

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

АЗЕРБАЙДЖАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им.С.М.КИРОВА

На правах рукописи

Л.А.ГРИГОРЯН

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ
ПРИ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОИСКАХ
(На примере Алавердского рудного района Арм.ССР)

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание учёной степени
кандидата геолого-минералогических наук

Баку - 1970

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

АЗЕРБАЙДЖАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им.С.М.КИРОВА

На правах рукописи

Л.А.ГРИГОРЯН

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ
ПРИ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОИСКАХ

(На примере Алавердского рудного района Арм.ССР)

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание учёной степени
кандидата геолого-минералогических наук

Баку - 1970



Ученый Совет геолого-географического факультета Азербайджанского Государственного университета им.С.М.Кирова направляет Вам для ознакомления автореферат диссертации Л.А.Григоряна, представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Работа выполнена в Институте геологических наук АН Армянской ССР.

Решением Ученого Совета геолого-географического факультета Азерб.Гос.университета официальными оппонентами утверждены:

1. доктор геолого-минералогических наук, профессор
А.И.ПЕРЕЛЬМАН
2. кандидат геолого-минералогических наук, доцент
С.А.БЕКТАШИ

Работа направлена на отзыв в Управление Совета Министров Арм.ССР по геологии.

Автореферат разослан "23" февраля 1970 г.

Защита состоится *в конце марта* 1970 г. на Ученом Совете геолого-географического факультета Азербайджанского Государственного университета им.С.М.Кирова.

Ваши отзывы (в двух экземплярах с заверенной подписью) просим направлять по адресу: Баку, ул.Патриса Лумумбы, 23. Азербайджанский Государственный университет им.С.М.Кирова, ученому секретарю геолого-географического факультета.

Ученый секретарь Совета
доктор геолого-минералогических наук,
профессор

(Г.Ю.ИСРАФИЛОВ)

При постановке геохимических поисковых работ большую роль играет ландшафтно-геохимическое районирование территории. Каждый геохимический ландшафт характеризуется своими условиями образования вторичных ореолов рассеяния вокруг месторождений полезных ископаемых и своими фоновыми содержаниями элементов-индикаторов оруденения в почвах, породах, организмах. Поэтому методика геохимических поисков должна быть дифференцирована применительно к отдельным геохимическим ландшафтам.

Цель настоящей работы - показать (на примере одного из рудных районов Армянской ССР) значение указанного районирования для рационального комплексирования геохимических поисковых методов в горных областях.

В основу предлагаемого нами районирования был положен принцип, предложенный А.И.Перельманом.

На основании имеющихся материалов по геологическому строению района и его геоморфологии, почвенной и растительной характеристике, а также на основе собственных исследований гидрогеологии и гидрохимии района было выделено на его территории 4 основных типа ландшафта, в состав которых входят 15 видов геохимических ландшафтов. Каждый из них, как уже было сказано, характеризуется присущими ему общими геохимическими показателями и определенными фоновыми содержаниями металлов-индикаторов в коре выветривания, почвах, водах, растениях.

Возможности применения того или иного геохимического метода поисков устанавливались в результате опытных работ в пределах исследуемой территории методами: гидрогеохимическим, почвенно-гидрохимическим, металлометрическим, биогеохимическим, шлиховых и донных отложений.

В результате комплекса проведенных исследований была составлена крупномасштабная прогнозная карта на медь, которая может быть использована для направления поисково-разведочных работ.

Полевые работы проводились в течение четырех сезонов (1963 - 1966). В процессе полевых работ было отобрано более 750 проб донных осадков, 150 образцов свежих и выветрелых разностей горных

пород, 185 проб воды, 44 растительных и 112 почвенных проб.

Весь собранный материал был подвергнут химическому, гидрохимическому, минералогическому и спектральному (в том числе количественному на медь) анализам в соответствующих лабораториях ИГН АН Арм.ССР аналитиками И.Б.Элиазян, Э.А.Кюрегян, Ц.О.Эксюзян, Г.М.Мкртчяном, М.А.Мартirosяном, Г.Б.Нисанян.

В период проведения полевых работ автор получал постоянную поддержку со стороны геологов Арм.ГУ - Р.А.Шахбазяна и А.А.Гурджяна, а также помощь инженера отдела гидрогеологии ИГН АН Арм.ССР Г.Б.Аракеляна.

При составлении работы автор пользовался советами и ценными указаниями кандидатов геол.минер.наук Н.И.Долухановой, Н.Р.Азаряна, А.Л.Ананяна, А.Р.Галстяна, Б.М.Меликсетяна.

Автор с признательностью отмечает также постоянное руководство в процессе всей работы над диссертацией кандидата геол.-мин.наук П.М.Каплянана.

Автор считает своим долгом выразить всем перечисленным товарищам свою глубокую благодарность.

Географическое положение и природные условия исследованного района

Исследованная область представлена типично горным расчлененным рельефом и занимает междуречье средних течений рр.Дебед и Агстев.

Наиболее крупной орографической единицей территории является хребт Гугарац. Абсолютные отметки хребта 2000 м и более. От хребта Гугарац ответвляются многочисленные отроги: 1) в районе г.Соах - хребт северо-восточного простираения с вершинами Марал (1874 м) и Когал (1957 м), разделяет бассейны рр.Аксибара и Карахан; 2) хребт юго-восточного простираения, с вершинами Яных-полуд (1868 м) и Кармир (2091 м) отделяет бассейны рр.Карахан и Спитак; 3) небольшой отрог с вершинами Далик (2023 м) и Кармиркар (2001 м) протягивается от южной части хребта Гугарац в восточном направлении и служит водоразделом рр.Спитак и Хач-ахпюр. Южнее указанного отрога, отделяясь от него ущельем р.Хач-ахпюр, расположен Иджеванский хребт. Протягивается он в близширотном

направлении от города Дилижан до города Иджеван, являясь водо-разделом между рр.Хач-ахпюр и Агстев. Вершинами этого хребта являются Бухсана (2532 м) и Дали (2502 м). Для всего района характерно постепенное убывание высот с юга на север.

Исследованная территория входит в бассейн р.Агстев. Основными водными артериями являются р.Агстев и р.Восклар. Наиболее значительными притоками служат рр.Хач-ахпюр, Спитак и Карахан. Питание всех указанных рек и ручьев смешанное: снеговое, грунтовое, дождевое.

