

Г. А. Максимович

РАЗВИТИЕ УЧЕНИЯ О ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ФАЦИЯХ ЗА ДВАДЦАТЬ ЛЕТ (1942–1962)

Двадцать лет тому назад – в 1942 г. – в Докладах Академии наук СССР по представлению А. Е. Ферсмана была напечатана первая статья, где применялось учение о гидрохимических фациях (54). В ней устанавливалась зональность химического состава речных вод нашей планеты. В 1943 г. в том же журнале по представлению В. И. Вернадского вышла вторая статья о гидрохимических фациях поверхностных геосфер (11).

С тех пор в различных изданиях было опубликовано свыше ста работ, развивавших учение о гидрохимических фациях и распространявших его на многие проявления надземной, поверхностной и подземной гидросферы. В настоящей статье мы вкратце осветим их и приведем список литературы, которая для удобства пользования приведена по объектам. Работы, опубликованные в настоящем сборнике, в списке отсутствуют. При цитировании их можно отличить по ссылке не на номера, а на год (1962). В заключении будут намечены задачи на будущее.

I

Гидрохимическая фация – это участок надземной, наземной или подземной гидросферы, вода (или лед) которого характеризуется одинаковыми гидрогеохимическими свойствами, обусловленными специфическим ходом процесса формирования состава, определяемыми по преобладанию растворенных веществ (ионов, коллоидов) одного вида. В качестве критерия преобладания взят принятый в геохимии вес компонентов. Гидрохимическая фация – это стадия формирования химического состава природных вод, представляющая определенный этап роста или уменьшения минерализации, стадия гидрогеохимического или химико-географического процесса.

Гидрохимическая фация определяется по преобладающим по весу первым двум, трем или большему числу компонентов. Название ее дается в порядке убывания значения ионов или коллоидов.

Гидрохимические фации по первому преобладающему растворенному компоненту объединяются в группы, называемые гидрохимическими формациями. В природных водах пока установлены кремнеземная (силикатная), гидрокарбонатная, сульфатная, хлоридная, натриевая, кальциевая и нитратная формации. Последние две констатированы в районах преобразования речных и грунтовых вод антропогенными факторами.

Химический состав природных вод является результатом сложного взаимодействия воды, газов, твердого и органического вещества.

В воде в растворенном состоянии находятся не только ионы, но и газы, коллоиды. Среди последних преобладающее значение имеют SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 и органическое вещество. В истоках рек, в горах, где изверженные, метаморфические и осадочные горные породы отмыты от легко растворимых солей, воды слабо минерализованы. В составе их преобладает SiO_2 .

Химический состав поверхностных и подземных вод характеризуется вертикальной поясностью и широтной зональностью. Тундровая и тропическая зоны отличаются преобладанием коллоидов в составе растворенных веществ болот и рек. Это не только SiO_2 , но и Al_2O_3 , Fe_2O_3 , органическое вещество. Зона выветривания здесь характеризуется высокой степенью отмытости, выщелоченности. Реки имеют бурый, темный цвет от обилия органического вещества и неорганических коллоидов. В распространенной среди химиков эквивалентной и процентно-эквивалентной формах выражения анализа эти преобладающие вещества речных вод не учитываются. Прав был В. И. Вернадский, когда указывал, что эквивалентная форма выражения анализов воды, которую американские гидрохимики неправильно называют геохимической характеристикой природных вод, удобна только для разрешения некоторых практических вопросов. «Эта классификация является недостаточно широкой базой для охвата всех природных вод» (1) – эти строки были опубликованы в 1933 году.

Прошло почти тридцать лет. Появление полевых гидрохимических лабораторий привело к тому, что химические анализы природных вод уже делаются не единицами и десятками, а сотнями и тысячами. Основные разности природных вод многих территорий были довольно хорошо охарактеризованы. Этими анализами коллоиды не изучались, а газовый состав освещался весьма неполно.

Развитие гидрохимического метода поисков полезных ископаемых и установление роли микроэлементов в появлении эндемических заболеваний привели к широкому применению спектрального анализа.

В типичных разностях природных вод многих территорий теперь изучаются и микроэлементы. Появляется довольно странное и недопустимое явление. Состав природных вод выражается для части макрокомпонентов (ионов) в эквивалентной или процентно-эквивалентной форме, а для коллоидов и микроэлементов в весовой. Многие исследователи, будучи не в силах расстаться с привычной эквивалентной формой, спокойно мирятся с этим дуализмом.

В последнее время под влиянием требований практики намечаются тенденции к возврату к весовой форме. Во всяком случае уже реже наблюдается недопустимое явление, когда химические анализы публикуются только в виде процент-эквивалентов.

В самом деле, вместе с процентами исчезла минерализация воды – основное отличие пресных, солоноватых, соленых вод и рассолов. Растворение в 1 литре дистиллированной воды 1, 10 и 100 граммов NaCl во всех случаях дает 50 % Na и 50 % Cl.

Органическое вещество, играющее очень большую роль в гидрогеохимических процессах, в большинстве случаев не изучается. Между тем часто нельзя понять процессы, происходящие в воде, если не учитывать

органическое вещество.

II

Учение о гидрохимических фациях охватывает уже почти все проявления гидросферы.

Атмосферные осадки в последнее время интенсивно изучаются. Было установлено, что химический состав дождя и снега характеризуется зональностью (27–29). Это обусловлено растворением пылевых частиц нижней части тропосферы выпадающими осадками. Облачные же воды слабо минерализованы и характеризуются наличием только солей морского происхождения.

В районах людских поселений и особенно промышленных предприятий состав осадков изменен за счет поступающих в приземную атмосферу газов и золы. Это хорошо видно из сопоставления осадков городов Воронежа (25, 26) и Перми (30, 31). Атмосферные осадки последнего характеризуются наибольшей минерализацией.

Наши познания состава осадков Земли значительно продвинулись за счет работ, проведенных во время последнего Международного геофизического года.

Необходимо изучать атмосферные осадки не только в городах, но и в сельской местности, особенно вдали от людских поселений. Только тогда мы познаем истинный состав осадков.

В этом отношении интересны публикуемые в настоящем сборнике данные Д. М. Пхалаговой (1962) по Кавказу.

Значительно больше исследований посвящено речным водам и отчасти льдам. Кроме освещения особенностей состава речных вод по географическим зонам (35, 41, 42, 47, 50, 54, 55, 58) выполнено много работ по химической географии рек различных районов СССР. Необходимо отметить изучение В. И. Борисовым гидрохимических фаций рек бассейна Кубани и Черноморского побережья (36–39), К. Б. Жаггаром и Г. М. Лифшиц бассейна Северной Двины (45) и Донбасса (46), Е. А. Кротовой и другими Пермской области (40, 51, 56, 60), Е. А. Лушниковым рек Башкирии (53), р. Вятки (1962), А. В. Сотниковым рек Прикаспийской низменности (63).

Наибольшее число исследований выполнено по Пермской области. Это оригинальные работы Г. К. Михайлова по притокам Боткинского водохранилища (61), И. А. Печеркина и Ю. М. Матарзина по гидрохимическим фациям реки Камы на участке Пермь – Сайгатка (62), К. А. Горбуновой по карстовым рекам (43, 44). Еще раньше Р. В. Азанова (35) начала разрабатывать вопрос о гидрохимических фациях карстовых рек.

Разрабатывается вопрос о химическом стоке и химической денудации Пермской области (40, 51, 54, 59), Башкирии (52), земного шара (57), о речном льде (К. Б. Жаггар, 1962).

И. А. Печеркин и Ю. М. Матарзин (64, 65) показали, что воды Камского водохранилища неоднородны и в пределах его имеется несколько гидрохимических фаций.

Несколько меньше работ по озерным водам и льдам. Для озер установлена широтная зональность и вертикальная поясность состава вод (73–75). Л. К. Блинов (66) и К. К. Вотинцев (68) выявили гидрохимические фации Аральского моря и Байкала, А. В. Сотников (78) – озер Прикаспийской низменности, А. И. Печерин (77) – Центральной Якутии.

Работы Л. В. Голубевой (69) и А. Н. Гусевой (72) посвящены общей характеристике вод карстовых озер, а В. Н. Бобровой (67), К. А. Горбуновой (70, 71), автора (76) и Р. В. Ященко (79) карстовым озерам Пермской области. В настоящем сборнике также публикуется несколько работ по карстовым и другим озерам и их льдам. Необходимо отметить статью Р. В. Ященко (1962), которая показала, что в пределах одного карстового озера имеется несколько гидрохимических фаций.

