

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ

Г. А. МАКСИМОВИЧ,

г. Молотов, университет

1. В атмосфере находятся пары воды, а также вода и капельно-жидкие растворы, образующие водную оболочку тропосферы. Вода эта представляет мельчайшие капли определенных размеров, диаметр которых составляет 10^{-6} см. Размеры их таковы, что в них не проявляются обычные свойства жидких капель и они остаются жидкими в самой сухой атмосфере. Это обусловлено тем, что здесь проявляются свойства поверхностного натяжения воды, а не ее внутренних слоев. Эти мельчайшие капли плавают в воздухе, представляя аэрозоли.

2. Капельно-жидкая атмосферная вода представляет растворы, химический состав которых разнообразен, а концентрация колеблется в довольно широких пределах.

Наиболее постоянными компонентами химического состава атмосферной воды являются кислород, углекислота, азот и благородные газы. По В. И. Вернадскому, преобладающим является азот, а второе место занимает в одних случаях кислород, а в других – углекислота. Содержание этих атмосферных газов, вследствие хорошей аэрации, вероятно, близко к насыщению при тех температурах и давлениях, которые имеют место в каждом участке тропосферы.

3. Минерализация атмосферной воды обусловлена рядом причин.

Атмосферные разряды приводят к образованию окислов атмосферного азота. При вулканических извержениях в атмосферу выбрасывается большое количество разных продуктов, в числе которых имеются и легко растворимые вещества.

Движение воздушных масс также является источником притока в атмосферу значительных количеств разнообразной минеральной пыли. Эти высокодисперсные взвеси содержат и легко растворимые соли, поднимаемые ветром с поверхности солончаков и сухих солончаковых почв.

Движение воздушных масс над океанами, морями и соляными озерами также представляет значительный источник пополнения атмосферы растворимыми солями. Вблизи побережий ветер приносит соли водяных брызг, подхваченных с поверхности водоемов. Наиболее же высоко дисперсные частицы воды поднимаются конвекционными токами на значительную высоту и переносятся воздушными течениями вглубь материка на большие расстояния.

Можно предполагать, что за счет солей, принесенных из засушливых областей, а также частиц воды, принесенных с поверхности моря, в воздухе образуются мельчайшие взвеси концентрированных растворов. Возможно также наличие мельчайших частиц солей, принесенных с поверхности земли.

4. Большую и все возрастающую роль играет деятельность человека. Сжигание каменного угля в топках паровозов, домов и особенно промышленных предприятий высвобождает серу пирита, окислы азота, иод и другие элементы. Это сказывается на составе воздуха в районе людских поселений, Химическая промышленность наиболее сильно изменяет состав приземной атмосферы. Воздух больших промышленных городов сильнее всего загрязнен.

5. Из отдельных элементов, имеющих в воздухе, наиболее изучены хлор и иод. Содержание хлора и иода в воздухе характеризуется одним и тем же порядком цифр. Так, в 1 м^3 воздуха содержится миллионных мг:

хлор 164–1744 (Причерноморье)
иод 30–2540 (Швейцария)

Необходимо учитывать различие в географических условиях указанных двух областей.

6. Химический состав капельно-жидкой воды, находящейся в атмосфере во взвешенном состоянии, не определяется. Поэтому о нем приходится судить по химическому составу атмосферных осадков. Состав осадков отличен от атмосферной воды. Последняя, падая, омывает большой объем воздуха, собирая и увлекая с собой взвешенные частицы растворимых солей самого различного происхождения. Это увеличивает концентрацию атмосферной воды. С другой стороны, происходит разбавление атмосферной воды дождевой. По подсчетам 1 литр дождевой воды, падая с высоты 1 км, омывает 326 м^3 воздуха.

7. Состав атмосферных осадков зависит от ряда факторов. Он определяется составом атмосферной воды, количеством имеющих в воздухе сухих растворимых веществ, количеством и характером выпадающих осадков, а также условиями, при которых происходило их выпадение. Здесь играют роль время года, температура воздуха, предшествовавшая погода, направление ветра. Количество сухих примесей в воздухе, которые омывает или захватывает дождевая вода или снег, зависит от высоты облаков, дающих осадки, и времени, прошедшего с момента, предшествовавшего выпадению осадков.

