

Министерство сельского хозяйства РФ
ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ
Агрономический факультет
Кафедра почвоведения, агрохимии и земледелия

ФОРМИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРИРОДНЫХ ВОД

Методические указания по выполнению практической, самостоятельной и контрольной работ



Новосибирск 2015

Составители: к.с.-х.н., доцент *Л.М. Блескина*

Рецензент: к.с.-х.н., доцент *Л.В. Овчинникова*

Формирование химического состава природных вод: методические указания по выполнению практической, самостоятельной и контрольной работы/ Новосибир. гос. аграр. ун-т. Агроном. фак.; сост.: Л.М. Блескина.- Новосибирск 2016. – 24 с.

Методические указания предназначены для студентов агрономического факультета очной формы обучения по направлению подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование

Утверждены и рекомендованы к печати учебно-методическим советом агрономического факультета (протокол № 9 от 14.10.2015 г.)

Введение

Методические указания представлены лабораторно-практическими работами по изучению основных свойств природных вод. Рассматриваются основные природные и антропогенные факторы, влияющие на формирование состава вод. Для проведения контроля за усвоением дисциплины даются вопросы для самопроверки и тесты. Тестирование приравнивается к выполнению контрольной работы.

В результате практического и самостоятельного изучения дисциплины «Формирование химического состава природных вод» у студентов формируются следующие компетенции:

- способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-1);

- способность оперировать техническими средствами при производстве работ по природообустройству и водопользованию при измерении основных параметров природных и технологических процессов (ПК-4).

Основные свойства природных вод

Химические и физические свойства природных вод являются основными. Они позволяют освоить общие закономерности взаимодействия природных вод с различными компонентами окружающей среды.

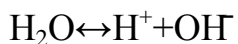
К основным химическим свойствам воды относят:

- ионное равновесие;
- минерализацию воды;
- равновесную концентрацию кислорода;
- наличие биогенных веществ и микроэлементов;
- содержание загрязняющих веществ.

Работа 1. Ионное равновесие воды

Задание. Записать основные уравнения, характеризующие карбонатное, ионное равновесие воды, уравнение гидролитического распада солей почвенного раствора; водородный показатель, причины изменения рН среды почвенного раствора. Установить основные состояния почвенного раствора и их связь с ионным и карбонатным равновесием.

Вода является слабым электролитом, диссоциирующим по уравнению:



Это уравнение характеризует *ионное равновесие* воды. Состояние ионного равновесия природных вод отражает водородный показатель pH, представляющий собой *логарифм концентрации водородных ионов (моль/л), взятый с обратным знаком*:

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$$

Величина водородного показателя (pH) характеризует кислотную или щелочную реакцию воды. При заданной температуре выполняется условие постоянства ионного равновесия воды:

$$[\text{OH}^-][\text{H}^+] = K_w = \text{const}$$

При температуре от 0 до 50 °C произведение $[\text{OH}^-] \cdot [\text{H}^+]$ постоянно и может характеризоваться как *коэффициент ионного равновесия (K_w)*, равный $K_w \approx 10^{-14}$. При отсутствии примесей концентрации положительных и отрицательных ионов примерно равны, то есть $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$, поэтому в этих условиях соотношение между указанными концентрациями будет равно:

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7}$$

Величина $\text{pH} = 7$ характеризует нейтральную реакцию воды, $\text{pH} > 7$ – щелочную, $\text{pH} < 7$ – кислую.

Отмеченные характеристики реакции природных вод определяются содержанием в них угольной кислоты (H_2CO_3) и ее форм – ионов (HCO_3^- и CO_3^{2-}), а также диоксида углерода (CO_2). Эти вещества находятся в воде в состоянии так называемого *карбонатного равновесия*:



Добавление ионов водорода (H^+ – сильной кислоты) смещает карбонатное равновесие в сторону кислой реакции и переводит карбонаты (CO_3^{2-}) и бикарбонаты (HCO_3^-) в угольную кислоту (H_2CO_3) и диоксид углерода (CO_2).

Добавление ионов гидроксида (OH^- – сильного основания) влечет за собой уменьшение концентрации ионов водорода (H^+) и смещает карбонатное равновесие в сторону щелочной реакции и образования карбонатов и бикарбонатов.