Слабо продвинулось изучение почвенных вод, по которым имеется только общая сводка (80).

Пещерные льды и льды вековой мерзлоты также еще недостаточно химически изучаются (81, 82). В нашем сборнике публикуется работа Д. М. Пхалаговой (1962) о составе льда одного из кавказских глетчеров.

Учение о гидрохимических фациях применяется и к разнообразным подземным водам. Общая характеристика подземных вод Крыма дана С. В. Альбовым (83), Башкирии – Е. А. Лушниковым (84, 86, 87), Прикаспия – А. В. Сотниковым (96), Среднего Прикамья – Г. К. Михайловым (93). Е. А. Лушников определил подземный сток Башкирии (85).

Грунтовые воды характеризуются широтной зональностью химического состава (97, 98). Для них были установлены химико-географические законы. Это законы широтной зональности преобладающих гидрохимических фаций и закон микрозон. Последний в 1947 г. был сформулирован так: «При слабом расчленении рельефа гидрохимические фации грунтового потока располагаются в виде небольших (вертикальных) полос или поясов». Из этих двух законов был выведен третий – закон аналогии рядов гидрохимических фаций (97, 98, стр. 78).

Эти три закона опубликованы дважды в 1947 и 1955 гг., но не обратили на себя должного внимания гидрогеологов. В общей же литературе они были отмечены (2, 3, 20, 21, 22).

Загрязнение грунтовых вод в людских поселениях обусловило появление особых гидрохимических фаций и даже нитратной формации. Это установлено в ряде работ (91, 92, 99 и 101), а также в статьях, публикуемых в настоящем сборнике.

Карстовые воды также охвачены учением о гидрохимических фациях. Можно отметить исследования К. А. Горбуновой (103–107), В. Н. Бобровой (102) и других (108–111).

Воды зоны выветривания, где проявляется географическая зональность, характеризуются наличием преобладающих гидрохимических фаций химико-географических зон (112, 113).

Смена гидрохимических фаций в пределах одного водоносного горизонта наиболее ярко выражена в пластовых водах. Здесь по мере удаления пласта от земной поверхности происходит закономерная смена гидрохимических фаций (119, 120). Исследования эти надо больше развивать.

Воды вулканоидов, этого своеобразного проявления гидросферы, также охвачены учением о гидрохимических фациях (123, 124).

Небольшие данные имеются и о рудничных водах (125).

Морские воды и льды охарактеризованы в самом общем виде (126). Л. И. Дубровин (1962) сообщает о наличии рассолов в одном из ледников Антарктики.

III

За прошедшие двадцать лет учение о гидрохимических фациях получило признание. Понятие это вошло в словари (9), а основная работа положительно отмечена в литературе (2, 4–8, 20–23). Однако сделанное является только началом.

Как уже ранее указывалось, изучены не все проявления гидросферы. Остается слабо освещенным состав атмосферных осадков, речных, озерных, подземных, глетчерных и морских льдов, а также трещинных вод.

От характеристики макрокомпонентов подземных вод, даваемых обычным анализом, надо переходить к микрокомпонентам. Для этого необходимо расширить спектральные исследования. Весьма вероятно, что в отличие от макрокомпонентов, характер микрокомпонентов покажет более тесную связь с составом омываемых водой вмещающих горных пород и почв.

Некоторым препятствием к развитию учения о гидрохимических фациях является то, что оно было разработано в планетном масштабе.

В Пермском отделе Географического общества СССР возникла идея создать коллективно монографию «Химическая география вод и гидрогеохимия Пермской области».

План ее следующий.

Предисловие

Введение (развитие учения о гидрохимических фациях).

I. Атмосферные осадки

II. Речные воды и льды

III. Озерные воды и льды

IV. Водохранилища

V. Почвенные воды

VI. Грунтовые воды

VII. Карстовые воды и пещерные льды

VIII. Трещинные воды

IX. Воды линзовидных коллекторов

X. Особенности подземных вод, связанных с зоной выветривания

XI. Глубинные воды зон замедленного и весьма затрудненного водообмена

XII. Минеральные воды и грязи

XIII. Шахтные воды

XIV. Гидрохимические зоны вод Пермской области

XV. Практическое значение вод (использование для водоснабжения, лечебных целей и в промышленности)

XVI. Заключение – задачи на дальнейшее.

Уже подобран авторский коллектив и ответственные авторы глав. Предстоит большая и важная работа. Издание этой монографии позволит обобщить все имеющиеся данные по атмосферным, речным, озерным, почвенным и разнообразным подземным водам Пермской области.

Это будет вкладом в дальнейшее развитие учения о гидрохимических фациях. Практическое значение подобной книги трудно переоценить. Она нужна для сельского хозяйства, питьевого, промышленного водоснабжения, извлечения полезных компонентов из подземных вод, развития курортного строительства, поисков месторождений таких полезных ископаемых как соль, гипс, нефть, руды и т. д.

Создание монографии сделает Пермскую область наиболее изученной в гидрохимическом отношении в СССР. Появление ее в свет, вероятно, приведет к созданию подобных работ и по другим территориям нашей Родины.

ЛИТЕРАТУРА

Общие вопросы

1. Вернадский В. И. История минералов земной коры, т. 2, История природных вод, ч. 1, вып. 1, стр. 135–136, ОНТИ, Госхимтехиздат, Л., 1933.
2. Виноградов А. П. Очерк развития геохимии в СССР. Геохимия №6. стр. 439–442, 1957.
3. Гордеев Д. И. Основные этапы истории отечественной гидрогеологии. Гр. лабор. гидрогеологии, проблем АН СССР, т. VII, стр. 258–271, 284, 360–369, М., 1954.
4. Григорьев А. А. Успехи советской физической географии за 30 лет. Доклады на общем собрании Академии наук СССР 23/X–2/XI-1947 г., посвященном 30-летию Великой Октябрьской социалистической революции, стр. 509–598, 1948.
5. Исаченко Л. Г. Основные вопросы физической географии, стр. 206, изд. ЛГУ, Ленинград, 1952.
6. Калесник С. В. Общий взгляд на развитие некоторых отраслей географии в СССР за годы Советской власти. Изв. Всес. геогр. об-ва, т. 80, № 5, стр. 389–400, 1957.

7. Константинов О. А. Присуждение медалей и премий Географического общества Союза ССР за 1958 г. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 5, стр. 157–158, 1960.
8. Константинов О. А. Присуждение медалей и премий Географического общества Союза ССР за 1958 г. Изв. Всесоюз. географии, о-ва, т. 92 № 6, стр. 548–549, 1960.
9. Маккавеев А. А. Словарь по гидрогеологии и инженерной геологии, Госгеолтехиздат, стр. 50, М., 1961.
10. Максимович Г. А. Методы географического изображения анализов буровых вод, 15 стр., Баку, 1932.
11. Максимович Г. А. Гидрохимические фации поверхностных геосфер. Доклады АН СССР, новая серия, т. 39, № 8, стр. 359–361, 1943.
12. Максимович Г. А. Основы учения о гидрохимических фациях. В кн. Памяти академика С. А. Зернова, стр. 13–26, М. – Л., 1948.
13. Максимович Г. А. Задачи конференции. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 10 стр., Пермь, 1949.
14. Максимович Г. А. Основы учения о гидрохимических фациях. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 9 стр., 1949.
15. Максимович Г. А. О гидрохимических фациях. Труды лаборатории гидрогеологических проблем АН СССР, т. 6, стр. 26–32, 1950.
16. Максимович Г. А. Основы учения о гидрохимических фациях. Гидрохимические материалы, т. 18, стр. 75–85, 1950.
17. Максимович Г. А. Химическая география вод суши. Географгиз, М., 1955.
18. Максимович Г. А. Некоторые вопросы химической географии вод суши. Доклады 5 Всеуральского географического совещания, стр. 1–5, Пермь, 1960.
19. Максимович Г. А. Химическая география и задачи пермских географов и геологов. Химическая география, вып. 1, стр. 22–34, Пермь, 1961.
20. Перельман А. И. Очерки геохимии ландшафта, Географгиз, стр. 87–88, М., 1955.
21. Петров М. П. О характере зональности в распределении грунтовых вод на территории СССР, Вестник ЛГУ, № 18, стр. 75–85, 1961.
22. Старцев В. С. О химической географии Пермской области. Химическая география, в. 1, стр. 3–6, Пермь, 1961.
23. Хаин В. Е. О некоторых основных понятиях в учении о фациях и формациях. Бюлл. МОИП отд. геол., т. 25, № 6, стр. 13, 27, 1950.
24. Чазов Б. А. Геохимические ландшафты Пермской области. Химическая география, в. 1, стр. 35–48, Пермь, 1961.

