климатической и геоморфологической. На состав вод все больше и больше влияет деятельность человека.

Все многообразие пространственного распределения вод и их химизма обусловлено этими пятью основными геодинамическими зонами. Кроме того, геодинамические зоны различных геологических эр накладываются друг на друга. Наложение этих зон под разными углами и создает всю сложность наблюдаемой картины распределения вод различного химического состава.

Планетная зональность выражается в зональном строении земного шара, к пустотам поверхностных оболочек и геосфер которого приурочены воды.

Геотектоническая зональность проявляется в наличии основных структурных линий Земли – геосинклинальных складчатых горных сооружений. Они определяют распределение осадков и стока, смещение климатических поясов, вертикальную климатическую зональность.

Структурная зональность выражается в зональном расположении горных пород в геоантиклинальных складчатых структурах и связанных с ними газов и подземных вод различного химического состава.

Климатическая зональность, установленная В. В. Докучаевым отражается на химическом составе поверхностных и подземных вод, связанных с корой выветривания. Наблюдается широтная и вертикальная зональность.

Геоморфологическая зональность, обусловленная расчленением рельефа или структурами земной коры, проявляется в закономерной смене речных, озерных и подземных вод различного химического состава.

3. Деятельность человека преобразует состав надземной, наземной и в значительной степени подземной гидросфер.

Газы промышленных предприятий и сжигание угля оказывают значительное влияние на химический состав атмосферных осадков.

Человек регулирует деятельность рек, образуя искусственные озера и пруды. Ирригационные и дренажные каналы представляют водотоки, созданные деятельностью человека.

Состав рек, озер и грунтовых вод изменяется за счет спуска бытовых вод и вод промышленных предприятий. На состав вод озер большое влияние оказывает извлечение различных полезных ископаемых.

Человек миллионами колодцев дал сообщение грунтовым водам с атмосферой. Извлечение вод из колодцев и скважин представляет новую ветвь круговорота воды, обусловленную деятельностью человека.

Извлечением питьевых, минеральных вод и рассолов, а также нефти из скважин человек привел в движение воды, которые в глубинах находились почти без движения. На Кавказе, в Грозненском районе, прекратил существование курорт Горячеводск, где еще в 1710 г. была описана громадная река горячей воды. Это связано с деятельностью нефтяной промышленности.

Мы являемся свидетелями и участниками преобразования природы по великому сталинскому плану лесонасаждений и строительства прудов и водоемов. Это является прекрасным примером преобразования географической среды в интересах социалистического общества. Осуществление его приведет к изменению химического состава речных, почвенных и грунтовых вод.

4. Поверхностные и подземные проявления гидросферы – океаны, моря, озера, почвенные, грунтовые, пластовые и трещинные воды, а также воды атмосферные характеризуются различным химическим составом жидкой и твердой фаз. Участки надземной, наземной и подземной гидросферы, воды (или льды) которых на всем их протяжении характеризуются одинаковыми гидрохимическими условиями, определяемыми по преобладанию одних растворенных веществ (ионов, коллоидов), названы автором гидрохимическими фациями или гидрофациями. Концентрация и химический состав воды (или льда) каждого такого участка изменяется в известных пределах, но преобладание одних и тех же веществ сохраняется. Определяется гидрофация по первым трем (иногда четырем и более) преобладающим по весу компонентам, причем название ее дается в порядке убывания их значения. Гидрофации по первому преобладающему растворенному компоненту объединяются в группы или гидроформации.

5. С атмосферными осадками переносятся в горизонтальном направлении не только вода, но и растворенные вещества, которых ежегодно поступает до 12 т на 1 км². Это составляет 1800 млн т или 0,75 км³ на всю поверхность суши. Для сравнения укажем, что химическая денудация, т. е. количество растворенных веществ, выносимых реками в мировой Океан, составляет 1,1 км³ в год.

По данным химических анализов, для атмосферных осадков установлены следующие гидрохимические

фации: гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевая, гидрокарбонатно-кальцево-сульфатная, гидрокарбонатно-кальцево-хлоридная, гидрокарбонатно-сульфатно-натриевая, гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридная и хлоридно-сульфатно-кальциевая.