В пределах описываемого района намечается некоторая зональность климатических условий, связанная с убыванием абсолютных отметок в направлении с юго-запада на северо-восток, в сторону Прикуринской низменности. Однако, отсутствие резкого перепада высот определяет здесь постепенный переход климата от влажного умеренного до умеренно-теплого. Годовая сумма атмосферных осадков составляет, в среднем: для района с влажным умеренным климатом 700-750 мм, а для района с умеренно-теплым климатом - 600 мм.

Всего в пределах описываемого района отмечено четыре типа почв, являющихся, в основном, разновидностями горно-лесных и альпийских.

Широко распространены горно-лесные почвы, представленные в описываемом районе горно-лесными бурными почвами умеренно-влажных лесов и горно-лесными коричневыми почвами сухих лесов и кустарников. Значительное развитие имеют также горно-луговые почвы. Представлены они, в основном, субальпийскими горно-луговыми коричневыми и в меньшей степени субальпийскими горно-луговыми черноземовидными почвами. В пределах Иджеванского хребта имеют распространение горно-каштановые почвы сухих степей.

Распределение растительного покрова в районе довольно пестрое. Вышеуказанные особенности климата и фациальная смена литологического состава пород, обусловившие многообразие почвенного покрова, создали на этой сравнительно маленькой территории довольно разнообразную растительность. Здесь имеют развитие: фриганоидная растительность; буковые леса, буково-дубовый комплекс; буково-дубовое редколесье в комплексе с высокотравьем и лугами; нижнеальпийские луга; и комплекс альпийских лугов, ковров и плотнодерновных формаций с трагантивыми астрогалами.

По существующей геоморфологической градации описываемый район относится к области глубоко расчлененного среднегорья, характерного для большей части территории республики. Преобладающим генетическим типом рельефа здесь является структурно-денудационный с подчиненным значением эрозионно-денудационного, развитого, в основном, в северо-восточной части описываемого района. Механическое выветривание преобладает в южной и юго-западной частях района в пределах Иджеванского хребта и восточных склонов хребта Гугарац; химическое - на большей части описываемого района.

В целом по району современные экзогенные процессы выражены слабо.

Геолого-гидрогеологический очерк

Стратиграфический разрез описываемого района представлен отложениями юры, мела и палеогена. В пределах исследованного района наиболее широкое развитие имеют отложения средне- и верхнеюрского времени. Отложений нижней юры во всем междуречье Дебед и Агстев не отмечается. Отложения средней юры занимают до 60% исследованной территории, причем обнажаются верхнебайосские и батские, тогда как нижнебайосские и ааленские образования не вскрыты эрозией. Породами среднеюрского возраста сложена северо-западная и центральная части исследованной территории. Представлены они эффузивами, вулканогенно-обломочными и нормально-осадочными образованиями. Суммарная мощность вскрытой эрозией части этих отложений равна 2200-2400 м.

Значительное развитие в исследованном районе имеют и отложения верхней юры. В основном они занимают крайнюю юго-восточную часть территории, окаймляя выходы среднеюрских отложений Алавердского антиклинория. Представлена верхняя юра осадочными, вулканогенно-осадочными и вулканогенными породами келловей, оксфорда и киммериджа.

На территории исследованного района отложения мела развиты на юге, в пределах Иджеванского хребта. Представлена меловая система отложениями нижнего и верхнего мела, причем некоторые ярусы полностью выпадают из разреза. Нижний мел развит незначительно, выражен терригенной фацией среднего и верхнего альба. Такое же, относительно небольшое, развитие имеют породы верхнего мела. От-

мечаются два яруса верхнемеловых отложений: верхний турон - нижний коньяк и кампан-маастрихт. Литологически - это туффиты и туфогенные песчаники, светло-серые мергелистые известняки и мергели.

Палеоген слагает западную часть исследованного района. Из всего разреза палеогенового времени здесь отмечены только отложения среднего эоцена. Литологически представлены двумя свитами: вулканогенной и осадочной. Наибольшее распространение имеют осадочные породы.

Широкое развитие в междуречье Дебед и Агстев имеют интрузивные породы, представленные, в основном, кислыми разностями. Интрузивы основного состава (мелкие выходы габброидов) имеют подчиненное значение. Интрузивы описываемого района по возрасту подразделяются на четыре группы: среднеюрские, верхнеюрские меловые (досенонские и верхнемеловые) и постсреднеэоценовые.

Первую группу составляют интрузивы кислого состава. Это кварцевые плагиопорфиры, диорит-порфиры и кварцевые диорит-порфиры. Во вторую группу интрузивов входят альбитофиры (плагиогранит-порфиры) и габбро-диабазы. Третью группу составляют гранодиориты и кварцевые диориты. Наконец, последняя группа интрузивов объединяет гранодиориты, кварцевые диориты, габбро-диориты и дациты.

В структурном отношении исследованный район входит в Сомхето-Кафанскую зону и занимает ее северо-западную часть. В региональном плане описываемый район входит в расположение трех крупных положительных структур - Локского, Алавердского и Шамшадинского антиклинориев, разделенных двумя синклиниями антикавказского простираения - Лалварским - между Локским и Алавердским антиклинориями и Иджеванским между Алавердским и Шамшадинским антиклинориями. Объектом наших исследований являлись: юго-восточное крыло Алавердского антиклинория и северо-западная часть Иджеванского синклиория.

Согласно И.Г.Магакьяну описываемая территория входит в Алавердский рудный район, являющийся частью Алаверди-Кафанского меднорудного пояса. Алавердский рудный район характеризуется распространением колчеданных месторождений медных полиметаллических и баритовых руд. Из металлов основное значение в указанном районе имеет медь, второстепенное - цинк, свинец и резко подчиненное - золото, серебро и олово. В связи с этим и комплекс проведенных

работ был направлен на выявление меди - основного металла этого рудного района.