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

Еще меньше данных о химическом составе снега, для которого полные анализы отсутствуют. Для снега установлено меньшее число компонентов, чем для дождевой воды. Новым является только фтор.

9. По данным химических анализов, град и снег относятся к гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевой

гидрохимической фации, а дождь – к гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевой, гидрокарбонатно-кальциево-сульфатной, гидрокарбонатно-кальциево-хлоридной, гидрокарбонатно-сульфатно-натриевой, гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридной и хлоридно-сульфатно-натриевой гидрохимическим фациям. Общая минерализация для 6 компонентов составляет для града 25,5 мг/л, для снега 28,9–81,0 мг/л и для дождя 35,6–206 и более мг/л.

10. Полные (сравнительно) химические анализы атмосферных осадков единичны. Одними из последних являются данные Н. И. Усова за 1936–1937 г. г. В Нижнем Поволжье по станциям Эльтон, Баскунчак, Александровск-Гай, Новоузенск установлено, что в выпадающих за год осадках содержится в среднем 205,9 мг/л солей. На станции Баскунчак в отдельных случаях содержание хлора доходило до 500–600 мг/л. В Нижнем Поволжье вместе с атмосферными осадками ежегодно поступает 47,51 т/км² растворенных веществ.

В городе Каен в Нормандии, находящемся в 20 км от Ла-Манша, с атмосферными осадками выпадало в год на 1 км² поверхности 7,85 т солей.

11. В большинстве случаев в атмосферных осадках изучается содержание отдельных элементов и ионов. Так, в связи с вопросами сельского хозяйства исследовали содержание хлора, поступление которого в почву представляет отрицательные явления, а также азота в виде нитратов, нитритов и аммиака, которые повышают урожайность, в связи с заболеванием зобом изучалось содержание иода в росе и осадках.

12. В Ленинграде было установлено, что наибольшее содержание хлора в атмосферных осадках было весной и осенью, когда преобладали ветры с моря, приносящие соль. Так, в августе хлор составлял 0,98 мг/л, а в апреле – мае и марте 15,68 и 19,32 мг/л. В Тульской области данные Шатиловской станции показывают минеральное содержание хлора летом (0,4 мг/л) и максимальное зимой (20,1 мг/л). В Болшево (Моск. обл.) содержание хлора составляет для снега 0,8 мг/л и для дождя 1,2 мг/л.

Намечается определенная зависимость содержания хлора в осадках от близости моря. Так, в Одессе оно 10,03, в Нижнем Поволжье 36,5 и в Голландии во время шторма 300 мг/л. Более наглядны цифры количества хлора, поступающего с атмосферными осадками на 1 км². Здесь зависимость от близости моря и климата вырисовывается еще более ярко.

В приморских районах поступает за год с осадками хлора в т/км²:

Ленинград	1,58–2,3
Одесса	1,90–6,25
Барбадос	12,62
Британская Гвиана	14,62
Цейлон	20,35

Чем больше количество осадков, тем большее количество хлора поступает на дневную поверхность.

Вдали от моря с осадками поступает в год 1–3 т/км² хлора. Несколько большая цифра наблюдается в Нижнем Поволжье 8,5 т/км².

13. Содержание сульфатного иона в атмосферных осадках <в Ленинграде изменяется в зависимости от времени года. В летние месяцы оно составляет 2,06–9,76 мг/л, а осенью и зимой достигает 30,52–39,50 мг/л. Это связано с отоплением каменным углем, высвобождающим серу. Для Тульской области в апреле–июне содержание сульфатного иона – 1,24–2,79 мг/л, а зимой повышено и достигает 7,65–9,25 мг/л. Подсчет количества сульфатного иона, поступающего с осадками в год на 1 км², показывает значительное увеличение его около промышленных центров. Для Ленинграда и Мариуполя оно составляет 6,62–9,53 т/км², а для Токио даже 13 т/км².

14. Для сельского хозяйства большое значение имеет количество азота, которое приносится с атмосферными осадками в почву.