В атмосферных осадках определены хлор, натрий, азот, кальций, гидрокарбонат, сульфат, нитрат, аммиак, магний, калий, аргон, фосфор, железо, иод, бром, мышьяк и в виде следов рений, неон, радон, криптон, гелий, марганец, ксенон.

Атмосферные осадки составляют значительную величину в балансе веществ континентов. Изучение их состава в различных географических условиях представляет неотложную задачу химической географии вод. Это уточнит наши знания по переносу веществ на континентах. Выяснение химизма атмосферных осадков имеет также важное значение для сельского хозяйства.

6. Широкие и высотные климатические зоны сказываются на границе атмосферы и литосферы в виде соответственной зональности геохимических, биогенетических и почвообразующих процессов. Климат влияет на соотношение выпадающей и испаряющейся влаги. Водный баланс определяет характер миграции вещества, образуя зоны различной интенсивности выноса солей из коры выветривания и зоны накопления. Весьма важно значение геоморфологического фактора.

7. Почвенные растворы Земли характеризуются наличием следующих широтных зон гидрофаций.

I–II. Зоны преобладания кремнеземных и гидрокарбонатно-кремнеземных гидрофаций. Это весьма слабо минерализованные воды тундровых зон. В Ю. полушарии эта зона почти не развита.

III–IV. Зоны преобладания гидрокарбонатно-кальциевых гидрофаций С. и Ю. полушарий. Они приурочены к поясам лесов. В Ю. полушарии эта зона имеет слабое развитие.

V–VI. Зоны преобладания сульфатных, натриевых и гидрокарбонатно-натриевых гидрофаций степей С. и Ю. полушарий.

VII–VIII. Зоны преобладания хлоридных гидрофаций почвенных вод С. и Ю. полушарий. Они приурочены к поясам пустынь.

IX. Зона преобладания кремнеземных и гидрокарбонатно-кремнеземных гидрофаций почвенных вод тропиков и субтропиков.

Вертикальная зональность проявляется для гидрофаций почвенных растворов многообразно. Микрizonaльность обусловлена сменой почв и приуроченных к ним вод по высотным ступеням. Средняя зональность связана с микрizonaльными изменениями почв от водоразделов к пониженным участкам и проявляется в смене гидрофаций в горизонтальном направлении. Вертикальная микрizonaльность проявляется в смене почвенных гидрофаций на одном и том же участке. Она связана с испарением почвенных растворов, сопровождающимся их концентрацией в верхней части или разбавлением после обильного просачивания атмосферных осадков.

Помимо зональных гидрофаций почвенных растворов имеются и азональные. Последние развиты в степной полосе, где в более проницаемых песках появляются менее минерализованные гидрофации почвенных вод. Азональные явления обуславливаются также деятельностью человека (внесением удобрений) и рядом других причин.

Каждая из широтных зон характеризуется определенным составом новообразований, которые формируются путем выпадения из почвенных растворов, при пересыщении их тем или другим компонентом. Это конкреции, прослойки, прожилки, трубочки, корочки, примазки, навеки, выцветы, налеты и другие образования.

8. Залегающие на первом от поверхности водоупорном горизонте грунтовые воды формируются в основном за счет проникновения атмосферных вод сквозь почву. Состав их в значительной мере определяется химизмом вод. Общее количество грунтовых вод на Земле составляет $1,5 \times 10^5$ км³. Грунтовые воды обладают теми же широтными зонами, что и почвенные. Имеет место также вертикальная мезозональность и микрizonaльность гидрофаций. Азональные гидрофации обусловлены развитием подстилающих легко растворимых пород, покровными более проницаемыми образованиями, либо деятельностью человека.

9. Реки, являющиеся, по А. И. Воейкову, продуктом климата, – это текущие воды наземной гидросферы в области коры выветривания. Они ежегодно несут с суши в Океан 37.000 км³ воды. Состав речных вод определяется количеством и фазой осадков, интенсивностью испарения, температурой и особенно характером процессов выветривания. Для рек установлено пять основных типов зон преобладающих гидрофаций: I. тундр, II. лесов, III. степей и пустынь, IV. тропиков и субтропиков и V. горная (вертикальная) зона.