Подземные воды междуручья Дебед и Агстев играют существенную роль в водном балансе республики. Большое количество выпадающих атмосферных осадков, развитие на значительной площади нормально осадочных отложений, отличающихся хорошими коллекторскими свойствами, наличие благоприятных структур способствуют формированию на этой территории значительных запасов подземных вод. Область формирования этих вод располагается в пределах Иджеванского синклинального хребта преимущественно на свободной от леса хорошо обнаженной поверхности коренных пород. На всей этой площади обнажаются коренные породы в основном юрской системы. Региональной областью разгрузки вод наземного и подземного (в пределах зоны местного и, частично, регионального) стоков является долина р.Агстев.

При использовании схемы трехчленного гидродинамического деления, предложенной Ф.А.Макаренко для горных стран, в пределах описываемой территории выделяются в вертикальном разрезе: а) зона местного стока (ограничивающаяся в каждом конкретном случае местным базисом эрозии); б) зона регионального стока (региональным базисом эрозии является долина р.Агстев); в) зона вод глубокой циркуляции. В силу литологических особенностей пород, слагающих территорию, в пределах зоны местного стока выделяются подзоны: 1) грунтово-трещинных вод и г) пластово-трещинных вод.

Несмотря на различия в литологическом составе пород химический состав подземных вод довольно однообразен. В основном - это гидрокарбонатные, кальциево-натриево-магниевые или натриево-кальциевые воды. Заметны колебания общей минерализации. Наименее минерализованными (110-120 мг/л) являются воды зоны местного стока, приуроченные к вулканогенным образованиям юры, наиболее минерализованными - воды зоны регионального стока, связанные с карбонатной толщей мела (85-900 мг/л). Все воды без исключения содержат в значительных количествах кремниевую кислоту.

Ландшафтно-геохимическое районирование

Сущность принципа районирования, предложенного А.И.Перельманом, заключается в анализе биоклиматических, рельефно-морфоло-

гических и геолого-литологических условий с учетом класса водной миграции элементов и соединений.

Типы ландшафта выделяются по биоклиматическому признаку. В пределах типа выделяются классы по водной миграции элементов. В пределах класса - роды по рельефу и виды по геологическому строению.

Всего на территории данного района нами выделяется четыре типа геохимических ландшафтов: 1) сухие горные степи, развитые на горно-каштановых почвах; 2) сухие леса и кустарники, развитые на горно-лесных коричневых почвах; 3) умеренно-влажные леса, развитые на горно-лесных бурых почвах и 4) субальпийские луга, развитые на горно-луговых почвах.

Ниже приводится характеристика и общие геохимические показатели выделенных типов ландшафтов.

I. Сухие горные степи, развитые на горно-каштановых почвах.

A. Кальциевый класс водной миграции

а) В условиях интенсивно расчлененных средних гор, сложенных известняками кампан-маастрихта.

Северный склон Иджеванского хребта (верховья ручьев Нобелян, Соух и Тойдолян) (табл. I).

Таблица I

Сухие горные степи, развитые на горно-каштановых почвах

Рельеф	Геологическое строение		
	Известняки и мергели кампан-маастрихта	Вулканогенные образования юры и интрузивные породы	Вулканогенно-осадочные породы
Слабо расчлененные средние горы 1500-2000м		Северный склон Иджеванского хребта (ниже известняков кампан-маастрихта) Кальциево-натриевый класс водной миграции.	Северный склон Иджеванского хр. (ниже известняков кампан-маастрихта). Кальциево-натриевый класс водной миграции.
Интенсивно расчлененные средние горы 2000-2500 м	Северный склон Иджеванского хр. (верховья ручьев: Нобелян, Тойдолян, Соух). Кальциевый класс водной миграции.		

Характеризуется как типичная сухая горная степь. Большое содержание углекислого кальция в материнских породах создает избыток его и в зоне гипергенеза. Ландшафт молодой и связь гипергенных процессов с литологическим составом пород очевидна. Рыхлая кора выветривания очень маломощна и представлена трухляком. Мощность почвенного покрова не превышает 35-40 см. Растительный покров скуден. Класс водной миграции, при наличии слабощелочных условий (рН почв и грунтовых вод 7,5-8,0) и окислительной обстановки - кальциевый. В результате сопоставления валового анализа известняков, образовавшихся на них почв и дренирующих данный ландшафт вод, отмечается значительное увеличение в почве и коре выветривания алюминия и железа. Менее интенсивно, но также накапливаются марганец, кремний и титан.

Сокращаются содержания кальция и натрия.

Высокое содержание калия носит явно выраженный биогенный характер. Ряды миграции элементов имеют следующий вид: $Cl > SO_4$ »
 $Na > Mg > Ca$

Аккумуляция элементов в коре выветривания и почвах представлена рядом $Al \gg Fe > SiO_2$

Относительно низкая миграционная способность кальция обусловливается избытком его во вмещающих породах и чрезвычайно активным воздействием последних на формирование этого молодого ландшафта. Принимая во внимание широкое обизвесткование продуктов вторичного образования, кальций можно считать типиморфным элементом данного ландшафта.

Распределение металлов по профилю почвенного покрова происходит с увеличением их в верхних частях разреза, причем наибольшая аккумуляция наблюдается у меди, затем у свинца и железа.

Б. Кальциево-натриевый класс водной миграции

а) В условиях слабо расчлененных средних гор, сложенных вулканогенными и вулканогенно-осадочными образованиями юры.

Северный склон Иджеванского хребта (ниже известняков кампанмаастрихта) (табл. I).

В биоклиматическом отношении - это сухая степь, развитая на коричневых лесных остепненных почвах. На склонах отсутствуют поверхности выравнивания и висячие долины. Рельеф молодой, эрозионный. Здесь также наблюдается непосредственная связь гипергенных

процессов с литологическим составом пород. Корка выветривания пород очень маломощна и представлена рыхлым трукляком.

Класс водной миграции, при наличии слабощелочных условий (рН почв и грунтовых вод 7,5-8,0) и окислительной обстановки - кальциево-натриевый.

При сопоставлении валового анализа туфобрекчий, являющихся основной материнской породой, почв и дренирующих данный ландшафт вод, отмечается значительное увеличение в почве и коре выветривания алюминия, титана, железа и марганца. Тенденцию к накоплению имеют также кремний и, частично, магний. Резко сокращаются содержания кальция и натрия. Увеличение содержаний калия носит, как и в предыдущем случае, биогенный характер.