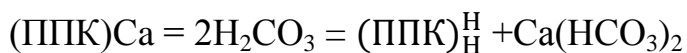
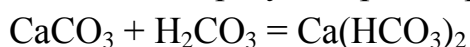
Соотношение различных форм угольной кислоты и, прежде всего, растворенных в воде диоксида углерода (CO_2) и иона бикарбоната (HCO_3^-)

является главным фактором, определяющим величину водородного показателя (pH).

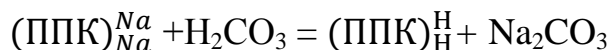
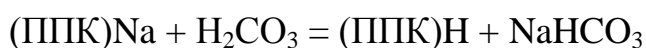
Уменьшение содержания в воде диоксида углерода (CO₂) вследствие его выделения в атмосферу или в результате фотосинтеза влечет за собой превращение угольной кислоты в бикарбонаты, а бикарбонатов в карбонаты и приводит к повышению величины водородного показателя (pH). Растворение углекислых солей кальция и магния также ведет к увеличению водородного показателя (pH).

Увеличение содержания в воде диоксида углерода (CO₂) вследствие поступления из атмосферы, дыхания организмов и окисления органических веществ сопровождается превращением карбонатов в бикарбонаты и приводит к уменьшению водородного показателя (pH). Осаждение карбонатов вызывает превращение бикарбонатов в диоксид углерода и также уменьшает величину водородного показателя (pH).

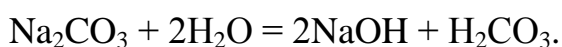
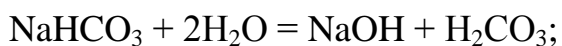
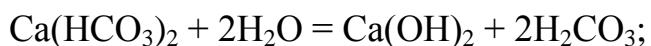
Появляющаяся в почвенно-поглощающем комплексе (ППК) углекислота нейтрализуется поглощенными основаниями (Ca, Mg, Na), а также карбонатами кальция и магния. При взаимодействии углекислоты с карбонатом кальция или с поглощающим комплексом, насыщенным кальцием, образуется растворимая соль – бикарбонат кальция:



Если в почве в поглощенном состоянии содержится натрий, то в растворе может образоваться бикарбонат или карбонат натрия:



Углекислые соли кальция и натрия в растворе подвергаются гидролитическому распаду с образованием очень слабой угольной кислоты и сильного основания:



В результате этих процессов в растворе повышается концентрация гидроксильных ионов, и реакция его подщелачивается. Особенно сильно

подщелачивает раствор карбонат натрия, затем бикарбонат натрия и слабее бикарбонаты кальция и магния.

В тех почвах, где в составе поглощенных катионов кроме кальция и магния встречаются ионы водорода и алюминия, реакция почвенного раствора определяется содержанием в нем одновременно уголекислоты и бикарбоната кальция, а также растворимых органических кислот и их солей. Величина pH различных вод составляет (по О. А. Алекину):

- в рудничных водах менее 4,5;
- в водах болот 4,5 - 6;
- в подземных водах 5,5 - 7,2;
- в реках и озерах 6,8 - 8,5;
- в океанах 7,8 - 8,3;
- в соленых озерах обычно более 8,5.

Контрольные вопросы к разделу

1. Основные химические свойства воды.
2. Что такое ионное равновесие?
3. Какой показатель отражает состояние ионного равновесия?
4. Что такое постоянство ионного равновесия?
5. Чему равняется величина коэффициента ионного равновесия?
6. Что такое карбонатное равновесие? Формула карбонатного равновесия.
7. Основные причины смещения карбонатного равновесия.
8. Каков характер взаимодействия pH почвенного раствора и поглощенных оснований почвы?
9. Примеры гидролитического распада солей почвенного раствора.
10. Величины pH различных типов природных вод.

Работа 2. Минерализация воды

Задание. Рассмотреть особенности соотношения катионов и анионов в минерализованных водах. Изучить основные характеристики, отражающие минерализацию и соленость. Классифицировать природные воды по степени минерализации или солености.

Суммарное содержание в воде растворенных неорганических веществ называют *минерализацией (М)* воды. Концентрация растворенных солей выражается либо в мг/л, г/л, либо в относительных единицах – %, ‰.

Количество растворенных в воде веществ в г/л или в промилле (‰) называют *соленостью* воды ($S, ‰$). Численные величины минерализации (M , мг/л) и солености ($S, ‰$) воды для не очень насыщенных растворов обычно соотносятся между собой как $1000 \text{ мг/л} \sim 1 ‰$.