Азональные явления обусловлены развитием легко растворимых пород, локальными гидрогеологическими особенностями, а также деятельностью человека. Сопоставление составленной автором карты гидрофаций рек Земли с картой распределения годового стока показывает зависимость химизма рек от слоя годового стока. Химическая денудация в микронах в год составляет для Земли по климатическим зонам: тундра – 5, леса – 20, степи – 25, пустыни – 9, тропики – 13 и для гор – 17.

10. Весьма важную разновидность гидросферы представляют озера. Площадь их составляет около 1,8 % суши или 2682000 км². Объем воды в них 250000 км³, что составляет от площади мирового океана 0,75 % и всего около 0,02 % его объема. Озера характеризуются большим разнообразием гидрофаций, чем реки. Для озер известны те же широтные зоны преобладающих гидрофаций, что и для рек. Кроме того, имеется возможность выделить зону степей. Вертикальная зональность гидрофаций, помимо горной зоны пресных озер, выражается в смене минерализации и гидрофаций от более высоких точек к расположенным ниже. В одном и том же озере по

вертикали, а в местах впадения рек и по площади, могут быть разные гидрофации. Азональные гидрофации озёр обусловлены в основном теми же причинами, что и для рек.

Каждой из зон гидрофаций соответствуют свои, отличающиеся по составу и мощности, озерные отложения, выделенные В. В. Алабышевым.

11. Зоны гидрофаций вод, связанных с корою выветривания, примерно одни и те же. Некоторым своеобразием отличаются только реки. Зоны характеризуются выпадением из растворов специфических осадков в виде почвенных новообразований и озерных отложений.

Границы гидрофаций изменяются и во времени. Наиболее подвижны они у рек. Меньше меняются границы гидрофаций у почвенных и озерных вод и еще меньше у грунтовых. Границы зон гидрофации также изменяются во времени.

12. Гидрофации пластовых вод стратисферы изменяются с удалением от выхода пласта на дневную поверхность, по мере роста концентрации. Деятельность микроорганизмов является значительным фактором преобразования их состава. Пластовые воды стратисферы, в отличие от поверхностных почвенных и грунтовых, могут быть не только эпигенетическими, но и сингенетическими (вернее образованными одно временно). Последние образуются по большей части из вод морских илов и отличаются особым гидрохимическим обликом. Характер гидрофации пластовых вод стратисферы определяется: происхождением вод, их концентрацией, составом коллектора и вмещающих его пород и их фаций, проницаемостью, наличием или отсутствием вскрывающих пласт тектонических трещин и эрозионных явлений, наличие органического вещества, деятельностью организмов, геотектоническими и геоморфологическими условиями, а также временем пребывания вод в пласте (возрастом). Основным являются тектонические и геоморфологические условия, а также проницаемость.

Гидрофации изменяются не только по пласту, но и по вертикали. Платформенные участки со слабо расчлененным рельефом характеризуются газами биохимического и частично воздушного происхождения, сильно концентрированными водами хлоридной гидроформации. Концентрация их в большинстве случаев растет с глубиной.

Геоантиклинальные области, представленные современными горными сооружениями, характеризуются в общем сменой гидрокарбонатной гидроформации центральной зоны на сульфатную, натриевую и хлоридную, которые характерны для периферии. Различие во вскрытии пластов трещинами и эрозией, а также разная проницаемость обуславливают во многих случаях отсутствие закономерной смены по вертикали концентрации и гидрофации. Это, вместе с различием состава пород, является причиной азональных явлений в намечающейся зональной смене гидрофаций и зависимости от структуры – от центра горного складчатого сооружения к платформе.

Гидрофации пластовых вод стратисферы изменяются не только в пространстве, но и во времени. Изменение темпов миграции или условий питания приводят к изменению концентрации и смене гидрофаций. Деятельность человека играет большую роль в изменении темпов миграции пластовых вод.

13. Лед на Земле образуется тремя путями. Часть его атмосферна и образуется за счет сублимации. Гидрогенный лед представляет результат перехода воды в твердую фазу. Наконец, имеется лед смешанного происхождения. Атмосферный лед представлен снегом, градом, глетчерным льдом и ледяными кристаллами пещер. Донный лед рек и озер, лед вечной мерзлоты и пещерных озер гидрогенен. Покровный лед рек, озер и морей смешанного происхождения, так как верхняя часть его образуется из атмосферного снега, а нижняя представляет результат замерзания воды.