Атмосферные осадки

25. Жаггар К. Б., Холодова М. И. Химический состав атмосферных осадков г. Воронежа. Гидрохимические материалы, т. 31, 1960.
26. Жаггар К. Б. и Холодова М. И. Химический состав снеговых вод г. Воронежа и его окрестностей. Труды Воронежского зооветинститута, т. 17, в. 1, стр. 21–30, 1961.
27. Максимович Г. А. Химический состав атмосферных осадков. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 7 стр., 1949.
28. Максимович Г. А. О роли атмосферных осадков в переносе растворенных веществ. Доклады АН СССР, т. 92, № 2, стр. 401–403, 1953.
29. Максимович Г. А. Химический состав атмосферных осадков. Химическая география вод суши, гл. 1, стр. 23–47, М., 1955.
30. Максимович Г. А. Химический состав атмосферных осадков города Перми и борьба с загрязнением атмосферы. Доклады 5 Всеуральского географического совещания, стр. 1–5, Пермь, 1960.
31. Максимович Г. А. Химический состав атмосферных осадков города Перми и борьба с загрязнением атмосферы. Охрана природы на Урале, в. II, стр. 45–50, Пермь, 1961.

Работы, освещающие несколько водных объектов

32. Жаггар К. Б. К вопросу о гидрохимических фациях вод Южного Зауралья. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 4 стр., 1949.
33. Жаггар К. Б. К характеристике гидрохимических фаций некоторых поверхностных и грунтовых вод Южного Зауралья. Гидрохимические материалы, т. 18, стр. 128–131, 1950.
34. Кротова Е. А. Максимович Г. А. Содержание соединений азота в поверхностных и подземных водах. Учен. зап. Пермского университета, т. XI, в. 2, стр. 121–128, 1957.

Речные воды и льды

35. Азанова Р. В. Некоторые гидрохимические фации карстовых рек. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 2 стр., 1949.
36. Борисов В. И. Химическая география речных вод средней и нижней частей бассейна реки Кубани, 19 стр., Пермь, 1953.
37. Борисов В. И. О районировании речных вод в бассейне реки Кубани по их химическому составу. Уч. зап. Краснодарского пединститута, вып. 14, стр. 97–108, 1955.
38. Борисов В. И. Гидрохимические фации речных вод Кубано-Приазовской низменности. Уч. зап. Краснодарского пединститута, вып. 17, стр. 46–57, 1956.
39. Б о р и с о в В. И. Гидрохимические фации речных вод Черноморского побережья (в пределах Краснодарского края). Уч. зап. Краснодарского пединститута, в. XXIV, 163–171, 1959.
40. Борисова Е. А. Гидрохимические фации и химическая денудация рек Пермской области. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 2 стр., 1949.
41. Вшивков А. В. Гидрохимические фации рек и озер лесной и лесостепной зон. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 4 стр., 1949.
42. Главатских Г. Г. Гидрохимические фации речных вод степной зоны. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 4 стр., 1949.
43. Горбунова К. А. Химическая география рек Пермской области. Река Кишертка. Доклады 5 Всеуральского географического совещания, 1959.
44. Горбунова К. А. Химическая география рек Пермской области. Реки Мазуевка и Советянка. Химическая география, вып. 1, стр. 93–98, Пермь, 1961.
45. Жаггар К. Б. и Лифшиц Г. М. Химическая география речных вод бассейна реки Северной Двины. Труды Воронежского зооветинститута, т. XV, стр. 451–468, 1956.
46. Жаггар К. Б. и Лифшиц Г. М. Гидрофации речных вод Донского бассейна. Труды Воронежского зооветинститута, т. XIII, стр. 78–89, 1956.
47. Кетова А. Ф. Гидрохимические фации речных вод тропиков (и субтропиков). Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 2 стр., 1949.
48. Кетова А. Ф. Гидрохимические фации речных вод тундровой зоны. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 3 стр., 1949.
49. Коньшин И. А. Гидрохимические фации речных вод горной (вертикальной) зоны. Доклады Пермской конференции по химической географии вод., 3 стр., 1949.
50. Коньшин И. А. Гидрохимические фации речных и озерных вод пустынной зоны. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 3 стр., 1949.
51. Кротова Е. А. Химический состав и химическая денудация рек Пермской области. Уч. зап. Пермского ун-та, т. 7, в. 4, стр. 107–151, 1956.
52. Лушников Е. А. Химический сток рек Башкирии. Научные труды Пермского горного ин-та, сб. 2, стр. 193–197, 1958.

53. Лушников Е. А. Химическая география рек Башкирии. Доклады 5 Всеуральского географического совещания, Пермь, 1960.
54. Максимович Г. А. Гидрохимические фации речных вод и их зональность. Доклады АН СССР, Новая серия, т. 37, № 5–6, стр. 211–216, 1942.
55. Максимович Г. А. Гидрохимические фации речных вод и их зональность. Известия Всесоюз. геогр. о-ва, т. 75, в. 1, стр. 38–50, 1943.
56. Максимович Г. А. Гидрохимические фации речных вод Пермской области. Доклады научн. конференций Пермского гос. ун-та, стр. 1–12, 1946.
57. Максимович Н. Г. Химическая денудация Земли. Доклады АН СССР, т. 93, № 4, стр. 687–699, 1953.
58. Максимович Г. А. Химическая география речных вод. Химическая география вод суши, гл. IV, стр. 82–154, М., 1955.
59. Максимович Г. А., Абрамов М. С. Химическая денудация в верховье р. Камы. Уч. зап. Пермского ун-та, т. 11, в. 2, стр. 95–97, 1957.
60. Максимович Г. А., Кирилловых Т. В. Химическая география малых рек района города Перми. География Пермской области, вып. 1 стр. 61–66, Пермь, 1962.
61. Михайлов Г. К. К химической географии притоков Боткинского водохранилища. Химическая география, в. 1, стр. 81–91, Пермь, 1961.
62. Печеркин И. А., Матарзин Ю. М. Химическая география реки Камы на участке Пермь – Сайгатка (Боткинское водохранилище). Химическая география, вып. 1, стр. 71–80, Пермь, 1961.
63. Сотников А. В. Гидрохимические фации речных вод северо-восточного Прикаспия. Доклады Пермской конференции по химической географии вод 3 стр., 1949.

Водохранилища

64. Матарзин Ю. М., Печеркин И. А. К гидрохимической характеристике Камского водохранилища. Материалы Всесоюзного совещания по эксплуатации Камского водохранилища, вып. 2, стр. 1–10, 1959.
65. Печеркин И. А., Матарзин Ю. М. Химическая география вод Камского водохранилища. Доклады 5 Всеуральского географического совещания, Пермь, 1960.

Озерные воды и льды

66. Блинов Л. К. Гидрохимия Аральского моря. 29 стр., М., 1957.
67. Боброва В. Н. К химической географии карстовых озер междуречья Сылвы и Шаквы. География Пермской области, в. 1, стр. 67–69, Пермь, 1962.
68. Вотнищев К. К. Гидрохимия озера Байкал. Издательство АН СССР Москва, 1961.
69. Голубева Л. В. Химический состав вод некоторых карстовых озер Пермской области. Гидрохимические материалы, т. 21, стр. 81–85, 1953.
70. Горбунова К. А. Карстовые озера окрестностей деревни Дикое озеро. География Пермской области, в. 1, стр. 123–128, Пермь, 1962.
71. Горбунова К. А. Карстовые озера района Мазуевки в Пермской области, Доклады 5 Всеуральского географического совещания, 3 стр., Пермь, 1959.
72. Гусева А. Н. К характеристике гидрохимических фаций карстовых озер. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 4 стр., 1949.
73. Максимович Г. А. Гидрохимические фации вод озер (и морей). Изв. АН СССР, серия геогр. и геофиз., № 4, стр. 212–227, 1944.
74. Максимович Г. А. Гидрохимические фации вод озер (и морей). Док. АН СССР, новая серия, т. 47, № 8, стр. 582–585, 1945.
75. Максимович Г. А. Химическая география озерных вод. Химическая география вод суши, гл. V, стр. 155–183, М., 1955.
76. Максимович Г. А. Озеро Кислое в Кишертском районе* Пермской области и его происхождение. Уч. зап. Пермского ун-та т. 7 вып. 4, стр., 69–86, 1956.
77. Печеркин И. А. К характеристике химического состава аласных озер Центральной Якутии. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 3 стр., Пермь, 1949.
78. Сотников А. В. Гидрохимические фации озерных вод Прикаспия. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 2 стр., 1949.
79. Яценко Р. В. Химическая география карстовых озер Чусовской стрелки Камского водохранилища. Химическая география, вып. I стр., 65–69 Пермь, 1961.