По содержанию солей (минерализации, мг/л, или солености, ‰) природные воды подразделяют на четыре группы:

- пресные – менее 1;
- солоноватые – от 1 до 25;
- соленые – от 25 до 50 (морской солености);
- высокосолёные (рассолы) – свыше 50.

Границы между группами выделены по следующим критериям:

- 1 – это верхний предел солёности питьевой воды;
- 25 (точнее 24,7 ‰) – солёность, при которой температура наибольшей плотности и температура замерзания воды совпадают.

В морях солёность воды выше 50 ‰, как правило, не наблюдается.

Минерализация природных вод разного типа может изменяться в довольно широких пределах: от 0,01 г/л в атмосферных осадках до 600 г/л в рассолах.

К числу главных ионов солей, находящихся в природных водах, относят:

- отрицательно заряженные ионы (анионы): HCO_3^- – гидрокарбонатные, SO_4^{2-} – сульфатные, Cl^- – хлоридные;
- положительно заряженные ионы (катионы): Ca^{2+} – кальция,

Mg^{2+} – магния, Na^+ – натрия и K^+ – калия. В связи с этой таксацией природные воды можно подразделить:

- а) по преобладающему аниону на три класса: гидрокарбонатные, сульфатные и хлоридные;
- б) по преобладающему катиону на три группы: кальциевые, магниевые, натриевые.

Природные воды различного происхождения обычно имеют различный солевой состав и относятся соответственно к разным классам и группам. Существует связь солевого состава природных вод с их минерализацией или солёностью:

- в пресных водах преобладают ионы – H_3SiO_4 , HCO_3^- , Ca^{2+} ;
- в солоноватых – SO_4^{2-} , Na^+ ;
- в соленых – Cl^- , Na^+ .

Речные воды, как правило, относятся к гидрокарбонатному классу и кальциевой группе. Подземные воды нередко относятся к сульфатному классу и магниевой группе. Воды океанов и морей принадлежат к хлоридному классу и натриевой группе

Контрольные вопросы к разделу

1. Что такое минерализация воды?
2. Что такое соленость воды?
3. Каково соотношение между численными величинами минерализации и солености?
4. Основные группы вод по содержанию солей.
5. По каким критериям выделяются границы между группами вод?
6. Пределы минерализации природных вод.
7. Основные катионы и анионы солей, находящихся в природных водах.
8. Как подразделяются природные воды по преобладающему аниону?
9. Какие группы природных вод выделяют по преобладающему катиону?
10. Какие ионы преобладают в пресных водах?
11. Какие ионы преобладают в солоноватых водах?
12. Какие ионы преобладают в соленых водах?
13. Какой класс и группа речных вод?
14. Какой класс и группа подземных вод?
15. Какой класс и группа морских вод?
16. Верхний предел солености питьевой воды.
17. Какова величина солености, при которой температура наибольшей плотности и температура замерзания воды совпадают?

Работа 3. Равновесная концентрация кислорода

Задание. Отметить особенности растворения различных газов в воде; выделить основные источники поступления их в воду. Провести расчет равновесной концентрации кислорода в воде.

Газы хорошо растворяются в воде, если способны вступать с ней в химическую связь. Наибольшей растворимостью обладают: аммиак (NH_3), сероводород (H_2S), сернистый газ (SO_2), диоксид углерода, или углекислый газ (CO_2). Прочие газы мало растворимы в воде.

При понижении давления, повышении температуры и увеличении солености растворимость газов в воде уменьшается.

Наиболее распространенные газы, растворенные в природных водах, — это кислород (O_2), азот (N_2), диоксид углерода (CO_2), сероводород (H_2S). Источниками поступления газов в воду являются:

- атмосфера — в основном для кислорода (O_2), азота (N_2) и углекислого газа (CO_2);
- жизнедеятельность растений — для кислорода (O_2);
- разложение органического вещества — для углекислого газа (CO_2), метана (CH_4), сероводорода (H_2S).

На практике нередко используют относительную характеристику содержания в воде растворенных газов, выражаемую *процентом насыщения* A , который равен отношению фактического содержания газа к его равновесной концентрации в воде при данной температуре:

$$A = (\Phi/P) \cdot 100 \%,$$

где Φ – фактическое содержание газа;

P – его равновесная концентрация в воде при данной температуре.

Если фактическое содержание газа в поверхностном слое воды Φ больше равновесной концентрации P и величина насыщения $A > 100 \%$, то происходит выделение газа в атмосферу. Если вода не насыщена газом и $A < 100 \%$, то происходит поглощение водой газа из атмосферы.