Пористость различных проявлений криосферы изменяется в широких пределах. Наличие ее обуславливает возможность проникновения газов в лед с образованием, слабо изученных химически, атмосфер криосферы. Для морских льдов состав его – азот – кислород – уголекислота. Химический состав льдов также слабо изучен. Речные льды относятся к двум различным гидрофациям. Данными о составе верхней атмосферной части мы не располагаем. Нижняя гидрогенная часть относится к гидрокарбонатно-кальциевой гидрофации. Атмосферный лед кристаллов Кунгурской пещеры относится к гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевой гидрофации. Покровный, в основном гидрогенный, лед принадлежит к сульфатно-кальциево-гидрокарбонатной гидрофации. К этой же гидрофации относится гидрогенный лед сталактитов и сталагмитов, а также гетерогенной коры оледенения стен. Это обусловлено приуроченностью пещеры к гипсам и ангидритам, гидрогенный и гетерогенный лед пещер в известняках относится к гидрокарбонатно-кальциево-сульфатной и гидрокарбонатно-кальциево-кремнеземной гидрофациям. Наиболее минерализован лед морей, который характеризуется уменьшением солености с увеличением его возраста.

14. Сопоставление гидрофаций поверхностных и подземных проявлений гидросферы позволяет наметить следующие основные особенности в их распределении.

Ниже поверхности Земли и уровня Океана находится пояс с дисимметрией гидрофаций. Океаническая его часть характеризуется преобладанием хлоридно-натриево-сульфатной гидрофации, а континентальная – большим их разнообразием. Моногидрофациальность Океана обусловлена перемешиванием вод течениями и нарушается только для поверхностных и приконтинентальных участков, где наблюдается поступление речных и подземных вод.

Для Континента намечается три вертикальных зоны, обусловленных различием в пористости и проницаемости. Для этих гидродинамических зон автор предлагает названия: верхняя, средняя и нижняя.

Верхняя зона, называемая также эпизоной, или зона циркуляции, включает поверхностные и подземные

воды, связанные с корой выветривания (речные, озерные, почвенные, грунтовые, ненапорные пластовые, трещинные, а также воды речных и озерных илов). Она отличается разнообразием гидрофаций, распределение которых обусловлено климатом (широтные зоны) и геоморфологией (вертикальные макро-, мезо-, микрозоны). Местные литологические, гидрологические и другие особенности, а также деятельность человека могут вызвать аazonальные явления.

Средняя зона или зона обмена представлена главным образом гидрофациями пластовых вод стратисферы. Здесь также наблюдается зональность по пласту по мере удаления, от поверхности его на земную поверхность и в вертикальном направлении. Вертикальная зональность для двух основных геотектонических обстановок – платформ и геосинклиналей – различна. Темпы миграции здесь изменяются от векового до миллионлетнего.

Нижняя зона – нижняя застойная зона пластовых вод стратисферы характеризуется рассолами с минерализацией до 349 г/л. Этот своеобразный подземный океан отличается небольшим числом гидрофаций: хлоридно-натриево-сульфатной, хлоридно-натриево-кальциевой сульфатной и бессульфатной.

15. Гидрофации криосферы в основном обусловлены происхождением льда и его местонахождением. Атмогенным лед отличается малым разнообразием гидрофации. Гидрофации гидрогенного льда обусловлены составом вод, из которых лед образовался. Это касается не только речных, озерных и морских льдов, а также сезонной и вечной мерзлоты и пещерных разностей.

16. Подземные горные выработки, созданные деятельностью человека, где происходит интенсивная вентиляция, обусловили проникновение окислительных процессов на значительные глубины. Это привело к появлению своеобразного подземного выветривания в рудниках и шахтах. Здесь развиты воды гидрокарбонатной, сульфатной, натриевой и хлоридной гидроформаций.

Наиболее своеобразны воды сульфатной гидроформации, где в числе первых трех преобладающих по весу компонентов имеются железо, алюминий, медь и цинк, в зависимости от того, какие сульфиды разрабатывает рудник.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

конференции по химической географии вод
ОСНОВЫ УЧЕНИЯ О ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ФАЦИЯХ
Г. А. МАКСИМОВИЧ

г. Молотов, университет

1. Вода находится в трех основных фазовых оболочках земли: атмосфере, гидросфере и твердой или литосфере. Являясь универсальным растворителем, вода содержит растворенные газообразные и твердые вещества. Природные воды различаются по составу растворенных в них газов.