Почвенные воды

80. Максимович Г. А. О химической географии почвенных вод. Химическая география вод суши, гл. II, стр. 48–58, М., 1955

Льды суши

(вековая мерзлота, пещерные)

81. Максимович Г. А. Некоторые данные о химическом составе льдов суши. Химическая география вод суши, гл. VI, стр. 184–188, М., 1955.
82. Максимович Г. А., Кобяк Г. Г. Характеристика льда Кунгурской пещеры. Доклады АН СССР, т. 31, № 5, стр. 478–481, 1941.

Подземные воды

83. Альбов С. В. Гидрохимические фации подземных вод Крыма. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 2 стр., 1949.
84. Лушников Е. А. Гидрохимические фации подземных вод Башкирии. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 5 стр., 1949.
85. Лушников Е. А. Подземный сток Башкирии. Научные труды Пермского горного института, сб. 1, стр. 121, 125, 156.
86. Лушников Е. А. Гидрогеологическое районирование территории Башкирии. Научные труды Пермского горного ин-та, сб. 4, стр. 32–35, 1958.
87. Лушников Е. А. Гидрохимическая характеристика подземных вод Башкирии. Научные труды Пермского горного института, сб. 5, стр. 161, 1959.
88. Максимович Г. А. Минеральные источники Чечни. Журнал прикладной химии, т. 5, вып. 8, стр. 27–29, 1932.
89. Максимович Г. А. Минеральные источники Чечни. Северо-Кавказский край, № 2–3, Ростов-на-Дону, 1932.
90. Максимович Г. А. Некоторые минеральные источники Горной Чечни. Уч. зап. Пермского ун-та, т. 2, в. 2, стр. 93–103, 1936.
91. Максимович Г. А., Горбунова К. А. Геоморфология и подземные воды г. Перми. Доклады геологического факультета Пермского университета стр. 5–6, 1957.
92. Максимович Г. А., Горбунова К. А. Подземные воды с. Усть-Кишерть и их загрязнение. Доклады 5 Всеуральского географического совещания, 8 стр., Пермь, 1960.
93. Михайлов Г. К. К химической географии подземных вод верхнепермских отложений Среднего Прикамья. География Пермской области в 1 стр. 69–79, Пермь, 1962.
94. Селивановский Б. В., Макаров Н. Е., Батыр В. В. Гидрохимические фации подземных вод нижней перми на южном окончании Вятского

* Здесь и далее названия административных районов Пермской области, бывшие до 1/XII-1962 г.

вала. Док. АН СССР, т. 68, № 2, стр. 369–372, 1949.

95. Селивановский Б. В., Макаров Н. Е., Батыр В. В. Гидрохимические фации подземных вод из нижней перми на южном окончании Вятского вала. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 2 стр., 1949.

96. Сотников А. В. Гидрохимические фации вод дочетвертичного комплекса пород северо-восточного Прикаспия. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 2 стр., 1949.

Грунтовые воды

97. Максимович Г. А. Гидрохимические фации грунтовых вод и их зональность. Доклады Академии наук СССР, новая серия, т. 56, № 6, стр. 625–628, 1947.

98. Максимович Г. А. Химическая география грунтовых вод. Химическая география вод суши, гл. III, стр. 59–82, М., 1955.

99. Максимович Г. А., Борисова Е. А., Оборина М. Г. Влияние деятельности человека на химический состав грунтовых вод. Доклады Пермской конференции по химической географии вод., Пермь, 1949.

100. Попкова Р. А. К характеристике гидрохимических фаций грунтовых вод. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 4 стр., 1949.

101. Раманаускас Э. Физико-химическая и микроэлементарная характеристика грунтовых вод г. Вильнюс. Вильнюс, 3–16, 1959.

Карстовые воды

102. Боброва В. Н. Некоторые новые пещеры в Кунгурском районе Пермской области и химизм вод подземных озер. Доклады 5 Всеуральского совещания, Пермь, 1961.

103. Горбунова К. А. К характеристике Ключевского участка Кишертско-Суксунского карстового района. Уч. зап. Перм. ун-та, т. 14, в. 1, стр. 9–13, 1959.

104. Горбунова К. А. Подземная химическая денудация и активность карста восточной части Уфимского вала. Доклады геологического факультета, Уч. зап. Перм. ун-та, т. 20, в. 1, стр. 15–20, 1960.

105. Горбунова К. А. Формирование карстовых брекчий восточного крыла Уфимского вала в свете гидрогеологических данных. Геология и разведка, Известия ВУЗ, № 10, стр. 89–92, 1960.

106. Горбунова К. А. К вопросу формирования химического состава карстовых вод. Химическая география, в. 1, стр. 59–63, Пермь, 1961.

107. Горбунова К. А. Особенности рельефа Кишертско-Суксунского карстового района. География Пермской области, в. 1, стр. 95–100, 1962.

108. Максимович Г. А. Актайско-Талицкое месторождение боксита. Уч. зап. Пермского ун-та, т. 2, в. 3, стр. 269–299, 1936.

109. Максимович Г. А. Гидрогеология и карстовые явления района Актайско-Талицкого месторождения боксита. Разведка недр № 9–10, стр. 38–41, 1937.

110. Максимович Г. А. К характеристике гидрохимических фаций карстовых вод. Химическая география вод суши, гл. VIII, стр. 199–214, М., 1955.

111. Максимович Г. А., Кобяк Г. Г. К характеристике вод подземных озер. Доклады АН СССР, т. 31, № 1, стр. 26–28, 1941.

Воды зоны выветривания

112. Максимович Г. А. Зональность почвенных, грунтовых, речных и озерных вод и гидродинамические зоны. Доклады АН СССР, т. 58, № 5, стр. 831–834, 1947.

113. Максимович Г. А. Особенности распределения гидрохимических фаций вод, связанных с корой выветривания. Химическая география вод суши, гл. VII, стр. 189–198, М., 1955.

114. Сотников А. В. Гидрохимические фации вод коры выветривания северо-восточного Прикаспия. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 3 стр., 1949.

Пластовые воды

115. Максимович Г. А. О Кохановской буровой скважине. Нефтяное хозяйство № 1, стр. 19–20, 1927.

116. Максимович Г. А. йод и бром в буровых водах Грозненского района. Грозненский нефтяник № 12, стр. 79–82, Грозный, 1932.

117. Максимович Г. А. Буровые воды Вознесенской площади. Труды северо-кавказских конференций геологов-нефтяников, вып. 4, стр. 103–126, изд. АН СССР, 1933.

118. Максимович Г. А. Перспектива добычи йода и брома из буровых вод грозненских нефтяных районов. Минеральное сырье № 8, стр. 26–32, 1933.

119. Максимович Г. А. К характеристике гидрохимических фаций пластовых вод стратисферы. Доклады АН СССР, Новая серия, т. 45, № 6, стр. 268–271, 1944.

120. Максимович Г. А. Химическая география пластовых вод. Химическая география вод суши, гл. IX, стр. 215–235, М., 1955.

121. Максимович Г. А., Быдтаев А. И. Характеристика буровых вод Датыхекого разведочного района. Труды северо-кавказских конференций геологов-нефтяников, вып. 5, стр. 118–132, АН СССР, 1932.

122. Максимович Г. А., Кузнецова Л. С., Борисова Е. А. Гидрохимические профили нефтяных месторождений платформ. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 3 стр., 1939.

Воды вулканитов

123. Кузнецова Л. С. Гидрохимические фации вод вулканитов. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 4 стр., 1949.

124. Максимович Г. А. Типы вулканитов и гидрохимические фации их вод. Химическая география вод суши, гл. X, стр. 236–247, М., 1955.

Рудничные воды

125. Боброва В. Н. К характеристике гидрохимических фаций рудничных вод. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 3 стр., 1949.

Морские воды и льды

126. Максимович Г. А. Некоторые сведения о химическом составе морских вод (и льдов). Химическая география вод суши, гл. XI, стр. 248–262, М., 1955.