Равновесная концентрация кислорода в пресной воде быстро уменьшается с ростом температуры воды (табл. 1).

Таблица 1. **Зависимость концентрации кислорода от температуры**

Температура воды, °С	0	5	10	15	20	25	30
Концентрация кислорода, мг/л	14,65	12,79	11,27	10,03	9,02	8,18	7,44

Контрольные вопросы к разделу

1. Основные газы, хорошо растворимые в воде.
2. Какие факторы оказывают влияние на растворимость газов в воде?
3. Основные источники поступления газов в воду.

4. Какой характеристикой выражается содержание газов в воде?
5. Что показывает процент насыщения газов в воде?
6. При каких условиях происходит поглощение газов водой?
7. При каких условиях происходит выделение газов из воды?
8. В чем выражается равновесная концентрация кислорода в воде?
9. Какие факторы оказывают влияние на равновесную концентрацию кислорода в воде?
10. Какова закономерность изменения равновесной концентрации кислорода в воде в зависимости от температуры?

Работа 4. Биогенные вещества и микроэлементы

Задание. Выписать основные виды биогенных веществ и микроэлементов; рассмотреть источники поступления биогенных веществ в воду и их закономерности распределения. Рассчитать концентрацию минеральных веществ в воде, содержание легких и тяжелых металлов.

К числу *биогенных веществ*, растворенных в воде и потребляемых в процессе жизнедеятельности организмов, относятся соединения азота (N), фосфора (P), кремния (Si). Эти вещества поступают в воду из атмосферы, грунтов, а также при разложении сложных органических соединений. Их источником служат также промышленные, сельскохозяйственные и бытовые стоки.

В воде содержатся и различные растворенные органические вещества: углеводы, белки и продукты их разложения: липиды — эфиры жирных кислот, гуминовые вещества и др.

К группе микроэлементов относятся вещества, способные в той или иной степени участвовать в процессе жизнедеятельности (метаболизме) организмов.

Микроэлементами называют вещества, находящиеся в воде в количествах менее 1 мг/л.

Многие микроэлементы, в очень малых концентрациях необходимые для жизнедеятельности организмов, в повышенных концентрациях могут стать для них ядами. К числу наиболее распространенных микроэлементов относятся бром (Br), йод (I), фтор (F), литий (Li), барий (Ba) и так называемые тяжелые металлы: железо (Fe), никель (Ni), цинк (Zn), кобальт (Co), медь (Cu), кадмий (Cd), свинец (Pb), ртуть (Hg) и др.

К микроэлементам в природных водах относятся и радиоактивные вещества различного происхождения:

- естественного происхождения — калий (^{40}K), рубидий (^{87}Rb), уран (^{238}U), радий (^{226}Ra);

- антропогенного происхождения — стронций (^{90}Sr), цезий (^{137}Cs) и др.);
- смешанного происхождения.

Контрольные вопросы к разделу

1. Основные биогенные вещества в воде.
2. Основные источники поступления биогенных веществ в воду.
3. Какие вещества относятся к группе «микроэлементы»?
4. Основные микроэлементы, находящиеся в воде.
5. Какие микроэлементы относят к тяжелым металлам?
6. Основные радиоактивные микроэлементы в воде.
7. Каков характер происхождения радиоактивных элементов в воде?

Работа 5. Загрязняющие вещества

Задание. Ознакомиться с группой загрязняющих веществ. Выписать виды загрязняющих веществ. Установить степень загрязнения природных вод и почвенного раствора.

Особую категорию содержащихся в воде соединений составляют загрязняющие вещества, оказывающие вредное воздействие на живую природу и жизнедеятельность человека. К этой группе веществ относятся, прежде всего, нефтепродукты, ядохимикаты (пестициды, гербициды), удобрения, моющие средства (детергенты), некоторые микроэлементы (очень токсичны тяжелые металлы — ртуть, свинец и кадмий), радиоактивные вещества. Большая часть загрязняющих веществ имеет антропогенное происхождение, хотя существуют и естественные источники загрязнения природных вод.

Загрязнение гидросферы в процессе эксплуатации водных объектов является острой проблемой для всех сфер деятельности человечества.

Источники загрязнения природных вод и почвенного раствора можно подразделить на две группы: *природные* и *антропогенные*.