Попытаемся осветить основные закономерности распределения на Земле природных вод различного химического состава.

2. Распределение и состав земных вод подчиняется пяти основным типам геодинамических зональностей: планетной, геотектонической, структурной, климатической и геоморфологической. На состав вод все больше и больше влияет деятельность человека.

Все многообразие пространственного распределения вод и их химизма обусловлено этими пятью основными геодинамическими зонами. Кроме того, геодинамические зоны различных геологических эр накладываются друг на друга. Наложение этих зон под разными углами и создает всю сложность наблюдаемой картины распределения вод различного химического состава.

Планетная зональность выражается в зональном строении земного шара, к пустотам поверхностных оболочек и геосфер которого приурочены воды.

Геотектоническая зональность проявляется в наличии основных структурных линий Земли—геосинклинальных складчатых горных сооружений. Они определяют распределение осадков и стока, смещение климатических поясов, вертикальную климатическую зональность.

Структурная зональность выражается в зональном расположении горных пород в геоантиклинальных складчатых структурах и связанных с ними газов и подземных вод различного химического состава.

Климатическая зональность, установленная В. В. Докучаевым, отражается на химическом составе поверхностных и подземных вод, связанных с корой выветривания. Наблюдается широтная и вертикальная зональность.

Геоморфологическая зональность, обусловленная расчленением рельефа или структурами земной коры, проявляется в закономерной смене речных, озерных и подземных вод различного химического состава.

3. Деятельность человека пресбразует состав надземной, наземной и в значительной степени подземной гидросфер.

Газы промышленных предприятий и сжигание угля оказывают значительное влияние на химический состав атмосферных осадков.

Человек регулирует деятельность рек, образуя искусственные озера и пруды. Ирригационные и дренажные каналы представляют водотоки, созданные деятельностью человека.

Состав рек, озер и грунтовых вод изменяется за счет спуска бытовых вод и вод промышленных предприятий. На состав вод озер большое влияние оказывает извлечение различных полезных ископаемых.

Человек миллионами колодцев дал сообщение грунтовым водам с атмосферой. Извлечение вод из колодцев и скважин представляет новую ветвь круговорота воды, обусловленную деятельностью человека.

Извлечением питьевых, минеральных вод и рассолов, а также нефти из скважин человек привел в движение воды, которые в глубинах находились почти без движения. На Кавказе, в Грозненском районе, прекратил существование курорт Горячеводск, где еще в 1710 г. была описана громадная река горячей воды. Это связано с деятельностью нефтяной промышленности.

Мы являемся свидетелями и участниками преобразования природы по великому сталинскому плану лесонасаждений и строительства прудов и водоемов. Это является прекрасным примером преобразования географической среды в интересах социалистического общества. Осуществление его приведет к изменению химического состава речных, почвенных и грунтовых вод.

4. Поверхностные и подземные проявления гидросферы — океаны, моря, озера, почвенные, грунтовые, пластовые и трещинные воды, а также воды атмосферные характеризуются различным химическим составом жидкой и твердой фаз. Участки надземной, наземной и подземной гидросферы, воды (или льды) которых на всем их протяжении характеризуются одинаковыми гидрохимическими условиями, определяемыми по преобладанию одних растворенных веществ (ионов, коллоидов), названы автором гидрохимическими фациями или гидрофациями. Концентрация и химический состав воды (или льда) каждого такого участка изменяется в известных пределах, но преобладание одних и тех же веществ сохраняется. Определяется гидрофация по первым трем (иногда четырем и более) преобладающим по весу компонентам, причем название ее дается в порядке убывания их значения. Гидрофации по первому преобладающему растворенному компоненту объединяются в группы или гидроформации.

5. С атмосферными осадками переносятся в горизонтальном направлении не только вода, но и растворенные вещества, которых ежегодно поступает до 12 т на 1 км². Это составляет 1800 млн т или 0,75 км³ на всю поверхность суши. Для сравнения укажем, что химическая денудация, т. е. количество растворенных веществ, выносимых реками в мировой Океан, составляет 1,1 км³ в год.