**Пермский государственный университет
им. А. М. Горького**

Г. А. Максимович

**РАЗВИТИЕ УЧЕНИЯ О ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ФАЦИЯХ
ЗА ДВАДЦАТЬ ЛЕТ (1942—1962)**

Двадцать лет тому назад — в 1942 г. — в Докладах Академии наук СССР по представлению А. Е. Ферсмана была напечатана первая статья, где применялось учение о гидрохимических фациях (54). В ней устанавливалась зональность химического состава речных вод нашей планеты. В 1943 г. в том же журнале по представлению В. И. Вернадского вышла вторая статья о гидрохимических фациях поверхностных геосфер (11).

С тех пор в различных изданиях было опубликовано свыше ста работ, развивавших учение о гидрохимических фациях и распространявших его на многие проявления надземной, поверхностной и подземной гидросферы. В настоящей статье мы вкратце осветим их и приведем список литературы, которая для удобства пользования приведена по объектам. Работы, опубликованные в настоящем сборнике, в списке отсутствуют. При цитировании их можно отличить по ссылке не на номера, а на год (1962). В заключении будут намечены задачи на будущее.

I

Гидрохимическая фация — это участок надземной, наземной или подземной гидросферы, вода (или лед) которого характеризуется одинаковыми гидрогеохимическими свойствами, обусловленными специфическим ходом процесса формирования состава, определяемыми по преобладанию растворенных веществ (ионов, коллоидов) одного вида. В качестве критерия преобладания взят принятый в геохимии вес компонентов. Гидрохимическая фация — это стадия формирования химического состава природных вод, представляющая определенный этап роста или уменьшения минерализации, стадия гидрогеохимического или химико-географического процесса.

Гидрохимическая фация определяется по преобладающим по весу первым двум, трем или большему числу компонентов. Название ее дается в порядке убывания значения ионов или коллоидов.

Гидрохимические фации по первому преобладающему растворенному компоненту объединяются в группы, называемые гидрохимическими формациями. В природных водах пока установлены кремнеземная (силикатная), гидрокарбонатная, сульфатная, хлоридная, натриевая, кальциевая и нитратная формации. Последние две констатированы в районах преобразования речных и грунтовых вод антропогенными факторами.

Химический состав природных вод является результатом сложного взаимодействия воды, газов, твердого и органического вещества.

В воде в растворенном состоянии находятся не только ионы, но и газы, коллоиды. Среди последних преобладающее значение имеют SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 и органическое вещество. В истоках рек, в горах, где изверженные, метаморфические и осадочные горные породы отмыты от легко растворимых солей, воды слабо минерализованы. В составе их преобладает SiO_2 .

Химический состав поверхностных и подземных вод характеризуется вертикальной поясностью и широтной зональностью. Тундровая и тропическая зоны отличаются преобладанием коллоидов в составе растворенных веществ болот и рек. Это не только SiO_2 , но и Al_2O_3 , Fe_2O_3 , органическое вещество. Зона выветривания здесь характеризуется высокой степенью отмытости, выщелоченности. Реки имеют бурый, темный цвет от обилия органического вещества и неорганических коллоидов. В распространенной среди химиков эквивалентной и процентно-эквивалентной формах выражения анализа эти преобладающие вещества речных вод не учитываются. Прав был В. И. Вернадский, когда указывал, что эквивалентная форма выражения анализов воды, которую американские гидрохимики неправильно называют геохимической характеристикой природных вод, удобна только для разрешения некоторых практических вопросов. **«Эта классификация является недостаточно широкой базой для охвата всех природных вод»** (1) — эти строки были опубликованы в 1933 году.

Прошло почти тридцать лет. Появление полевых гидрохимических лабораторий привело к тому, что химические анализы природных вод уже делаются не единицами и десятками, а сотнями и тысячами. Основные разности природных вод многих территорий были довольно хорошо охарактеризованы. Этими анализами коллоиды не изучались, а газовый состав освещался весьма неполно.

Развитие гидрохимического метода поисков полезных ископаемых и установление роли микроэлементов в появлении эндемических заболеваний привели к широкому применению спектрального анализа.

В типичных разностях природных вод многих территорий теперь изучаются и микроэлементы. Появляется довольно странное и недопустимое явление. Состав природных вод выражается для части макрокомпонентов (ионов) в эквивалентной или процентно-

эквивалентной форме, а для коллоидов и микроэлементов в весовой. Многие исследователи, будучи не в силах расстаться с привычной эквивалентной формой, спокойно мирятся с этим дуализмом.

В последнее время под влиянием требований практики наметаются тенденции к возврату к весовой форме. Во всяком случае уже реже наблюдается недопустимое явление, когда химические анализы публикуются только в виде процент-эквивалентов.

В самом деле, вместе с процентами исчезла минерализация воды — основное отличие пресных, солоноватых, соленых вод и рассолов. Растворение в 1 литре дистиллированной воды 1, 10 и 100 граммов NaCl во всех случаях дает 50% Na и 50% Cl.

Органическое вещество, играющее очень большую роль в гидрогеохимических процессах, в большинстве случаев не изучается. Между тем часто нельзя понять процессы, происходящие в воде, если не учитывать органическое вещество.

II

Учение о гидрохимических фациях охватывает уже почти все проявления гидросферы.

Атмосферные осадки в последнее время интенсивно изучаются. Было установлено, что химический состав дождя и снега характеризуется зональностью (27—29). Это обусловлено растворением пылевых частиц нижней части тропосферы выпадающими осадками. Облачные же воды слабо минерализованы и характеризуются наличием только солей морского происхождения.

В районах людских поселений и особенно промышленных предприятий состав осадков изменен за счет поступающих в приземную атмосферу газов и золы. Это хорошо видно из сопоставления осадков городов Воронежа (25, 26) и Перми (30, 31). Атмосферные осадки последнего характеризуются наибольшей минерализацией.

Наши познания состава осадков Земли значительно продвинулись за счет работ, проведенных во время последнего Международного геофизического года.

Необходимо изучать атмосферные осадки не только в городах, но и в сельской местности, особенно вдали от людских поселений. Только тогда мы познаем истинный состав осадков.

В этом отношении интересны публикуемые в настоящем сборнике данные Д. М. Пхалаговой (1962) по Кавказу.

Значительно больше исследований посвящено речным водам и отчасти льдам. Кроме освещения особенностей состава речных вод по географическим зонам (35, 41, 42, 47, 50, 54, 55, 58) выполнено много работ по химической географии рек различных районов СССР. Необходимо отметить изучение В. И. Борисовым гидрохимических фаций рек бассейна Кубани и Черноморского побережья (36—39), К. Б. Жаггаром и Г. М. Лифшиц бассейна Се-

верной Двины (45) и Донбасса (46), Е. А. Кротовой и другими Пермской области (40, 51, 56, 60), Е. А. Лушниковым рек Башкирии (53), р. Вятки (1962), А. В. Сотниковым рек Прикаспийской низменности (63).

Наибольшее число исследований выполнено по Пермской области. Это оригинальные работы Г. К. Михайлова по притокам Воткинского водохранилища (61), И. А. Печеркина и Ю. М. Матарзина по гидрохимическим фациям реки Камы на участке Пермь—Сайгатка (62), К. А. Горбуновой по карстовым рекам (43, 44). Еще раньше Р. В. Азанова (35) начала разрабатывать вопрос о гидрохимических фациях карстовых рек.

Разрабатывается вопрос о химическом стоке и химической денудации Пермской области (40, 51, 54, 59), Башкирии (52), земного шара (57), о речном льде (К. Б. Жаггар, 1962).

И. А. Печеркин и Ю. М. Матарзин (64, 65) показали, что воды Камского водохранилища неоднородны и в пределах его имеется несколько гидрохимических фаций.

Несколько меньше работ по озерным водам и льдам. Для озер установлена широтная зональность и вертикальная поясность состава вод (73—75). Л. К. Блинов (66) и К. К. Вотинцев (68) выявили гидрохимические фации Аральского моря и Байкала, А. В. Сотников (78) — озер Прикаспийской низменности, А. И. Печерин (77) — Центральной Якутии.

Работы Л. В. Голубевой (69) и А. Н. Гусевой (72) посвящены общей характеристике вод карстовых озер, а В. Н. Бобровой (67), К. А. Горбуновой (70, 71), автора (76) и Р. В. Яценко (79) карстовым озерам Пермской области. В настоящем сборнике также публикуется несколько работ по карстовым и другим озерам и их льдам. Необходимо отметить статью Р. В. Яценко (1962), которая показала, что в пределах одного карстового озера имеется несколько гидрохимических фаций.