Природные загрязнения связаны с различными стихийными явлениями, которые при своем проявлении обуславливают попадание в водную среду взвешенных частиц смытых почв, растворенных природных минералов, растворение различных газов и пр. Загрязнителями могут стать: атмосферный воздух, эоловые взвеси, речной сток в виде твердых веществ, органики, растворенных химических веществ, биогенная органика, вулканы.

Антропогенные загрязнения обусловлены деятельностью человека, в результате которой формируются разнообразные техногенные потоки физического, химического и биологического характера. Эти потоки

загрязнений формируются в селитебных зонах: городах и сельских поселениях, промышленности.

Наиболее значимые техногенные потоки — синтетические органические вещества и биогенная органика (табл. 2).

Таблица 2. **Техногенные потоки антропогенных источников**

Наименование веществ	Количество, млн/т/год
Аэрогенные выпадения антропогенной природы	1800
Затонувшие суда, затонувший и плавающий мусор	1200
Взвешенные вещества антропогенного происхождения	1400
Растворенные неорганические вещества в т.ч. минеральные удобрения	80
соли тяжелых металлов	3
Синтетические органические вещества	2500
в т.ч. моющие средства с ПВА	15
Фенолы и другие циклические углеводороды	5
Пестициды	2
Биогенная органика	1200
Нефтепродукты	12

Загрязнения подразделяются на виды:

- бытовые стоки;
- моющие средства;
- пестициды;
- сточные воды;
- аэрогенные выпадания;
- боеприпасы.

По составу загрязнения бывают:

- твердые взвеси;
- химические элементы;
- яды;
- органические вещества;
- нефть и нефтепродукты;
- хлориды и сульфаты;
- тяжелые металлы;
- радионуклиды и компоненты взрывчатых веществ.

Общая масса техногенных потоков антропогенного происхождения составляет примерно 15 млрд т в год. По своему объему она может быть

сопоставима с самым мощным природным источником – твердым стоком рек планеты, оцениваемым в количестве 18,3 млрд т. (А. П. Лисицин).

Контрольные вопросы к разделу

1. Какие вещества характеризуются как загрязняющие?
2. Основные источники поступления загрязняющих веществ в воду.
3. Что относят к группе природных загрязнителей?
4. Какие вещества и соединения относятся к группе антропогенных загрязнений?
5. Какова общая масса техногенных потоков антропогенного происхождения?

Тесты для самопроверки

1. Загрязняющие вещества характеризуются как:
 - а) оказывающие вредное воздействие на живую природу и жизнедеятельность человека ;
 - б) вещества биогенного происхождения;
 - в) вещества антропогенного происхождения;
 - г) гелеподобные вещества.
2. Основные источники поступления загрязняющих веществ в воду это:
 - а) только антропогенные источники;
 - б) природные и антропогенные источники ;
 - в) только природные источники;
 - г) космические источники.
3. Природные загрязнители :
 - а) атмосферный воздух, эоловые взвеси, речной сток в виде твердых веществ, органики, растворенных химических веществ, биогенная органика, вулканы ;
 - б) атмосфера;
 - в) литосфера;
 - г) гидросфера.
4. Антропогенные загрязнения :
 - а) вещества биотического характера;
 - б) вещества биогенного характера;
 - в) вещества абиотического характера;
 - г) разнообразные техногенные потоки физического, химического и биологического характера.
5. Общая масса техногенных потоков антропогенного происхождения в год:
 - а) 15 тыс. т;
 - б) 15 млн. т;
 - в) 15 млрд. т;

г) 15 т.

6. Основные биогенные вещества в воде – это:

- а) соединения кальция, фосфора, калия;
- б) соединения азота, фосфора, кремния;
- в) соединения фтора, магния, бериллия;
- г) соединения железа, кобальта, стронция.

7. Основные источники поступления биогенных веществ в воду это:

- а) промышленные, сельскохозяйственные и бытовые стоки;
- б) промышленные стоки;
- в) сельскохозяйственные стоки;
- г) бытовые стоки.

8. К группе «микроэлементы» относят вещества, находящие в воде в количествах, мг/л:

- а) 1-5;
- б) 10-15;
- в) 1;
- г) 100-150.

9. Основные микроэлементы, находящиеся в воде:

- а) радиоактивные;
- б) тяжелые металлы;
- в) щелочные элементы;
- г) углеводороды.

10. К тяжелым металлам в воде относят микроэлементы:

- а) калий, кальций, натрий, магний;
- б) хлор, фтор, ксенон, аргон;
- в) железо, никель, цинк, кобальт, медь, кадмий;
- г) водород, кислород, сера, углерод.