Миграция элементов представлена следующим рядом: $Cl > SO_4 \gg Ca > Na$

Аккумуляция элементов в коре выветривания и почвах представлена рядом: $Al \gg Fe > Mn > Ti > SiO_2$

В почвенном покрове отмечается вынос карбонатов. На поверхности почв видны следы обызвесткования.

Распределение металлов по профилю почвенного покрова проходит с резким увеличением их в верхней части разреза. Начиная с 10-15 см от поверхности, содержания резко уменьшаются. Наибольшей аккумуляцией характеризуются медь и свинец.

II. Сухие леса и кустарники, развитые на горно-лесных коричневых почвах

В силу однотипности геолого-литологических разностей пород, слагающих данный тип ландшафта, здесь по классу водной миграции выделяется только:

А. Кальциевый класс водной миграции

а) В условиях слабо расчлененных и средних гор, сложенных вулканогенными образованиями юры и интрузивными породами.

Правый и, частично, левый борт ручья Хач-ахпир.

б) В условиях слабо расчлененных средних гор, сложенных вулканогенно-осадочными породами.

Правый борт ручья Карахан (северный и южный склоны г. Яных).

в) В условиях слабо холмистых сглаженных гор, сложенных вулканогенными образованиями юры и интрузивными породами.

Правый борт среднего течения р.Спитак (в 2-х км к северу от г.Далик).

г) В условиях слабо холмистого сглаженного рельефа, сложенного вулканогенно-осадочными породами юры.

Правый борт среднего течения р.Спитак (табл.2).

Таблица 2

Сухие леса и кустарники, развитые на горно-лесных коричневых почвах (кальциевый класс водной миграции)

Рельеф	Геологическое строение	
	Вулканогенные образования юры и интрузивные породы	Вулканогенно-осадочные породы
Слабо холмистый, сглаженный 1500 - 2000 м.	Среднее течение р.Спитак (правый борт в 2-х км к северу от г.Далик)	Среднее течение р.Спитак (правый борт в 2 км к северу, северо-востоку от г.Далик).
Слабо расчлененный 1500-2000 м.	Правый борт ручья Хачахпур	Правый борт ручья Каракан (северный и южный склоны г.Яных).

Все перечисленные виды геохимических ландшафтов характеризуются одним классом водной миграции - кальциевым. Гипергенные процессы здесь имеют одинаковую направленность и интенсивность. Поэтому и геохимическая характеристика этих видов ландшафтов приводится общая.

Тошая корка выветрелых пород, подстилающая почвы, характеризуется слабым обызвесткованием (видны налеты и прожилки карбоната кальция).

Растительный покров представлен в основном кустарником, карликовым грабом и дубом.

Воды - гидрокарбонатные кальциево-натриевые с минерализацией до 330 мг/л. Класс водной миграции - при наличии слабощелочных условий развития почв и грунтовых вод и окислительной обстановки - кальциевый.

При сопоставлении валового состава кварцевых плагипорфиров, продуктов их выветривания и почв, развитых на них, и химического состава вод, дренирующих данный ландшафт, отмечается интенсивное

накопление алюминия и титана, а также существенное увеличение содержаний железа и марганца. В почве, по отношению к коре выветрелых пород резко сокращаются содержания кальция и магния. Это, по-видимому, объясняется тем, что кальций и магний с поверхности почвенного покрова вымываются в нижние горизонты, образуя карбонатный горизонт. Значительно уменьшается в почве и содержание кремния. Необъяснимым и, на наш взгляд, парадоксальным является увеличение в почвенном покрове содержаний калия и натрия. Если предположить, что увеличение калия носит биогенный характер, то содержание натрия должно было сократиться. Либо это ошибка анализа, либо процесс, объяснения которому мы не нашли.

Таким образом, миграция представлена следующим рядом: $Cl > SO_4 > Ca > Mg > SiO_2$

Аккумуляция элементов имеет следующую последовательность: $Al > Ti > Fe > Mn > Na (?) > K (?)$

В пределах горизонта вымывания карбонатов отмечается повышение содержаний тяжелых металлов, осажденных углекислым кальцием.

В почвенном профиле резко увеличивается содержание металлов в карбонатном горизонте (20 см от поверхности). Выше по разрезу содержания уменьшаются, оставаясь, однако, в полтора раза выше фоновых содержаний таковых в исходной породе (содержание меди в кварц-плагиопорфирах - 0,0034%).

Как и в предыдущих случаях, наибольшей аккумуляцией характеризуются медь и свинец. В этом же горизонте весьма значительны и содержания железа и марганца, образующие гидроокислы этих элементов.

III. Умеренно-влажные леса, развитые на горно-лесных бурых почвах

A. Кальциевый класс водной миграции

а) В условиях слабо расчлененных средних гор, сложенных вулканогенными образованиями юры.

Среднее течение р. Сарнахпур.

б) В условиях слабо холмистых сглаженных гор, сложенных

вулканогенными образованиями юры.

1. Правый борт ручья Хач-ахпур (междуречье с. Тойдолян-Сарнахпур и восточнее).

2. К северу от г. Сарнахпур.

3. Верховья и район среднего течения р. Карахан.

в) В условиях речных долин и каньонов, сложенных аллювиально-делювиальными отложениями.

1. Верховья и район среднего течения рр. Карахан и Сарнахпур.

2. Район среднего течения р. Хач-ахпур (табл. 3),

Таблица 3

Умеренно-влажные леса, развитие на горно-лесных бурых почвах (кальциевый класс водной миграции)

Рельеф	Геологическое строение	
	Аллювиально-делювиальные отложения	Вулканогенные образования юры и интрузивные породы
Слабо холмистый сглаженный 1500-2000 м	-	Правый борт ручья Хач-ахпур (напротив п. Карнут) междуречье Тойдолян и Соух, к северу от р. Соух, к северу от г. Сарнахпур
Слабо расчлененный 1500-2000 м	-	Район среднего течения р. Сарнахпур.
Речные долины и каньоны 1500 - 2000 м.	Верховья и район среднего течения рр. Карахан, Сарнахпур и Хач-ахпур.	-

Перечисленные виды геохимических ландшафтов имеют широкое распространение в пределах описываемой территории.