Слабо продвинулось изучение почвенных вод, по которым имеется только общая сводка (80).

Пещерные льды и льды вековой мерзлоты также еще недостаточно химически изучаются (81, 82). В нашем сборнике публикуется работа Д. М. Пхалаговой (1962) о составе льда одного из кавказских глетчеров.

Учение о гидрохимических фациях применяется и к разнообразным подземным водам. Общая характеристика подземных вод Крыма дана С. В. Альбовым (83), Башкирии — Е. А. Лушниковым (84, 86, 87), Прикаспия — А. В. Сотниковым (96), Среднего Прикамья — Г. К. Михайловым (93). Е. А. Лушников определил подземный сток Башкирии (85).

Грунтовые воды характеризуются широтной зональностью химического состава (97, 98). Для них были установлены химико-географические законы. Это законы широтной зональности преобладающих гидрохимических фаций и закон микрозон. Последний в 1947 г. был сформулирован так: «При слабом рас-

членении рельефа гидрохимические фации грунтового потока располагаются в виде небольших (вертикальных) полос или поясов». Из этих двух законов был выведен третий — закон аналогии рядов гидрохимических фаций (97, 98, стр. 78).

Эти три закона опубликованы дважды в 1947 и 1955 гг., но не обратили на себя должного внимания гидрогеологов. В общей же литературе они были отмечены (2, 3, 20, 21, 22).

Загрязнение грунтовых вод в людских поселениях обусловило появление особых гидрохимических фаций и даже нитратной формации. Это установлено в ряде работ (91, 92, 99 и 101), а также в статьях, публикуемых в настоящем сборнике.

Карстовые воды также охвачены учением о гидрохимических фациях. Можно отметить исследования К. А. Горбуновой (103—107), В. Н. Бобровой (102) и других (108—111).

Воды зоны выветривания, где проявляется географическая зональность, характеризуются наличием преобладающих гидрохимических фаций химико-географических зон (112, 113).

Смена гидрохимических фаций в пределах одного водоносного горизонта наиболее ярко выражена в пластовых водах. Здесь по мере удаления пласта от земной поверхности происходит закономерная смена гидрохимических фаций (119, 120). Исследования эти надо больше развивать.

Воды вулканоидов, этого своеобразного проявления гидросферы, также охвачены учением о гидрохимических фациях (123, 124).

Небольшие данные имеются и о рудничных водах (125).

Морские воды и льды охарактеризованы в самом общем виде (126). Л. И. Дубровин (1962) сообщает о наличии рассолов в одном из ледников Антарктики.

III

За прошедшие двадцать лет учение о гидрохимических фациях получило признание. Понятие это вошло в словари (9), а основная работа положительно отмечена в литературе (2, 4—8, 20—23). Однако сделанное является только началом.

Как уже ранее указывалось, изучены не все проявления гидросферы. Остается слабо освещенным состав атмосферных осадков, речных, озерных, подземных, глетчерных и морских льдов, а также трещинных вод.

От характеристики макрокомпонентов подземных вод, даваемых обычным анализом, надо переходить к микрокомпонентам. Для этого необходимо расширить спектральные исследования. Весьма вероятно, что в отличие от макрокомпонентов, характер микрокомпонентов покажет более тесную связь с составом омываемых водой вмещающих горных пород и почв.

Некоторым препятствием к развитию учения о гидрохимических фациях является то, что оно было разработано в планетном масштабе.

В Пермском отделе Географического общества СССР возникла идея создать коллективно монографию «Химическая география вод и гидрогеохимия Пермской области».

План ее следующий.

Предисловие

Введение (развитие учения о гидрохимических фациях).

I. Атмосферные осадки

II. Речные воды и льды

III. Озерные воды и льды

IV. Водохранилища

V. Почвенные воды

VI. Грунтовые воды

VII. Карстовые воды и пещерные льды

VIII. Трещинные воды

IX. Воды линзовидных коллекторов

X. Особенности подземных вод, связанных с зоной выветривания

XI. Глубинные воды зон замедленного и весьма затрудненного водообмена

XII. Минеральные воды и грязи

XIII. Шахтные воды

XIV. Гидрохимические зоны вод Пермской области

XV. Практическое значение вод (использование для водоснабжения, лечебных целей и в промышленности)

XVI. Заключение — задачи на дальнейшее.

Уже подобран авторский коллектив и ответственные авторы глав. Предстоит большая и важная работа. Издание этой монографии позволит обобщить все имеющиеся данные по атмосферным, речным, озерным, почвенным и разнообразным подземным водам Пермской области.

Это будет вкладом в дальнейшее развитие учения о гидрохимических фациях. Практическое значение подобной книги трудно переоценить. Она нужна для сельского хозяйства, питьевого, промышленного водоснабжения, извлечения полезных компонентов из подземных вод, развития курортного строительства, поисков месторождений таких полезных ископаемых как соль, гипс, нефть, руды и т. д.

Создание монографии сделает Пермскую область наиболее изученной в гидрохимическом отношении в СССР. Появление ее в свет, вероятно, приведет к созданию подобных работ и по другим территориям нашей Родины.

ЛИТЕРАТУРА

Общие вопросы

1. Вернадский В. И. История минералов земной коры, т. 2, История природных вод, ч. 1, вып. 1, стр. 135—136, ОНТИ, Госхимтехиздат, Л., 1933.

2. Виноградов А. П. Очерк развития геохимии в СССР. Геохимия № 6, стр. 439—442, 1957.

3. Гордеев Д. И. Основные этапы истории отечественной гидрогеологии. Тр. лабор. гидрогеологич. проблем АН СССР, т. VII, стр. 258—271, 284, 360—369, М., 1954.
4. Григорьев А. А. Успехи советской физической географии за 30 лет. Доклады на общем собрании Академии наук СССР 23/X—2/XI-1947 г., посвященном 30-летию Великой Октябрьской социалистической революции, стр. 509—598, 1948.
5. Исаченко Л. Г. Основные вопросы физической географии, стр. 206, изд. ЛГУ, Ленинград, 1952.
6. Калесник С. В. Общий взгляд на развитие некоторых отраслей географии в СССР за годы Советской власти. Изв. Всес. геогр. об-ва, т. 80, № 5, стр. 389—400, 1957.
7. Константинов О. А. Присуждение медалей и премий Географического общества Союза ССР за 1958 г. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 5, стр. 157—158, 1960.
8. Константинов О. А. Присуждение медалей и премий Географического общества Союза ССР за 1958 г. Изв. Всесоюз. географич. о-ва, т. 92 № 6, стр. 548—549, 1960.
9. Маккавеев А. А. Словарь по гидрогеологии и инженерной геологии, Госгеолтехиздат, стр. 50, М., 1961.
10. Максимович Г. А. Методы географического изображения анализов буровых вод, 15 стр., Баку, 1932.
11. Максимович Г. А. Гидрохимические фации поверхностных геосфер. Доклады АН СССР, новая серия, т. 39, № 8, стр. 359—361, 1943.
12. Максимович Г. А. Основы учения о гидрохимических фациях. В кн. Памяти академика С. А. Зернова, стр. 13—26, М.—Л., 1948.
13. Максимович Г. А. Задачи конференции. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 10 стр., Пермь, 1949.
14. Максимович Г. А. Основы учения о гидрохимических фациях. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 9 стр., 1949.
15. Максимович Г. А. О гидрохимических фациях. Труды лаборатории гидрогеологических проблем АН СССР, т. 6, стр. 26—32, 1950.
16. Максимович Г. А. Основы учения о гидрохимических фациях. Гидрохимические материалы, т. 18, стр. 75—85, 1950.
17. Максимович Г. А. Химическая география вод суши. Географгиз, М., 1955.
18. Максимович Г. А. Некоторые вопросы химической географии вод суши. Доклады 5 Всеуральского географического совещания, стр. 1—5, Пермь, 1960.
19. Максимович Г. А. Химическая география и задачи пермских географов и геологов. Химическая география, вып. 1, стр. 22—34, Пермь, 1961.
20. Перельман А. И. Очерки геохимии ландшафта, Географгиз, стр. 87—88, М., 1955.
21. Петров М. П. О характере зональности в распределении грунтовых вод на территории СССР, Вестник ЛГУ, № 18, стр. 75—85, 1961.
22. Старцев В. С. О химической географии Пермской области. Химическая география, в. 1, стр. 3—6, Пермь, 1961.
23. Хаин В. Е. О некоторых основных понятиях в учении о фациях и формациях. Бюлл. МОИП отд. геол., т. 25, № 6, стр. 13, 27, 1950.
24. Чазов Б. А. Геохимические ландшафты Пермской области. Химическая география, в. 1, стр. 35—48, Пермь, 1961.