По данным химических анализов, для атмосферных осадков установлены следующие гидрохимические фации: гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевая, гидрокарбонатно-кальциево-сульфатная, гидрокарбонатно-кальциево-хлоридная, гидрокарбонатно-сульфатно-натриевая, гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридная и хлоридно-сульфатно-натриевая.

В атмосферных осадках определены хлор, натрий, азот, кальций, гидрокарбонат, сульфат, нитрат, аммиак, магний, калий, аргон, фосфор, железо, иод, бром, мышьяк и в виде следов рений, неон, радон, криптон, гелий, марганец, ксенон.

Атмосферные осадки составляют значительную величину в балансе веществ континентов. Изучение их состава в различных географических условиях представляет неотложную задачу химической географии вод. Это уточнит наши знания по переносу веществ на континентах. Выяснение химизма атмосферных осадков имеет также важное значение для сельского хозяйства.

6. Широтные и высотные климатические зоны сказываются на границе атмосферы и литосферы в виде соответственной зональности геохимических, биогенетических и

почвообразующих процессов. Климат влияет на соотношение выпадающей и испаряющейся влаги. Водный баланс определяет характер миграции вещества, образуя зоны различной интенсивности выноса солей из коры выветривания и зоны их накопления. Весьма важно значение геоморфологического фактора.

7. Почвенные растворы Земли характеризуются наличием следующих широтных зон гидрофаций.

I—II. Зоны преобладания кремнеземных и гидрокарбонатно-кремнеземных гидрофаций. Это весьма слабо минерализованные воды тундровых зон. В Ю. полушарии эта зона почти не развита.

III—IV. Зоны преобладания гидрокарбонатно-кальциевых гидрофаций С. и Ю. полушарий. Они приурочены к поясам лесов. В Ю. полушарии эта зона имеет слабое развитие.

V—VI. Зоны преобладания сульфатных, натриевых и гидрокарбонатно-натриевых гидрофаций степей С. и Ю. полушарий.

VII—VIII. Зоны преобладания хлоридных гидрофаций почвенных вод С. и Ю. полушарий. Они приурочены к поясам пустынь.

IX. Зона преобладания кремнеземных и гидрокарбонатно-кремнеземных гидрофаций почвенных вод тропиков и субтропиков.

Вертикальная зональность проявляется для гидрофаций почвенных растворов многообразно. Микрозональность обусловлена сменой почв и приуроченных к ним вод по высотным ступеням. Средняя зональность связана с микрозональными изменениями почв от водоразделов к пониженным участкам и проявляется в смене гидрофаций в горизонтальном направлении. Вертикальная микрозональность проявляется в смене почвенных гидрофаций на одном и том же участке. Она связана с испарением почвенных растворов, сопровождающимся их концентрацией в верхней части или разбавлением после обильного просачивания атмосферных осадков.

Помимо зональных гидрофаций почвенных растворов имеются и азональные. Последние развиты в степной полосе, где в более проницаемых песках появляются менее минерализованные гидрофации почвенных вод. Азональные явления обуславливаются также деятельностью человека (внесением удобрений) и рядом других причин.

Каждая из широтных зон характеризуется определенным составом новообразований, которые формируются путем выпадения из почвенных растворов, при пересыщении их тем

или другим компонентом. Это конкреции, прослойки, прожилки, трубочки, корочки, примазки, натеки, выцветы, налеты и другие образования.

8. Залегающие на первом от поверхности водоупорном горизонте грунтовые воды формируются в основном за счет проникновения атмосферных вод сквозь почву. Состав их в значительной мере определяется химизмом вод. Общее количество грунтовых вод на Земле составляет $1,5 \times 10^5$ км³. Грунтовые воды обладают теми же широтными зонами, что и почвенные. Имеет место также вертикальная мезозональность и микрозональность гидрофаций. Азональные гидрофации обусловлены развитием подстилающих легко растворимых пород, покровными более проницаемыми образованиями, либо деятельностью человека.

9. Реки, являющиеся, по А. И. Воейкову, продуктом климата,—это текущие воды наземной гидросферы в области коры выветривания. Они ежегодно несут с суши в Океан 37.000 км³ воды. Состав речных вод определяется количеством и фазой осадков, интенсивностью испарения, температурой и особенно характером процессов выветривания. Для рек установлено пять основных типов зон преобладающих гидрофаций: I. тундр, II. лесов, III. степей и пустынь, IV. тропиков и субтропиков и V. горная (вертикальная) зона.