11. Основные радиоактивные микроэлементы в воде естественного происхождения это:

- а) стронций, цезий;
- б) калий, рубидий, уран, радий;
- в) кальций, натрий;
- г) сера, углерод, никель.

12. Происхождение радиоактивных элементов в воде:

- а) антропогенное;
- б) природное;
- в) космическое;
- г) антропогенное, природное, смешанное .

13. Основные газы, хорошо растворимые в воде – это:
- а) аммиак, сероводород, сернистый газ, диоксид углерода;
 - б) хлор, фтор, ксенон;
 - в) аргон, неон, кислород;
 - г) метан, ацетилен, оксид углерода.
14. На растворимость газов в воде оказывают влияние:
- а) понижение давления, повышение температуры и увеличение солёности ;
 - б) антропогенные факторы;
 - в) биотические факторы;
 - г) техногенные факторы.
15. Содержание газов в воде выражается формулой:
- а) $A = (\Phi + P) 100\%$;
 - б) $A = (\Phi - P) 100 \%$;
 - в) $A = (\Phi/P) 100 \%$;
 - г) $A = (\Phi \cdot P) 100 \%$.
16. Процент насыщения газов в воде показывает:
- а) соотношение газов в воде;
 - б) степень насыщения воды газами;
 - в) равновесную концентрацию газов;
 - г) биотическую активность гидросферы.
17. Поглощение газов водой происходит при условии:
- а) $A < 150 \%$;
 - б) $A < 130 \%$;
 - в) $A < 110 \%$;
 - г) $A < 100 \%$.
18. Выделение газов водой происходит при условии:
- а) $A > 150 \%$;
 - б) $A > 130 \%$;
 - в) $A > 110 \%$;
 - г) $A > 100 \%$.
19. Равновесная концентрация кислорода в воде выражается в:
- а) $\text{м}^3/\text{м}^3$;
 - б) мг/л ;
 - в) л/ м^3 ;
 - г) $\text{м}^3/\text{м}^2$.
20. Равновесная концентрацию кислорода в воде зависит от:
- а) солёности;
 - б) температуры;
 - в) освещённости;
 - г) скорости движения.

21. От положительных температур равновесная концентрация кислорода в воде:

- а) повышается;
- б) уменьшается;
- в) не изменяется;
- г) меняет соленость.

22. Минерализация воды – это:

- а) суммарное содержание в воде растворенных неорганических веществ;
- б) суммарное содержание в воде растворенных органических веществ;
- в) суммарное содержание в воде растворенных биогенных веществ;
- г) суммарное содержание в воде растворенных загрязняющих веществ.

23. Соленость воды – это:

- а) соотношение органических и неорганических веществ;
- б) количество растворенных в воде веществ в г/л или в промилле;
- в) показатель содержания гидроксильной группы;
- г) состояние насыщенности различными взвешенными веществами.*

24. Соотношение между численными величинами минерализации и солености составляет:

- а) 100 мг/л ~ 1 ‰;
- б) 10 мг/л ~ 1 ‰;
- в) 0,1 мг/л. ~ 1 ‰;
- г) 1000 мг/л ~ 1 ‰ .

25. Воды по степени минерализации или солености выделяют в группы;

- а) магниевые, кальциевые;
- б) пресные, солоноватые, соленые, высокосолёные ;
- в) гидрокарбонатные, карбонатные;
- г) хлоридные, сульфатные.

26. Верхний предел солености питьевой воды, ‰:

- а) 1 ;
- б) 25;
- в) 50;
- г) 100.

27. Соленость, при которой температура наибольшей плотности и температура замерзания воды совпадают, ‰:

- а) 10;
- б) 25;
- в) 50;
- г) 100.

28. Основные катионы и анионы солей в природных водах –это:

- а) гидратные, нитратные; бериллий, цезий;

- б) гидрокарбонатные, сульфатные, хлоридные; кальций, магний, натрий, калий;
- в) гидрофильные, нитритные; теллурий, менделеевский;
- г) карбоксильные, закисные; рубидий, стронций.

29. По преобладающему аниону природные воды подразделяются на:

- а) карбоксильные;
- б) гидратные, нитратные;
- в) гидрокарбонатные, сульфатные и хлоридные ;
- г) гидрофильные, нитритные.