Атмосферные осадки

25. Жаггар К. Б., Холодова М. И. Химический состав атмосферных осадков г. Воронежа. Гидрохимические материалы, т. 31, 1960.
26. Жаггар К. Б. и Холодова М. И. Химический состав снеговых вод г. Воронежа и его окрестностей. Труды Воронежского зооветинститута, т. 17, в. 1, стр. 21—30, 1961.

27. Максимович Г. А. Химический состав атмосферных осадков. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 7 стр., 1949.
28. Максимович Г. А. О роли атмосферных осадков в переносе растворенных веществ. Доклады АН СССР, т. 92, № 2, стр. 401—403, 1953.
29. Максимович Г. А. Химический состав атмосферных осадков. Химическая география вод суши, гл. 1, стр. 23—47, М., 1955.
30. Максимович Г. А. Химический состав атмосферных осадков города Перми и борьба с загрязнением атмосферы. Доклады 5 Всеуральского географического совещания, стр. 1—5, Пермь, 1960.
31. Максимович Г. А. Химический состав атмосферных осадков города Перми и борьба с загрязнением атмосферы. Охрана природы на Урале, в. 11, стр. 45—50, Пермь, 1961.

Работы, освещающие несколько водных объектов

32. Жаггар К. Б. К вопросу о гидрохимических фациях вод Южного Зауралья. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 4 стр., 1949.
33. Жаггар К. Б. К характеристике гидрохимических фаций некоторых поверхностных и грунтовых вод Южного Зауралья. Гидрохимические материалы, т. 18, стр. 128—131, 1950.
34. Кротова Е. А. Максимович Г. А. Содержание соединений азота в поверхностных и подземных водах. Учен. зап. Пермского университета, т. XI, в. 2, стр. 121—128, 1957.

Речные воды и льды

35. Азанова Р. В. Некоторые гидрохимические фации карстовых рек. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 2 стр., 1949.
36. Борисов В. И. Химическая география речных вод средней и нижней частей бассейна реки Кубани, 19 стр., Пермь, 1953.
37. Борисов В. И. О районировании речных вод в бассейне реки Кубани по их химическому составу. Уч. зап. Краснодарского пединститута, вып. 14, стр. 97—108, 1955.
38. Борисов В. И. Гидрохимические фации речных вод Кубано-Приазовской низменности. Уч. зап. Краснодарского пединститута, вып. 17, стр. 46—57, 1956.
39. Борисов В. И. Гидрохимические фации речных вод Черноморского побережья (в пределах Краснодарского края). Уч. зап. Краснодарского пединститута, в. XXIV, 163—171, 1959.
40. Борисова Е. А. Гидрохимические фации и химическая денудация рек Пермской области. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 2 стр., 1949.
41. Вшивков А. В. Гидрохимические фации рек и озер лесной и лесостепной зон. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 4 стр., 1949.
42. Главатских Г. Г. Гидрохимические фации речных вод степной зоны. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 4 стр., 1949.
43. Горбунова К. А. Химическая география рек Пермской области. Река Кишертка. Доклады 5 Всеуральского географического совещания, 1959.
44. Горбунова К. А. Химическая география рек Пермской области. Реки Мазуевка и Советянка. Химическая география, вып. 1, стр. 93—98, Пермь, 1961.
45. Жаггар К. Б. и Лифшиц Г. М. Химическая география речных вод бассейна реки Северной Двины. Труды Воронежского зооветинститута, т. XV, стр. 451—468, 1956.
46. Жаггар К. Б. и Лифшиц Г. М. Гидрофации речных вод Донского бассейна. Труды Воронежского зооветинститута, т. XIII, стр. 78—89, 1956.
47. Кетова А. Ф. Гидрохимические фации речных вод тропиков (и субтропиков). Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 2 стр., 1949.

48. Кетова А. Ф. Гидрохимические фации речных вод тундровой зоны. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 3 стр., 1949.
49. Коньшин И. А. Гидрохимические фации речных вод горной (вертикальной) зоны. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 3 стр., 1949.
50. Коньшин И. А. Гидрохимические фации речных и озерных вод пустынной зоны. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 3 стр., 1949.
51. Кротова Е. А. Химический состав и химическая денудация рек Пермской области. Уч. зап. Пермского ун-та, т. 7, в. 4, стр. 107—151, 1956.
52. Лушников Е. А. Химический сток рек Башкирии. Научные труды Пермского горного ин-та, сб. 2, стр. 193—197, 1958.
53. Лушников Е. А. Химическая география рек Башкирии. Доклады 5 Всеуральского географического совещания, Пермь, 1960.
54. Максимович Г. А. Гидрохимические фации речных вод и их зональность. Доклады АН СССР, Новая серия, т. 37, № 5—6, стр. 211—216, 1942.
55. Максимович Г. А. Гидрохимические фации речных вод и их зональность. Известия Всесоюз. геогр. о-ва, т. 75, в. 1, стр. 38—50, 1943.
56. Максимович Г. А. Гидрохимические фации речных вод Пермской области. Доклады научн. конференций Пермского гос. ун-та, стр. 1—12, 1946.
57. Максимович Г. А. Химическая денудация Земли. Доклады АН СССР, т. 93, № 4, стр. 687—699, 1953.
58. Максимович Г. А. Химическая география речных вод. Химическая география вод суши, гл. IV, стр. 82—154, М., 1955.
59. Максимович Г. А., Абрамов М. С. Химическая денудация в верховье р. Камы. Уч. зап. Пермского ун-та, т. 11, в. 2, стр. 95—97, 1957.
60. Максимович Г. А., Кирилловых Т. В. Химическая география малых рек района города Перми. География Пермской области, вып. 1, стр. 61—66, Пермь, 1962.
61. Михайлов Г. К. К химической географии притоков Воткинского водохранилища. Химическая география, в. 1, стр. 81—91, Пермь, 1961.
62. Печеркин И. А., Матарзин Ю. М. Химическая география реки Камы на участке Пермь—Сайгатка (Воткинское водохранилище). Химическая география, вып. 1, стр. 71—80, Пермь, 1961.
63. Сотников А. В. Гидрохимические фации речных вод северо-восточного Прикаспия. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 3 стр., 1949.

Водохранилища

64. Матарзин Ю. М., Печеркин И. А. К гидрохимической характеристике Камского водохранилища. Материалы Всесоюзного совещания по эксплуатации Камского водохранилища, вып. 2, стр. 1—10, 1959.
65. Печеркин И. А., Матарзин Ю. М. Химическая география вод Камского водохранилища. Доклады 5 Всеуральского географического совещания, Пермь, 1960.

Озерные воды и льды

66. Блинов Л. К. Гидрохимия Аральского моря. 29 стр., М., 1957.
67. Боброва В. Н. К химической географии карстовых озер междуречья Сылвы и Шаквы. География Пермской области, в. 1, стр. 67—69, Пермь, 1962.
68. Вотинцев К. К. Гидрохимия озера Байкал. Издательство АН СССР, Москва, 1961.
69. Голубева Л. В. Химический состав вод некоторых карстовых озер Пермской области. Гидрохимические материалы, т. 21, стр. 81—85, 1953.
70. Горбунова К. А. Карстовые озера окрестностей деревни Дикое Озеро. География Пермской области, в. 1, стр. 123—128, Пермь, 1962.
71. Горбунова К. А. Карстовые озера района Мазуевки в Пермской области. Доклады 5 Всеуральского географического совещания, 3 стр., Пермь, 1959.

72. Гусева А. Н. К характеристике гидрохимических фаций карстовых озер. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 4 стр., 1949.
73. Максимович Г. А. Гидрохимические фации вод озер (и морей). Изв. АН СССР, серия геогр. и геофиз., № 4, стр. 212—227, 1944.
74. Максимович Г. А. Гидрохимические фации вод озер (и морей). Док. АН СССР, новая серия, т. 47, № 8, стр. 582—585, 1945.
75. Максимович Г. А. Химическая география озерных вод. Химическая география вод суши, гл. V, стр. 155—183, М., 1955.
76. Максимович Г. А. Озеро Кислое в Кишертском районе* Пермской области и его происхождение. Уч. зап. Пермского ун-та, т. 7, вып. 4, стр. 69—86, 1956.
77. Печерин А. И. К характеристике химического состава аласных озер Центральной Якутии. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 3 стр., Пермь, 1949.
78. Сотников А. В. Гидрохимические фации озерных вод Прикаспия. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 2 стр., 1949.
79. Яценко Р. В. Химическая география карстовых озер Чусовской стрелки Камского водохранилища. Химическая география, вып. 1, стр. 65—69, Пермь, 1961.