Азональные явления обусловлены развитием легко растворимых пород, локальными гидрогеологическими особенностями, а также деятельностью человека. Сопоставление составленной автором карты гидрофаций рек Земли с картой распределения годового стока показывает зависимость химизма рек от слоя годового стока. Химическая денудация в микронах в год составляет для Земли по климатическим зонам: тундра—5, леса—20, степи—25, пустыни—9, тропики—13 и для гор—17.

10. Весьма важную разновидность гидросферы представляют озера. Площадь их составляет около 1,8% суши или 2682000 км². Объем воды в них 250000 км³, что составляет от площади мирового океана 0,75% и всего около 0,02% его объема. Озера характеризуются большим разнообразием гидрофаций, чем реки. Для озер известны те же широтные зоны преобладающих гидрофаций, что и для рек. Кроме того, имеется возможность выделить зону степей. Вертикальная зональность гидрофаций, помимо горной зоны пресных озер, выражается в смене минерализации и гидрофаций от более высоких точек к расположенным ниже. В одном и том же озере по вертикали, а в местах впадения рек и по площади,

могут быть разные гидрофации. Азональные гидрофации озер обусловлены в основном теми же причинами, что и для рек.

Каждой из зон гидрофаций соответствуют свои, отличающиеся по составу и мощности, озерные отложения, выделенные В. В. Алабышевым.

11. Зоны гидрофаций вод, связанных с корою выветривания, примерно одни и те же. Некоторым своеобразием отличаются только реки. Зоны характеризуются выпадением из растворов специфических осадков в виде почвенных новообразований и озерных отложений.

Границы гидрофаций изменяются и во времени. Наиболее подвижны они у рек. Меньше меняются границы гидрофаций у почвенных и озерных вод и еще меньше у грунтовых. Границы зон гидрофации также изменяются во времени.

12. Гидрофации пластовых вод стратисферы изменяются с удалением от выхода пласта на дневную поверхность, по мере роста концентрации. Деятельность микроорганизмов является значительным фактором преобразования их состава. Пластовые воды стратисферы, в отличие от поверхностных почвенных и грунтовых, могут быть не только эпигенетическими, но и сингенетическими (вернее образованными одновременно). Последние образуются по большей части из вод морских илов и отличаются особым гидрохимическим обликом. Характер гидрофации пластовых вод стратисферы определяется: происхождением вод, их концентрацией, составом коллектора и вмещающих его пород и их фаций, проницаемостью, наличием или отсутствием вскрывающих пласт тектонических трещин и эрозионных явлений, наличием органического вещества, деятельностью организмов, геотектоническими и геоморфологическими условиями, а также временем пребывания вод в пласте (возрастом). Основными являются тектонические и геоморфологические условия, а также проницаемость.

Гидрофации изменяются не только по пласту, но и по вертикали. Платформенные участки со слабо расчлененным рельефом характеризуются газами биохимического и частично воздушного происхождения, сильно концентрированными водами хлоридной гидроформации. Концентрация их в большинстве случаев растет с глубиной.

Геоантиклинальные области, представленные современными горными сооружениями, характеризуются в общем сменной гидрокарбонатной гидроформации центральной зоны на сульфатную, натриевую и хлоридную, которые характерны для

периферии. Различие во вскрытии пластов трещинами и эрозией, а также разная проницаемость обуславливают во многих случаях отсутствие закономерной смены по вертикали концентрации и гидрофации. Это, вместе с различием состава пород, является причиной азональных явлений в намечающейся зональной смене гидрофаций и зависимости от структуры — от центра горного складчатого сооружения к платформе.

Гидрофации пластовых вод стратисферы изменяются не только в пространстве, но и во времени. Изменение темпов миграции или условий питания приводят к изменению концентрации и смене гидрофаций. Деятельность человека играет большую роль в изменении темпов миграции пластовых вод.

13. Лед на Земле образуется тремя путями. Часть его атмосферна и образуется за счет сублимации. Гидрогенный лед представляет результат перехода воды в твердую фазу. Наконец, имеется лед смешанного происхождения. Атмосферный лед представлен снегом, градом, глетчерным льдом и ледяными кристаллами пещер. Донный лед рек и озер, лед вечной мерзлоты и пещерных озер гидрогенен. Покровный лед рек, озер и морей смешанного происхождения, так как верхняя часть его образуется из атмосферного снега, а нижняя представляет результат замерзания воды.