Развитие почвенного покрова происходит в слабо кислых и кислых условиях (рН верхних горизонтов почв составляет 6-6,2). Карбонатов с поверхности нет.

Класс водной миграции, при наличии нейтральных и слабокислых условий развития почвенного покрова - кальциевый. Обстановка, в которой протекают гипергенные процессы, резко окислительная.

Происходит интенсивное накопление титана, марганца, алюминия и железа. Чуть замедленное, но также однозначно повышается

содержание кремния.

Повышение кальция в выветрелых породах сменяется резким объединением его в верхних горизонтах почв.

Примерно аналогично и поведение магния.

Миграция элементов в данном типе ландшафта представлена следующим рядом: $Cl \gg SO_4 > Na > Ca > Mg$

а аккумуляция: $Ti > Mn > Al > Fe \gg SiO_2$

Накопление металлов в почвенном разрезе происходит в иливиальном карбонатном горизонте, расположенном на глубине 40-45 см от поверхности. Кверху содержания металлов уменьшаются, достигая минимума в интервале 5-15 см от поверхности.

В пределах подстилки (0-5 см) в некоторых пробах содержание металлов увеличивается.

IV. Субальпийские луга, развитые на горно-луговых почвах

А. Кислый, переходящий к кальциевому, класс водной миграции

В пределах данного типа выделяются четыре вида геохимического ландшафта, наиболее распространенные в данном районе.

Отмечается однотипность их геолого-литологических и рельефо-морфологических условий (табл.4).

Развитие гипергенных процессов, протекающих под влиянием избытка органических кислот, происходит в слабокислой среде. Вследствие кислой реакции тяжелые металлы из почв вымываются либо в свободном состоянии, либо в комплексе с легкоподвижными соединениями. Класс водной миграции - кислый, переходящий к кальциевому. Непосредственно с поверхности преобладает кислая реакция. Постепенно с глубиной возрастает роль кальция.

В нижних горизонтах последовательность миграции представлена следующим рядом: $Cl > SO_4 \gg K > Na > Mg$

Аккумуляция протекает по схеме: $Al \gg Fe > SiO_2 > Ca$

В верхних горизонтах почвенного покрова миграция элементов выражена рядом: $Cl > SO_4 \gg Ca > Mg > Na > SiO_2$

а аккумуляция: $Al \gg Ti > Fe > Mn \gg K$

Содержание металлов по почвенному профилю весьма низкое с небольшим увеличением в низах разреза.

Таблица 4

Субальпийские луга, развитые на горно-луговых почвах
(кислый, переходящий к кальциевому класс водной миграции)

Рельеф	Геологическое строение	
	Вулканогенные образования юры и интрузивные породы	Вулканогенно-осадочные породы
Слабо холмистый сглаженный 1500-2000 м	Район гг. Сарнахпур, Гибрасаилых, Гилак, верховья р. Спитак	Район гг. Сарнахпур, Гибрасаилых, Гилак, верховья р. Спитак
Слабо расчлененный 1500-2000 м	Район среднего течения р. Нобелян, верховья ручья Хач-ахпур. Восточные склоны гг. Тактамош и Толваилу. Район гг. Кызыл и Далик. Восточные склоны г. Хач-ахпур.	Район среднего течения р. Нобелян. Верховья р. Хач-ахпур. Район г. Далик

Обзор примененных геохимических поисковых методов

1. Метод донных осадков

Из всех примененных нами геохимических поисковых методов наименее изученным с теоретической точки зрения является метод донных осадков. При постановке опытных работ нас интересовали следующие вопросы: с какой фракцией в гранулометрическом разрезе связаны металлы, а также каково влияние минералогического состава вмещающих пород на характер распределения меди в донных осадках? В настоящей работе мы попытались ответить на поставленные вопросы.

В результате гранулометрического разделения проб донных осадков обрисовались следующие закономерности в отношении отдельных фракций.

Наиболее существенную часть донных осадков составила фракция 0,01, на которую в среднем приходится 46,08% веса всей навески. Далее следует фракция 0,25-0,1, достигающая в среднем 39,5% веса всей навески. Фракция 0,1-0,01 составила примерно 13% веса всей навески.

Процент выхода тяжелых металлов по всем фракциям относительно ровный. Наблюдается небольшое увеличение процентного содержания тяжелых металлов от крупных к более мелким фракциям (0,25-0,1-6%; 0,1-0,01-8%; 0,01-II%).

Распределение меди по фракциям донных осадков происходит следующим образом:

В песчаной фракции (0,25-0,1) содержание меди коррелируется, в основном, не с тяжелыми минералами, а со всей фракцией. Здесь, видимо, значительная часть меди находится в составе легкой фракции.

В следующей алевритовой фракции (0,1-0,01) более отчетливой становится прямая зависимость содержания меди от выхода тяжелых минералов.

Наконец, особенно наглядно наблюдается зависимость содержания меди от выхода тяжелых минералов в глинистой фракции (0,01).

Это, по-видимому, объясняется сорбцией глинистыми минералами гидроокислов железа, с которыми связаны наибольшие содержания меди.

Таким образом, по мере изменения фракции от песчанистой к глинистой возрастает связь меди с тяжелыми минералами. Тем не менее, медь присутствует в значительных количествах (до 20%) и в легкой фракции, коррелируясь с силикатным материалом.

Вещественный состав донных отложений, развитых за счет вмещающих пород, подверженных экзогенным процессам, довольно однотипен. Основное значение имеют следующие группы минералов тяжелой фракции: пироксена, окислы железа (магнетит, гематит, ильменит), пирит и гидроокислы железа, амфиболы, эпидот и цоизит. (Некоторое количественное перераспределение пирита и гидроокислов железа во фракции тяжелых минералов наблюдается в зависимости от ландшафтно-геохимических условий).

В легкой фракции всех проб донных осадков преобладают выветрелые и глинистые минералы, составляющие обычно не менее 85% легких минералов.

Далее идут плагиоклазы. В незначительном количестве присутствуют обломки пород и вулканическое стекло.

В составе легкой фракции основная часть меди связывается с выветрелыми и глинистыми минералами.