Почвенные воды

80. Максимович Г. А. О химической географии почвенных вод. Химическая география вод суши, гл. II, стр. 48—58, М., 1955

Льды суши

(вековая мерзлота, пещерные)

81. Максимович Г. А. Некоторые данные о химическом составе льдов суши. Химическая география вод суши, гл. VI, стр. 184—188, М., 1955.
82. Максимович Г. А., Кобяк Г. Г. Характеристика льда Кунгурской пещеры. Доклады АН СССР, т. 31, № 5, стр. 478—481, 1941.

Подземные воды

83. Альбов С. В. Гидрохимические фации подземных вод Крыма. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 2 стр., 1949.
84. Лушников Е. А. Гидрохимические фации подземных вод Башкирии. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 5 стр., 1949.
85. Лушников Е. А. Подземный сток Башкирии. Научные труды Пермского горного института, сб. I, стр. 121, 125, 156.
86. Лушников Е. А. Гидрогеологическое районирование территории Башкирии. Научные труды Пермского горного ин-та, сб. 4, стр. 32—35, 1958.
87. Лушников Е. А. Гидрохимическая характеристика подземных вод Башкирии. Научные труды Пермского горного института, сб. 5, стр. 161, 1959.
88. Максимович Г. А. Минеральные источники Чечни. Журнал прикладной химии, т. 5, вып. 8, стр. 27—29, 1932.
89. Максимович Г. А. Минеральные источники Чечни. Северо-Кавказский край, № 2—3, Ростов-на-Дону, 1932.
90. Максимович Г. А. Некоторые минеральные источники Горной Чечни. Уч. зап. Пермского ун-та, т. 2, в. 2, стр. 93—103, 1936.
91. Максимович Г. А., Горбунова К. А. Геоморфология и подземные воды г. Перми. Доклады геологического факультета Пермского университета, стр. 5—6, 1957.
92. Максимович Г. А., Горбунова К. А. Подземные воды с. Усть-Кишерть и их загрязнение. Доклады 5 Всеуральского географического совещания, 8 стр., Пермь, 1960.
93. Михайлов Г. К. К химической географии подземных вод верхнепермских отложений Среднего Прикамья. География Пермской области, в. 1, стр. 69—79, Пермь, 1962.

* Здесь и далее названия административных районов Пермской области, бывшие до 1/XII-1962 г.

94. Селивановский Б. В., Макаров Н. Е., Батыр В. В. Гидрохимические фации подземных вод нижней перми на южном окончании Вятского вала. Док. АН СССР, т. 68, № 2, стр. 369—372, 1949.

95. Селивановский Б. В., Макаров Н. Е., Батыр В. В. Гидрохимические фации подземных вод из нижней перми на южном окончании Вятского вала. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 2 стр., 1949.

96. Сотников А. В. Гидрохимические фации вод дочетвертичного комплекса пород северо-восточного Прикаспия. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 2 стр., 1949.

Грунтовые воды

97. Максимович Г. А. Гидрохимические фации грунтовых вод и их зональность. Доклады Академии наук СССР, новая серия, т. 56, № 6, стр. 625—628, 1947.

98. Максимович Г. А. Химическая география грунтовых вод. Химическая география вод суши, гл. III, стр. 59—82, М., 1955.

99. Максимович Г. А., Борисова Е. А., Оборина М. Г. Влияние деятельности человека на химический состав грунтовых вод. Доклады Пермской конференции по химической географии вод., Пермь, 1949.

100. Попкова Р. А. К характеристике гидрохимических фаций грунтовых вод. Доклады Пермской конференции по химической географии вод. 4 стр., 1949.

101. Раманаускас Э. Физико-химическая и микроэлементарная характеристика грунтовых вод г. Вильнюс. Вильнюс, 3—16, 1959.

Карстовые воды

102. Боброва В. Н. Некоторые новые пещеры в Кунгурском районе Пермской области и химизм вод подземных озер. Доклады 5 Всеуральского совещания, Пермь, 1961.

103. Горбунова К. А. К характеристике Ключевского участка Кишертско-Суксунского карстового района. Уч. зап. Перм. ун-та, т. 14, в. 1, стр. 9—13, 1959.

104. Горбунова К. А. Подземная химическая денудация и активность карста восточной части Уфимского вала. Доклады геологического факультета, Уч. зап. Перм. ун-та, т. 20, в. 1, стр. 15—20, 1960.

105. Горбунова К. А. Формирование карстовых брекчий восточного крыла Уфимского вала в свете гидрогеологических данных. Геология и разведка, Известия ВУЗ, № 10, стр. 89—92, 1960.

106. Горбунова К. А. К вопросу формирования химического состава карстовых вод. Химическая география, в. 1, стр. 59—63, Пермь, 1961.

107. Горбунова К. А. Особенности рельефа Кишертско-Суксунского карстового района. География Пермской области, в. 1, стр. 95—100, 1962.

108. Максимович Г. А. Актайско-Талицкое месторождение боксита. Уч. зап. Пермского ун-та, т. 2, в. 3, стр. 269—299, 1936.

109. Максимович Г. А. Гидрогеология и карстовые явления района Актайско-Талицкого месторождения боксита. Разведка недр № 9—10, стр. 38—41, 1937.

110. Максимович Г. А. К характеристике гидрохимических фаций карстовых вод. Химическая география вод суши, гл. VIII, стр. 199—214, М., 1955.

111. Максимович Г. А., Кобяк Г. Г. К характеристике вод подземных озер. Доклады АН СССР, т. 31, № 1, стр. 26—28, 1941.

Воды зоны выветривания

112. Максимович Г. А. Зональность почвенных, грунтовых, речных и озерных вод и гидродинамические зоны. Доклады АН СССР, т. 58, № 5, стр. 831—834, 1947.

113. Максимович Г. А. Особенности распределения гидрохимических фаций вод, связанных с корой выветривания. Химическая география вод суши, гл. VII, стр. 189—198, М., 1955.

114. Сотников А. В. Гидрохимические фации вод коры выветривания северо-восточного Прикаспия. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 3 стр., 1949.

Пластовые воды

115. Максимович Г. А. О Кохановской буровой скважине. Нефтяное хозяйство № 1, стр. 19—20, 1927.

116. Максимович Г. А. Йод и бром в буровых водах Грозненского района. Грозненский нефтяник № 12, стр. 79—82, Грозный, 1932.

117. Максимович Г. А. Буровые воды Вознесенской площади. Труды северо-кавказских конференций геологов-нефтяников, вып. 4, стр. 103—126, изд. АН СССР, 1933.

118. Максимович Г. А. Перспектива добычи йода и брома из буровых вод грозненских нефтяных районов. Минеральное сырье № 8, стр. 26—32, 1933.

119. Максимович Г. А. К характеристике гидрохимических фаций пластовых вод стратисферы. Доклады АН СССР, Новая серия, т. 45, № 6, стр. 268—271, 1944.

120. Максимович Г. А. Химическая география пластовых вод. Химическая география вод суши, гл. IX, стр. 215—235, М., 1955.

121. Максимович Г. А., Быдтаев А. И. Характеристика буровых вод Датыхского разведочного района. Труды северо-кавказских конференций геологов-нефтяников, вып. 5, стр. 118—132, АН СССР, 1932.

122. Максимович Г. А., Кузнецова Л. С., Борисова Е. А. Гидрохимические профили нефтяных месторождений платформ. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 3 стр., 1939.

Воды вулканоидов

123. Кузнецова Л. С. Гидрохимические фации вод вулканоидов. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 4 стр., 1949.

124. Максимович Г. А. Типы вулканоидов и гидрохимические фации их вод. Химическая география вод суши, гл. X, стр. 236—247, М., 1955.

Рудничные воды

125. Боброва В. Н. К характеристике гидрохимических фаций рудничных вод. Доклады Пермской конференции по химической географии вод, 3 стр., 1949.

Морские воды и льды

126. Максимович Г. А. Некоторые сведения о химическом составе морских вод (и льдов). Химическая география вод суши, гл. XI, стр. 248—262, М., 1955.

Пермский государственный университет
им. А. М. Горького