30. По преобладающему катиону природные воды подразделяются на:

- а) бериллиевые, цезийевые;
- б) рубидиевые, стронциевые;
- в) теллуриевые, менделеевские;
- г) кальциевые, магниевые, натриевые .

31. В пресных водах преобладают ионы:

- а) H_3SiO_4 , HCO_3^- , Ca^{2+} ;
- б) SO_4^{2-} , Na^+ ;
- в) Cl^- , Na^+ ;
- г) Cl^- , Na^+ .

32. В солоноватых водах преобладают ионы:

- а) H_3SiO_4 , HCO_3^- , Ca^{2+} ;
- б) SO_4^{2-} , Na^+ ;
- в) Cl^- , Na^+ ;
- г) H_2CO_3 , SiO_2 .

33. В соленых водах преобладают ионы:

- а) H_2SiO_4 , HCO_3^- , Ca^{2+} ;
- б) SO_4^{2-} , Na^+ ;
- в) Cl^- , Na^+ ;
- г) H_2CO_3 , SiO_2 .

34. Речные воды относятся к:

- а) карбонатному классу и рубидиевой группе;
- б) хлоридному классу и натриевой группе;
- в) сульфатному классу и магниевой группе;
- г) гидрокарбонатному классу и кальциевой группе .

35. Подземные воды относятся к:

- а) карбонатному классу и рубидиевой группе;
- б) хлоридному классу и натриевой группе;
- в) сульфатному классу и магниевой группе;
- г) гидрокарбонатному классу и кальциевой группе.

36. Морские воды относятся к:

- а) карбонатному классу и рубидиевой группе;
- б) хлоридному классу и натриевой группе;
- в) сульфатному классу и магниевой группе;
- г) гидрокарбонатному классу и кальциевой группе.

37. Ионное равновесие – это:

- а) кислотно-щелочное состояние природных вод, отражаемое водородным показателем pH;
- б) ионное равновесие между катионами и анионами;
- в) постоянство анионного состава воды;
- г) постоянство катионного состава воды.

38. Стояние ионного равновесия отражает:

- а) коэффициент водопотребления;
- б) коэффициент ионного равновесия;
- в) коэффициент увлажнения;
- г) коэффициент испарения.

39. Коэффициент ионного равновесия – это:

- а) величина, отражающая постоянство концентрации положительных и отрицательных ионов;
- б) величина, отражающая превышение концентрации положительных ионов над отрицательными;
- в) величина, отражающая превышение концентрации отрицательных ионов над положительными;
- г) равновесие солевого режима.

40. Коэффициент ионного равновесия равен:

- а) $K=10^{14}$;
- б) $K=10^7$;
- в) $K=10^{-7}$;
- г) $K=10^{-14}$.

41. Формула карбонатного равновесия:

- а) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftarrow \text{H}^+ + \text{CO}_3^{+}$;
- б) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \leftrightarrow 2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$;
- в) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3 = \text{H}^+ + \text{HCO}_3^- = 2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$;
- г) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$.

42. Основные причины смещения карбонатного равновесия в сторону кислой реакции – это:

- а) добавление ионов карбамида;
- б) добавление ионов диоксида;
- в) добавление ионов кислорода;
- г) добавление ионов водорода .

43. При взаимодействии рН почвенного раствора и поглощенных оснований почвы происходит:

- а) нейтрализация ;
- б) подкисление;
- в) подщелачивание;
- г) сульфатация.

44. Формула гидролитического распада солей почвенного раствора:

- а) $\text{NaHCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + \text{H}_2\text{CO}_3$;
- б) $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$;
- в) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftarrow \text{H}^+ + \text{CO}_3^{+}$;
- г) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3 = \text{H}^+ + \text{HCO}_3^- = 2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$.

45. Величина рН морских вод равна:

- а) 4,5-6;
- б) 5,5-7,2;
- в) 6,8-8,5;
- г) 7,8-8,3.

46. Величина рН речных и озерных вод равна:

- а) 4,5-6;
- б) 5,5-7,2;
- в) 6,8-8,5;
- г) 7,8-8,3.

47. Величины рН подземных вод равна:

- а) 4,5-6;
- б) 5,5-7,2;
- в) 6,8-8,5;
- г) 7,8-8,3.

48. Величины рН болотных вод равна:

- а) 4,5-6;
- б) 5,5-7,2;
- в) 6,8-8,5;
- г) 7,8-8,3.