Несколько разнообразнее связь меди с минералами тяжелой фракции. Здесь выделяются три группы минералов, коррелирующихся с медью. Наблюдается прямая связь меди с гидроокислами железа и пиритом. Эта зависимость четкая и наглядно подтверждается графиками, приведенными в работе. (Основная масса гидроокислов железа образуется за счет разложения пирита, с которыми коррелируется до 25% меди тяжелой фракции). Наблюдается не очень четкая корреляционная зависимость

содержаний меди от минералов группы пироксенов (авгит, гиперстен и, частично, диопсид).

Отмечается отсутствие всякой зависимости содержания меди от амфиболов и эпидот-цоизита, хотя в некоторых пробах значение последних в минералогическом составе тяжелой фракции достигает значительных величин.

Наблюдается, правда, весьма нечеткая связь содержания меди в пробах от ландшафтно-геохимических условий. Существует общая тенденция возрастания содержаний меди от ландшафтов горных лугов, влажных лесов к ландшафтам сухих лесов и кустарников (содержания, соответственно: 74,3; 79,7; 82,5%).

В силу ландшафтно-геохимических условий исследованной территории метод донных осадков признан как основной поисковый геохимический метод.

2. Гидрогеохимический метод

Из всех геохимических поисковых методов по вторичным ореолам рассеяния наиболее распространенным и хорошо изученным в условиях Арм.ССР является гидрогеохимический. Многолетние работы целого ряда исследователей позволили выявить закономерности поведения металлов в водах и установить основные гидрогеохимические поисковые признаки для основных рудных районов республики.

Проведенные нами исследования в пределах описываемой территории указывают, что гидрогеологический метод не может в данных конкретных условиях являться основным поисковым методом. Полученные результаты дают основание считать этот метод вспомогательным.

В результате работ установлены фоновые содержания в водах основных металлов-индикаторов оруденения.

3. Биогеохимический метод

Для выяснения вопросов биогенной миграции меди и возможности применения биогеохимических методов поисков нами отбирались и образцы растительности. Отбор проводился спорадически, однако с учетом видового различия.

Преобладающими видами деревьев в пределах умеренно-влажных лесов являются: бук восточный (*Fagus*) и вяз (*Ulmus*).

Опробованы были бук и вяз, произрастающие над заведомо известными рудными телами и на безрудных участках. Приближенно-количественному спектральному анализу подвергались отдельные части расти-

тельных организмов - листья, сучья и кора.

Валовому спектральному анализу были подвергнуты также разнотравье горно-луговых ландшафтов.

Результаты этих исследований легли в основу выделения фоновых содержаний меди в зоне растительных сообществ, произрастающих в пределах различных ландшафтно-геохимических типов.

Выведены ряды биологического поглощения элементов.

4. Почвенно-гидрохимический метод

Метод почвенно-гидрохимической съемки был предложен и разработан в Институте геологических наук АН Арм.ССР Н.И.Долухановой и Э.А.Кюреган.

Впервые метод был применен в 1951 г. на Дастакертском медно-молибденовом месторождении. Обнадёживающие результаты съемки способствовали успешному применению его затем и на других медно-молибденовых месторождениях республики (Каджаран, Анкаван, Агарак).

В результате почвенно-гидрохимический метод прочно вошел в число надежных геохимических методов поисков по вторичным ореолам рассеяния.

1464
Сущность предложенного метода заключается в поисках искомых компонентов в воднорастворимой части почв. Навеска почвы в количестве 100 гр., полученная после пропускания через 3-х мм сито, разбавляется дистиллированной водой в пропорции 1:5. После 3-х минутного взбалтывания раствор пропускается через фильтр. В отфильтрованном растворе колориметрически определяются искомые компоненты. Решающее значение почвенно-гидрохимический метод приобретает в условиях слабой обводненности территории. Большие возможности имеет данный метод и при поисках отдельных рудных тел на полях известной рудной минерализации. Не всегда удается в подобных условиях только гидрохимической съемкой получить исчерпывающие данные.

Динамичность водных ореолов, общая зараженность вод металлами зачастую не дают возможности определить более или менее точно местоположение искомого рудного тела. В подобных случаях почвенно-гидрохимический метод может явиться одним из основных поисковых методов.

В пределах описываемой территории проводилась опытная почвенно-гидрохимическая съемка. Целью проведенных исследований являлось: выяснение условий миграции металлов в почвах, принадлежащих к раз-



личным ландшафтно-геохимическим типам; установление зависимости содержаний меди от генетического типа почв; выделение фоновых содержаний металлов по различным типам почв и по району исследований в целом.

В результате для исследованной территории было определено место почвенно-гидрохимического метода в ряду других геохимических поисковых методов.

5. Другие методы

а) Металлометрический метод. При оценке этого метода для данной территории решались следующие вопросы: возможность и целесообразность применения этого метода в пределах данного района; выделение (в случае положительного решения) представительного горизонта опробования, который, как было показано выше, в различных генетических типах почв и делювиальных отложений может колебаться от нескольких сантиметров до 45-50 см и более от поверхности.

В результате наших работ была доказана целесообразность постановки металлометрии в пределах данной территории в качестве вспомогательного метода.

б) Шлиховая съемка. По существу шлиховая съемка является микрологическим поисковым методом. Широкое применение ее на территории республики позволяет считать метод одним из наиболее перспективных. Однако в силу приведенных выше соображений (слабая выраженность процессов денудации и связанное с этим преобладание солевого сноса) в пределах описываемой территории метод, по-видимому, мало эффективен. В вещественном составе 25 шлихов, намывных в районе исследований медь отсутствовала.

Выбор наиболее рационального комплекса геохимических поисковых методов

1. Условия применения различных геохимических поисковых методов на территории района

Как известно, эффективность геолого-поисковых работ зависит во многом от правильного выбора наиболее рационального комплекса поисковых методов.

В.И.Красников (1959) по этому поводу писал: "... наличие того или иного метода исследований в рекомендуемом комплексе означает необходимость покрытия им лишь тех площадей, на которых этот

метод может дать наибольший эффект и является, безусловно, необходимым для решения поставленных задач".

При рассмотрении примененных геохимических поисковых методов отмечается неравнозначность условий применения их на территории района.