Исследования на Ак-Кавакской опытной станции в 20 км от Ташкента в 1945–1947 гг. показали, что в атмосферных осадках аммиачный азот преобладает над нитратным. Обратное соотношение наблюдалось только во время единичных дождей весной. Максимальное содержание азотной кислоты в атмосферных осадках имело место в мае – июле. Это объясняется двумя причинами: грозовой деятельностью и минимумом осадкой. Содержание азотной и азотистой кислоты, а также аммиака увеличивается при уменьшении осадков и падает при росте их интенсивности.

Количество азота, поступающего на земную поверхность с осадками, изменяется от 1,67 до 0,06 т на 1 км². Разновременность определений, среди которых имеются даже данные, полученные в 1889 г., не позволяют подметить какую-либо географическую закономерность. В Средней Азии и для Полотнянской станции преобладает азот аммиака, который составляет до 90 % от общей суммы. Для штата Юта эта цифра составляет 93 %. Это позволяет сделать предварительный вывод, что для внутренних частей материков азот аммиака составляет в осадках более 90 % общей суммы азота. В прибрежных местностях азот аммиака составляет 75–65 %. Немногочисленные данные о тропических областях указывают на содержание 50–30 % азота аммиака в осадках от общей суммы азота.

15. Исследования химического состава росы показали небольшое содержание иода. С росой на земную поверхность поступает иода около 1 г на 1 км². Только незначительная часть иода росы задерживается на земной поверхности. Большая же часть при испарении росы также испаряется.

Снег обладает способностью очищать воздух от иода. После длительного периода хорошей погоды первый выпадающий снег захватывает большую часть иода воздуха. Последующий снег характеризуется значительно меньшим содержанием иода.

Содержание иода на крыше на высоте 28 м почти в 3 раза больше, чем в то же время на высоте 4,6 м. Это увеличение объясняется сажей, попадающей от близ расположенной железной дороги и центрального отопления дома, на крыше которого собран загрязненный снег. Как известно, при сжигании каменного угля освобождается значительное количество иода, благодаря которому снег с крыши и обогащен им.

Было произведено изучение изменения содержания иода и хлора в дождевой воде в зависимости от расстояния от берега и при разных направлениях ветра.

Наибольшее содержание иода относится к моменту штормовых юго-западных ветров. Замечается уменьшение содержания хлора по мере увеличения расстояния от берега. Для иода эта зависимость не всегда выдерживается.

При больших расстояниях от берега эта закономерность более резко выступает. Так, в Швейцарии среднее содержание иода в дождевой воде составляет 0,0009 % мг/л, в то время как в Голландии на берегу моря оно в три раза больше.

Изучение соотношения между органическим и неорганическим иодом в дождевой воде показывает, что иод органического происхождения в большинстве случаев составляет более 50 % общего его содержания в дождевой воде.

16. Содержание брома в атмосферных осадках для Московской области (Болшево) составляет 0,004 мг/л для снега и 0,06 мг/л для дождя.

17. Наши сведения о химическом составе атмосферных осадков недостаточны. За последнее столетие произведено весьма небольшое количество более или менее полных химических анализов.

Из отдельных компонентов, поступающих с осадками изучены хлор, сульфат ион, нитриты, нитраты, аммиак, иод и бром.

Как дождь, так и снег очищают воздух от иода, азотистых соединений, хлора и сульфат иона. Благодаря этом в начале периода дождей и снегопадов минерализация атмосферных осадков наибольшая, а по мере очищения воздух постепенно уменьшается. При этом первоначальная концентрация тем больше, чем больше времени прошло после пред шествовавшего выпадения осадков.

18. Всего на земную поверхность за год вместе с атмосферными осадками поступает до 12 т на 1 км², или до 1800 млн. т для всей суши. Это составляет 0,75 км³. Для сравнения укажем, что химическая денудация, т. е. количество растворенных веществ, выносимых реками в мировой океан, составляет 1,1 км³ в год. Следовательно, с осадками на сушу поступает такое количество растворенных веществ, которое почти равно $\frac{3}{4}$ веществ, выносимых реками в мировой океан.

19. Другой способ подсчета дает еще большую цифру. На сушу ежегодно выпадает, не считая бессточных областей, 108.000 км³ осадков. Если принять их среднюю минерализацию, по В. И. Вернадскому, 34 мг/л, то при удельном весе 2,5 они приносят 1,47 км³ в год, т. е. больше количества растворенных веществ, выносимых реками в Океан.