Пористость различных проявлений криосферы изменяется в широких пределах. Наличие ее обуславливает возможность проникновения газов в лед с образованием, слабо изученных химически, атмосфер криосферы. Для морских льдов состав его — азот — кислород — углекислота. Химический состав льдов также слабо изучен. Речные льды относятся к двум различным гидрофациям. Данными о составе верхней атмосферной части мы не располагаем. Нижняя гидрогенная часть относится к гидрокарбонатно-кальциевой гидрофации. Атмосферный лед кристаллов Кунгурской пещеры относится к гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевой гидрофации. Покровный, в основном гидрогенный, лед принадлежит к сульфатно-кальциево-гидрокарбонатной гидрофации. К этой же гидрофации относится гидрогенный лед сталактитов и сталагмитов, а также гетерогенной коры оледенения стен. Это обусловлено приуроченностью пещеры к гипсам и ангидритам. Гидрогенный и гетерогенный лед пещер в известняках относится к гидрокарбонатно-кальциево-сульфатной и гидрокарбонатно-кальциево-кремнеземной гидрофациям. Наиболее минерализован лед морей, который характеризуется уменьшением солености с увеличением его возраста.

14. Сопоставление гидрофаций поверхностных и подземных проявлений гидросферы позволяет наметить следующие основные особенности в их распределении.

Ниже поверхности Земли и уровня Океана находится пояс с дисимметрией гидрофаций. Океаническая его часть характеризуется преобладанием хлоридно-натриево-сульфатной гидрофации, а континентальная—большим их разнообразием. Моногидрофациальность Океана обусловлена перемешиванием вод течениями и нарушается только для поверхностных и приконтинентальных участков, где наблюдается поступление речных и подземных вод.

Для Континента намечается три вертикальных зоны, обусловленных различием в пористости и проницаемости. Для этих гидродинамических зон автор предлагает названия: верхняя, средняя и нижняя.

Верхняя зона, называемая также эпизонной, или зона циркуляции, включает поверхностные и подземные воды, связанные с корой выветривания (речные, озерные, почвенные, грунтовые, ненапорные пластовые, трещинные, а также воды речных и озерных илов). Она отличается разнообразием гидрофаций, распределение которых обусловлено климатом (широтные зоны) и геоморфологией (вертикальные макро-, мезо-, микрзоны). Местные литологические, гидрологические и другие особенности, а также деятельность человека могут вызвать азональные явления.

Средняя зона или зона обмена представлена главным образом гидрофациями пластовых вод стратисферы. Здесь также наблюдается зональность по пласту по мере удаления от поверхности его на земную поверхность и в вертикальном направлении. Вертикальная зональность для двух основных геотектонических обстановок—платформ и геосинклиналей—различна. Темпы миграции здесь изменяются от векового до миллионного.

Нижняя зона—нижняя застойная зона пластовых вод стратисферы характеризуется рассолами с минерализацией до 349 г/л. Этот своеобразный подземный океан отличается небольшим числом гидрофаций: хлоридно-натриево-сульфатной, хлоридно-натриево-кальциевой сульфатной и бессульфатной.

15. Гидрофации криосферы в основном обусловлены происхождением льда и его местонахождением. Атмогенный лед отличается малым разнообразием гидрофаций. Гидрофации гидрогенного льда обусловлены составом вод, из которых лед образовался. Это касается не только речных, озерных

и морских льдов, а также сезонной и вечной мерзлоты и пещерных разностей.

16. Подземные горные выработки, созданные деятельностью человека, где происходит интенсивная вентиляция, обусловили проникновение окислительных процессов на значительные глубины. Это привело к появлению своеобразного подземного выветривания в рудниках и шахтах. Здесь развиты воды гидрокарбонатной, сульфатной, натриевой и хлоридной гидроформаций.

Наиболее своеобразны воды сульфатной гидроформации, где в числе первых трех преобладающих по весу компонентов имеются железо, алюминий, медь и цинк, в зависимости от того, какие сульфиды разрабатывает рудник.