Так, например, условия применения почвенно-гидрохимического метода, как основного поискового метода ограничиваются типом ландшафтов сухих степей, развитых на карбонатных породах, что в пределах описываемой территории составляет, примерно, 15-16 кв.км. В то же время метод донных осадков применим в качестве основного поискового метода на площади, равной, примерно, 250 кв.км.

То же самое в равной степени относится и к площадной металлометрии, гидрогеохимии и биогеохимии, каждый из которых наиболее эффективно может быть комплексирован и применен в пределах определенной части территории.

А. Метод донных осадков

В природных условиях описываемой территории метод донных осадков имеет весьма широкие перспективы.

Так, за исключением северных склонов Иджеванского хребта, метод может быть успешно применен на всей исследованной территории. В условиях 3/4 территории описываемого района метод донных осадков является основным поисковым методом, который может комплексироваться в каждом конкретном случае с каким-либо дополнительным поисковым методом.

Наиболее перспективным следует считать применение метода в пределах ландшафтов сухих лесов и кустарников, развитых на горно-лесных коричневых почвах. Весьма успешно применение этого метода в комплексе с гидрогеохимией и биогеохимией в условиях ландшафтов субальпийских лугов, развитых на горно-луговых почвах и умеренно влажных лесов на горно-лесных бурых почвах. Частота отбора проб донных осадков при масштабе работ 1:10000 не должны превышать 50 м. Для обеспечения надлежащей густоты опробований должны быть подвергнуты сухие и мокрые логи.

Б. Гидрогеохимический метод

Как показывают результаты исследований, наиболее эффективно может быть применен в пределах развития горно-лесных ландшафтов (умеренно-влажные леса на горно-лесных бурых почвах с кальциевым клас-

сом водной миграции. Последние развиты в северо-восточной и юго-восточной частях описываемой территории. Опробованию должны быть подвергнуты родники и малые ручьи, миграция элементов в которых из-за низких значений рН среды значительная.

Здесь гидрогеохимия может быть применена в комплексе с методом донных осадков, биогеохимией и, частично, почвенной гидрохимией.

Как показали результаты исследований в пределах Ттуджурского рудопроявления, гидрогеохимический метод мало перспективен. Однако и здесь он может быть применен в комплексе с методом донных осадков. Основным показателем должен служить сульфат-ион.

В. Биогеохимический метод.

Как отмечалось выше, возможности биогеохимических поисков на территории описываемого района изучены слабо. Однако, тот небольшой объем проведенных работ, результаты которых изложены выше, позволяет с некоторыми допущениями (в основном, по вопросу границ применения метода) применяемого в комплексе с другими видами геохимических поисков.

Применение биогеохимических исследований наиболее рационально в комплексе с методом донных осадков.

Наиболее перспективным методом должен быть в пределах развития умеренно-влажных лесов (на горно-лесных бурых почвах), имеющих большое развитие на северо-востоке и юго-востоке описываемой территории.

Основная часть территории района представлена субальпийскими лугами, развитыми на горно-луговых почвах. И здесь, опять-таки в комплексе с методом донных осадков (ведущий метод) может быть применена биогеохимия. Однако возможность применения метода в указанной зоне более ограничена, чем в предыдущем случае.

Г. Почвенно-гидрогеохимический метод

Наиболее целесообразным является постановка почвенно-гидрохимических исследований как основного поискового метода в пределах развития горно-каштановых почв (развитых как на карбонатных, так и на вулканогенных породах).

В комплексе геохимических методов почвенно-гидрохимические исследования могут быть проведены и в пределах развития горно-лесных коричневых почв, но не в качестве основного поискового метода (основным поисковым методом здесь может служить металлотрия).

Частично, в комплексе с методом донных отложений (основной поис-

ковый метод), биогеохимией и гидрогеохимией почвенно-гидрохимические исследования могут быть поставлены и в пределах развития горно-лесных бурых почв. Наконец, в пределах развития горно-луговых почв, описываемый метод может комплексоваться с методом донных осадков (основной метод) и биогеохимией. Однако в этом случае перспективы данного метода весьма слабые.

Резюмируя вышеизложенное, приходим к выводу, что основными поисковыми методами в пределах данной территории могут считаться: метод донных осадков и почвенно-гидрохимический, причем площадь применения метода донных осадков (как ведущего метода) в 4-5 раз превышает таковую для проведения почвенно-гидрохимических работ. В пределах развития сухих лесов и кустарников на горно-лесных коричневых почвах метод осадков должен комплексоваться с металлометрией и почвенной гидрохимией. В пределах наиболее распространенных в районе субальпийских лугов, развитых на горно-луговых почвах с кислым, переходящим к кальциевому классом водной миграции с методом донных осадков эффективно применение биогеохимии и почвенно-гидрохимической съемки.

В умеренно-влажных лесах (развитых на востоке описываемой территории) на горно-лесных бурых почвах с кальциево-натриевым классом водной миграции наиболее эффективными в комплексе с методом донных осадков являются: почвенная гидрохимия, биогеохимия и гидрогеохимия.

Область применения почвенной гидрохимии в качестве основного поискового метода располагается на юге района в пределах северных склонов Иджеванского хребта. Здесь метод может комплексоваться с металлометрией. Другие виды геохимических поисков здесь малоэффективны (см. схематическую карту рационального комплекса геохимических поисковых методов по вторичным ореолам рассеяния (фиг. 32).

2. Разбор рационального комплекса поисковых методов для отдельных геохимических ландшафтов

На основе ландшафтно-геохимического районирования описываемой территории и выявления условий применения геохимических поисковых методов нами для отдельных геохимических ландшафтов предлагается проведение следующего комплекса поисковых работ.

А. Для ландшафтов сухих горных степей, развитых на горно-каштановых почвах при 1) кальциевом классе водной миграции и а) в

условиях интенсивно расчлененных средних гор, сложенных известняками и мергелями кампан-маастрихта (северный склон Иджеванского хребта - верховья ручьев Нобелян, Соах и Тойдолян) наиболее рациональным методом является почвенная металлотрия с глубиной отбора проб до 10 см. Гидрогеохимическая съемка в данных условиях неперспективна.

Для 2) кальциево-натриевого класса водной миграции а) в условиях слабо расчлененных гор, сложенных вулканогенными и вулканогенно-осадочными образованиями юры (северный склон Иджеванского хребта) наиболее рациональными являются: почвенная металлотрия и почвенно-гидрохимическая съемка с глубиной отбора проб до 10 см.