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

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

конференции по химической географии вод

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ

Г. А. МАКСИМОВИЧ

г. Молотов, университет

1. В атмосфере находятся пары воды, а также вода и капельно-жидкие растворы, образующие водную оболочку тропосферы. Вода эта представляет мельчайшие капли определенных размеров, диаметр которых составляет $\approx 10^{-6}$ см. Размеры их таковы, что в них не проявляются обычные свойства жидких капель и они остаются жидкими в самой сухой атмосфере. Это обусловлено тем, что здесь проявляются свойства поверхностного натяжения воды, а не ее внутренних слоев. Эти мельчайшие капли плавают в воздухе, представляя аэрозоли.

2. Капельно-жидкая атмосферная вода представляет растворы, химический состав которых разнообразен, а концентрация колеблется в довольно широких пределах.

Наиболее постоянными компонентами химического состава атмосферной воды являются кислород, углекислота, азот и благородные газы. По В. И. Вернадскому, преобладающим является азот, а второе место занимает в одних случаях кислород, а в других—углекислота. Содержание этих атмосферных газов, вследствие хорошей аэрации, вероятно, близко к насыщению при тех температурах и давлениях, которые имеют место в каждом участке тропосферы.

3. Минерализация атмосферной воды обусловлена рядом причин.

Атмосферные разряды приводят к образованию окислов атмосферного азота. При вулканических извержениях в атмосферу выбрасывается большое количество разных продуктов, в числе которых имеются и легко растворимые вещества.

Движение воздушных масс также является источником приноса в атмосферу значительных количеств разнообразной минеральной пыли. Эти высокодисперсные взвеси содержат и легко растворимые соли, поднимаемые ветром с поверхности солончаков и сухих солончаковых почв.

Движение воздушных масс над океанами, морями и соляными озерами также представляет значительный источник пополнения атмосферы растворимыми солями. Вблизи бережий ветер приносит соли водяных брызг, подхваченных с поверхности водоемов. Наиболее же высоко дисперсные частицы воды поднимаются конвекционными токами на значительную высоту и переносятся воздушными течениями вглубь материка на большие расстояния.

Можно предполагать, что за счет солей, принесенных из засушливых областей, а также частиц воды, принесенных с поверхности моря, в воздухе образуются мельчайшие взвеси концентрированных растворов. Возможно также наличие мельчайших частиц солей, принесенных с поверхности земли.

4. Большую и все возрастающую роль играет деятельность человека. Сжигание каменного угля в топках паровозов, домов и особенно промышленных предприятий высвобождает серу пирита, окислы азота, иод и другие элементы. Это сказывается на составе воздуха в районе людских поселений. Химическая промышленность наиболее сильно изменяет состав приземной атмосферы. Воздух больших промышленных городов сильнее всего загрязнен.

5. Из отдельных элементов, имеющих в воздухе, наиболее изучены хлор и иод. Содержание хлора и иода в воздухе характеризуется одним и тем же порядком цифр. Так, в 1 м³ воздуха содержится миллионных мг:

хлор 164—1744 (Причерноморье)

иод 30—2540 (Швейцария)

Необходимо учитывать различие в географических условиях указанных двух областей.

6. Химический состав капельно-жидкой воды, находящейся в атмосфере во взвешенном состоянии, не определялся. Поэтому о нем приходится судить по химическому составу атмосферных осадков. Состав осадков отличен от атмосферной воды. Последняя, падая, омывает большой объем воздуха, собирая и увлекая с собой взвешенные частицы растворимых солей самого различного происхождения. Это увеличивает концентрацию атмосферной воды. С другой стороны, происходит разбавление атмосферной воды дожде-

вой. По подсчетам 1 литр дождевой воды, падая с высоты 1 км, оmyвает 326 м³ воздуха.

7. Состав атмосферных осадков зависит от ряда факторов. Он определяется составом атмосферной воды, количеством имеющихся в воздухе сухих растворимых веществ, количеством и характером выпадающих осадков, а также условиями, при которых происходило их выпадение. Здесь играют роль время года, температура воздуха, предшествовавшая погода, направление ветра. Количество сухих примесей в воздухе, которые оmyвает или захватывает дождевая вода или снег, зависит от высоты облаков, дающих осадки, и времени, прошедшего с момента, предшествовавшего выпадению осадков.