Вопросы для самоподготовки

1. Какие вещества характеризуются как загрязняющие?
2. Основные источники поступления загрязняющих веществ в воду.
3. Что относят к группе природных загрязнителей?
4. Какие вещества и соединения относятся к группе антропогенных загрязнений?
5. Какова общая масса техногенных потоков антропогенного

происхождения?

6. Основные биогенные вещества в воде.
7. Основные источники поступления биогенных веществ в воду.
8. Какие вещества относятся к группе «микроэлементы»?
9. Основные микроэлементы, находящиеся в воде.
10. Какие микроэлементы относят к тяжелым металлам?
11. Основные радиоактивные микроэлементы в воде.
12. Каков характер происхождения радиоактивных элементов в воде?
13. Основные газы, хорошо растворимые в воде.
14. Какие факторы оказывают влияние на растворимость газов в воде?
15. Основные источники поступления газов в воду.
16. Какой характеристикой выражается содержание газов в воде?
17. Что показывает процент насыщения газов в воде?
18. При каких условиях происходит поглощение газов водой?
19. При каких условиях происходит выделение газов из воды?
20. В чем выражается равновесная концентрация кислорода в воде?
21. Какие факторы влияют на равновесную концентрацию кислорода в воде?
22. Какова закономерность изменения равновесной концентрации кислорода в воде в зависимости от температуры?
23. Что понимается под понятием минерализация воды?
24. Что такое соленость воды?
25. Каково соотношение между величинами минерализации и солености?
26. Основные группы вод по содержанию солей.
27. По каким критериям выделяются границы между группами вод?
28. Пределы минерализации природных вод.
29. Основные катионы и анионы солей, находящихся в природных водах.
30. Как подразделяются природные воды по преобладающему аниону?
31. Какие группы природных вод выделяют по преобладающему катиону?
32. Какие ионы преобладают в пресных водах?
33. Какие ионы преобладают в солоноватых водах?
34. Какие ионы преобладают в соленых водах?
35. К какому классу и группе относятся речные воды?
36. К какому классу и группе относятся подземные воды?
37. К какому классу и группе относятся морские воды?
38. Основные химические свойства воды.
39. Что такое ионное равновесие?
40. Какой показатель отражает состояние ионного равновесия?
41. Что такое постоянство ионного равновесия?

42. Чему равняется величина коэффициента ионного равновесия?
43. Что такое карбонатное равновесие? Формула карбонатного равновесия.
44. Основные причины смещения карбонатного равновесия.
45. Каков характер взаимодействия рН почвенного раствора и поглощенных оснований почвы?
46. Пример гидролитического распада солей почвенного раствора.
47. Величины рН различных типов вод.
48. Верхний предел солености питьевой воды.
49. Какова величина солености, при которой температура наибольшей плотности и температура замерзания воды совпадают?

Вопросы по самостоятельному изучению дисциплины

1. Водные ресурсы Земли.
2. Водные ресурсы Новосибирской области.
3. Физико-географические факторы формирования химического состава природных вод.
4. Геологические факторы формирования химического состава природных вод.
5. Физико-химические факторы формирования химического состава природных вод.
6. Биологические факторы формирования химического состава природных вод.
7. Химико-экологический мониторинг водных систем.
8. Службы химико-экологического мониторинга.
9. Отбор проб воды для исследований.
10. Методы химического анализа.

Библиографический список

1. Гледко Ю.А. Гидрогеология (электр. ресурс): учебн. пособие/ Ю.А. Гледко: - Минск. Выш. шк.2012 – 446 с. (ЭБС Инфра – М.)
2. *Зинченко А.Г.* Гидрология с основами гидрометрии: учеб. метод. пособие. – Ставрополь: АГРУС, 2007. – 272 с.

Содержание

Введение.....	3
Работа 1. Ионное равновесие воды.....	3
Работа 2. Минерализация воды.....	6
Работа 3. Равновесная концентрация кислорода.....	8
Работа 4. Биогенные вещества и микроэлементы.....	10
Работа 5. Загрязняющие вещества.....	11
Вопросы для самоподготовки.....	20
Вопросы по самостоятельному изучению дисциплины.....	21
Библиографический список.....	22

Блескина Людмила Михайловна

ФОРМИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРИРОДНЫХ ВОД

Методические указания по выполнению практической, самостоятельной и контрольной работ

Печатается в авторской редакции

Отпечатано на агрономическом факультете
Новосибирского государственного аграрного университета
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 333. Тел. /факс
(383)267-36-10. E-mail: agro_dek@ngs.ru