Гидрогеохимическая съемка в условиях данного ландшафта также неперспективна из-за насыщенности растворов углекислым кальцием.

Б. Для ландшафтов сухих лесов и кустарников, развитых на горно-лесных коричневых почвах при 1) кальциевом классе водной миграции и а) в условиях слабо расчлененных средних гор, сложенных вулканогенными образованиями юры и интрузивными породами (правый и, частично, левый борт ручья Хач-ахпур), б) в условиях слабо расчлененных средних гор, сложенных вулканогенно-осадочными породами (правый борт ручья Карахан), в) в условиях слабо холмистых сглаженных гор, сложенных вулканогенными образованиями юры и интрузивными породами (правый борт среднего течения р.Спитак), г) в условиях слабо холмистого сглаженного рельефа, сложенного вулканогенно-осадочными породами юры (правый борт среднего течения р.Спитак). Наиболее рациональными являются: металлотрия по открытым потокам рассеяния (метод донных осадков) и почвенная металлотрия с глубиной отбора проб 20 см. Возможно и применение почвенно-гидрохимической съемки с той же глубины (20 см).

Однако во всех случаях следует принимать во внимание тот факт, что содержания ряда элементов и, в первую очередь, меди несколько завышены (в среднем в два раза против содержаний этих элементов в исходной породе).

Дополнительным методом может служить и гидрогеохимически любые, определяемые существующими методами содержания меди в водных растворах, могут считаться аномальными.

Возможность биогеохимического метода для данного типа ландшафта изучены слабо.

В. Для ландшафтов умеренно-влажных лесов, развитых на горно-

лесных бурых почвах при I) кальциевом классе водной миграции и а) в условиях слабо расчлененных средних гор, сложенных вулканогенными образованиями юры (среднее течение р.Соух); б) в условиях слабо холмистых сглаженных гор, сложенных вулканогенными образованиями юры (правый борт р.Хач-ахпур, к северу от г.Соах, верховья и район среднего течения р.Карахан); в) в условиях речных долин и каньонов, сложенных аллювиально-делювиальными отложениями (верховья и район среднего течения рр.Карахан и Соах, район среднего течения р.Хач-ахпур) в силу высокой подвижности металлов и выноса их из верхних горизонтов наиболее перспективным видом геохимических поисков является метод донных осадков. В силу значительной глубины иллювиального горизонта металлотометрия мало эффективна. В комплексе с методом донных осадков возможна постановка почвенно-гидрохимической съемки в пределах горизонта до 5 см и гидрогеохимических работ.

Г. Для ландшафтов субальпийских лугов, развитых на горно-луговых почвах при I) кислом, переходном к кальциевому, классе водной миграции и а) в условиях слабо расчлененных средних гор, сложенных вулканогенными образованиями юры (район среднего течения р.Нобелян, верховья ручья Хач-ахпур, восточные склоны гг.Тактамош и Толва илу, район гг.Кызыл и Далик, восточные склоны г.Хач-ахпур); б) в условиях слабо холмистых сглаженных гор, сложенных вулканогенными образованиями юры (район сс.Соах, Гибрасаилых, Гилак, верховья ручья Спитак); в) в условиях слабо расчлененных средних гор, сложенных вулканогенно-осадочными породами юры (район среднего течения р.Нобелян, верховья р.Хач-ахпур, район г.Далик); г) в условиях слабо холмистых сглаженных гор, сложенных вулканогенно-осадочными породами юры (район гг.Соах, Гибрасаилых, Гилак, верховья ручья Спитак) вследствие подвижности элементов и выноса их из почвенного горизонта наиболее перспективным можно считать метод донных осадков в сочетании с биогеохимической и, частично, почвенно-гидрохимической съемкой.

Возможности гидрогеохимических исследований несколько ограничены большим количеством воды, поступающей из атмосферы и разбавляющей концентрации искоемых компонентов минерализации.

Прогнозная карта на медь по вторичным ореолам рассеяния

С учетом вышеприведенного (ландшафтно-геохимического выделения и разбора различных геохимических методов) нами была составлена

прогнозная карта на медь по вторичным ореолам рассеяния.

Это явилось практическим результатом всей работы. Методически работа строилась следующим образом:

1. Было установлено фоновое содержание меди (с применением статической обработки данных) в различных литолого-петрографических комплексах, слагающих район.

2. Далее определялись фоновые содержания меди в донных осадках, водах, почвах, растениях (также методом вариационной статистики).

3. Затем устанавливались содержания меди во вторичных ореолах рассеяния и данные интерпретировались с учетом общей геологической обстановки и анализа природы полученных аномалий.

Все перечисленные аномальные участки по очередности постановки поисковых работ можно подразделить на:

1) безусловно перспективные, или первой очереди поисков (участок Далик; юго-западный склон г.Соах);

2) вероятно перспективные или второй очереди поисков (восточные склоны г.Чалдаш; правые притоки р.Аксибара);

3) возможно перспективные или третьей очереди поисков (участок, расположенный в 600 м к юго-востоку от Карнутского месторождения).

Помимо указанных первоочередными участками поисковых работ должны явиться также Ттуджурское проявление и район Карнутского месторождения.

СПИСОК РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Первый опыт составления прогнозной гидрохимической карты в Армянской ССР. Труды III конф. молодых научн. сотр., Изд. АН Груз. ССР, 1962.

2. Опыт составления прогнозной гидрогеохимической карты северных районов Арм. ССР. Труды научн. техн. совещ. по гидрогеол. и инж. геол. М., 1963.

3. Ландшафтно-геохимическое районирование при геохимических поисках по вторичным ореолам рассеяния. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 5, 1968 (в соавторстве).

4. Методика установления рационального комплекса геохимических поисковых методов по вторичным ореолам рассеяния. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 5, 1969 (полный текст депонирован во ВИНТИ).

ВФ 03638

Заказ 91

Тираж 200

Сдано в производство 6/II 1970 г., подписано к печати
6/II 1970 г., печ. л., 1,62 бумага 60×90 $\frac{1}{16}$

Эчмиадзинская типография Издательства АН Арм. ССР

1967