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

Еще меньше данных о химическом составе снега, для которого полные анализы отсутствуют. Для снега установлено меньшее число компонентов, чем для дождевой воды. Новым является только фтор.

9. По данным химических анализов, град и снег относятся к гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевой гидрохимической фации, а дождь—к гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевой, гидрокарбонатно-кальциево-сульфатной, гидрокарбонатно-кальциево-хлоридной, гидрокарбонатно-сульфатно-натриевой, гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридной и хлоридно-сульфатно-натриевой гидрохимическим фациям. Общая минерализация для 6 компонентов составляет для града 25,5 мг/л, для снега 28,9 — 81,0 мг/л и для дождя 35,6—206 и более мг/л.

10. Полные (сравнительно) химические анализы атмосферных осадков единичны. Одними из последних являются данные Н. И. Усова за 1936—1937 г. г. В Нижнем Поволжье по станциям Эльтон, Баскунчак, Александровск—Гай, Новоузенск установлено, что в выпадающих за год осадках содержится в среднем 205,9 мг/л солей. На станции Баскунчак в отдельных случаях содержание хлора доходило до 500—600 мг/л. В Нижнем Поволжье вместе с атмосферными осадками ежегодно поступает 47,51 т/км² растворенных веществ.

В городе Каен в Нормандии, находящемся в 20 км от Ла-Манша, с атмосферными осадками выпадало в год на 1 км² поверхности 7,85 т солей.

11. В большинстве случаев в атмосферных осадках изучается содержание отдельных элементов и ионов. Так, в связи с вопросами сельского хозяйства исследовали содержание хлора, поступление которого в почву представляет отрицательные явления, а также азота в виде нитратов, нитритов и аммиака, которые повышают урожайность. В связи с заболеванием зобом изучалось содержание иода в росе и осадках.

12. В Ленинграде было установлено, что наибольшее содержание хлора в атмосферных осадках было весной и осенью, когда преобладали ветры с моря, приносящие соль. Так, в августе хлор составлял 0,98 мг/л, а в апреле—мае и марте 15,68 и 19,32 мг/л. В Тульской области данные Шатиловской станции показывают минеральное содержание хлора летом (0,4 мг/л) и максимальное зимой (20,1 мг/л). В Болшево (Моск. обл.) содержание хлора составляет для снега 0,8 мг/л и для дождя 1,2 мг/л.

Намечается определенная зависимость содержания хлора в осадках от близости моря. Так, в Одессе оно 10,03, в Нижнем Поволжье 36,5 и в Голландии во время шторма 300 мг/л. Более наглядны цифры количества хлора, поступающего с атмосферными осадками на 1 км². Здесь зависимость от близости моря и климата вырисовывается еще более ярко.

В приморских районах поступает за год с осадками хлора в т/км²:

Ленинград	1,58—2,3
Одесса	1,90—6,25
Барбадос	12,62
Британская Гвиана	14,62
Цейлон	20,35

Чем больше количество осадков, тем большее количество хлора поступает на дневную поверхность.

Вдали от моря с осадками поступает в год 1—3 т/км² хлора. Несколько большая цифра наблюдается в Нижнем Поволжье 8,5 т/км².

13. Содержание сульфатного иона в атмосферных осадках в Ленинграде изменяется в зависимости от времени года. В летние месяцы оно составляет 2,06—9,76 мг/л, а осенью и зимой достигает 30,52—39,50 мг/л. Это связано с отоплением каменным углем, высвобождающим серу. Для Тульской области в апреле—июне содержание сульфатного иона—1,24—2,79 мг/л, а зимой повышено и достигает 7,65—9,25 мг/л. Подсчет количества сульфатного иона, поступающего с осадками в год на 1 км², показывает значительное увеличение его

около промышленных центров. Для Ленинграда и Мариуполя оно составляет 6,62—9,53 т/км², а для Токио даже 13 т/км².

14. Для сельского хозяйства большое значение имеет количество азота, которое приносится с атмосферными осадками в почву.

Исследования на Ак-Кавакской опытной станции в 20 км от Ташкента в 1945—1947 гг. показали, что в атмосферных осадках аммиачный азот преобладает над нитратным. Обратное соотношение наблюдалось только во время единичных дождей весной. Максимальное содержание азотной кислоты в атмосферных осадках имело место в мае—июле. Это объясняется двумя причинами: грозовой деятельностью и минимумом осадков. Содержание азотной и азотистой кислоты, а также аммиака увеличивается при уменьшении осадков и падает при росте их интенсивности.

Количество азота, поступающего на земную поверхность с осадками, изменяется от 1,67 до 0,06 т на 1 км². Разновременность определений, среди которых имеются даже данные, полученные в 1889 г., не позволяют подметить какую-либо географическую закономерность. В Средней Азии и для Полотнянской станции преобладает азот аммиака, который составляет до 90% от общей суммы. Для штата Юта эта цифра составляет 93%. Это позволяет сделать предварительный вывод, что для внутренних частей материков азот аммиака составляет в осадках более 90% общей суммы азота. В прибрежных местностях азот аммиака составляет 75—65%. Немногочисленные данные о тропических областях указывают на содержание 50—30% азота аммиака в осадках от общей суммы азота.

15. Исследования химического состава росы показали небольшое содержание иода. С росой на земную поверхность поступает иода около 1 г на 1 км². Только незначительная часть иода росы задерживается на земной поверхности. Большая же часть при испарении росы также испаряется.

Снег обладает способностью очищать воздух от иода. После длительного периода хорошей погоды первый выпадающий снег захватывает большую часть иода воздуха. Последующий снег характеризуется значительно меньшим содержанием иода.

Содержание иода на крыше на высоте 28 м почти в 3 раза больше, чем в то же время на высоте 4,6 м. Это увеличение объясняется сажей, попадающей от близ расположенной железной дороги и центрального отопления дома, на крыше которого собран загрязненный снег. Как известно, при

сжигании каменного угля освобождается значительное количество иода, благодаря которому снег с крыши и обогащен им.

Было произведено изучение изменения содержания иода и хлора в дождевой воде в зависимости от расстояния от берега и при разных направлениях ветра.

Наибольшее содержание иода относится к моменту штормовых юго-западных ветров. Замечается уменьшение содержания хлора по мере увеличения расстояния от берега. Для иода эта зависимость не всегда выдерживается.

При больших расстояниях от берега эта закономерность более резко выступает. Так, в Швейцарии среднее содержание иода в дождевой воде составляет 0,0009% мг/л, в то время как в Голландии на берегу моря оно в три раза больше.

Изучение соотношения между органическим и неорганическим иодом в дождевой воде показывает, что иод органического происхождения в большинстве случаев составляет более 50% общего его содержания в дождевой воде.

16. Содержание брома в атмосферных осадках для Московской области (Болшево) составляет 0,004 мг/л для снега и 0,06 мг/л для дождя.

17. Наши сведения о химическом составе атмосферных осадков недостаточны. За последнее столетие произведено весьма небольшое количество более или менее полных химических анализов.

Из отдельных компонентов, поступающих с осадками изучены хлор, сульфат ион, нитриты, нитраты, аммиак, иод и бром.

Как дождь, так и снег очищают воздух от иода, азотистых соединений, хлора и сульфат иона. Благодаря этому в начале периода дождей и снегопадов минерализация атмосферных осадков наибольшая, а по мере очищения воздуха постепенно уменьшается. При этом первоначальная концентрация тем больше, чем больше времени прошло после предшествовавшего выпадения осадков.

18. Всего на земную поверхность за год вместе с атмосферными осадками поступает до 12 т на 1 км², или до 1800 млн. т для всей суши. Это составляет 0,75 км³. Для сравнения укажем, что химическая денудация, т. е. количество растворенных веществ, выносимых реками в мировой океан, составляет 1,1 км³ в год. Следовательно, с осадками на сушу поступает такое количество растворенных веществ, которое почти равно $\frac{3}{4}$ веществ, выносимых реками в мировой океан.

19. Другой способ подсчета дает еще большую цифру. На сушу ежегодно выпадает, не считая бессточных областей, 108.000 км³ осадков. Если принять их среднюю минерализацию, по В. И. Вернадскому, 34 мг/л, то при удельном весе 2,5 они приносят 1,47 км³ в год, т. е. больше количества растворенных веществ, выносимых реками в Океан.

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