

ՀՀ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ
ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՍՏԱՍԱՐԱՆ

ՄԻՆԱՍՅԱՆ ԳԱՅԱՆԵ ՀԱՅԿԱԶԻ

**ՄԵՎԱՆ-ԱՍՏՄԻԱՅԻ ԳՈՏՈՒ ԱՊԱՐՆԵՐՈՒՄ ՏԱՐԲԵՐԻ
ՏԵՂԱԲԱՇԽՄԱՆ ԵՐԿՐԱԲՆԱՊԱՀՊԱՆԱԿԱՆ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ**

ԻԴ.04.01 - «Երկրաբանապահպանություն» մասնագիտությամբ
երկրաբանական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի
հայցման ատենախոսության

Ս Ե Ղ Մ Ա Գ Ի Բ

Երևան – 2014

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РА
ЕРЕВАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МИНАСЯН ГАЯНЕ АЙКАЗОВНА

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОРОДАХ
СЕВАНО-АМАСИЙСКОГО ПОЯСА**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геологических наук по специальности
24.04.01 – «Геоэкология»

Ереван – 2014

Ատենախոսության թեման հաստատվել է Երևանի պետական համալսարանում

Գիտական ղեկավար՝

Երկրաբ.-հանք. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր
Գևորգյան Ռուդոլֆ Գրիգորի

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝

Երկրաբ.-հանք. գիտ. դոկտոր
Մաղաթեյան Արմեն Կառլենի
Երկրաբ. գիտ. թեկնածու
Մանանդյան Հասմիկ Մելի

Առաջատար կազմակերպություն՝

ՀՀ ԳԱԱ ընդհանուր և անօրգանական
քիմիայի ինստիտուտ

Պաշտպանությունը կայանալու է **2014 թ. հոկտեմբերի 31-ին, ժամը 14³⁰-ին**
ԵՊՀ-ում գործող Երկրագիտության 005 մասնագիտական խորհրդի նիստում
0025, ք. Երևան, Ալեք Մանուկյան 1 հասցեով:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ԵՊՀ-ի գրադարանում:

Սեղմագիրը առաքված է **2014թ. սեպտեմբերի 30 -ին**:

Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար,
Երկրաբ.-հանք. գիտ. թեկնածու, դոցենտ

Մարատ Արիսի Գրիգորյան

Тема диссертации утверждена в Ереванском государственном университете

Научный руководитель:

доктор геолог.-минерал. наук, профессор
Геворкян Рудольф Григорьевич

Официальные оппоненты:

доктор геолог.-минерал. наук
Сагателян Армен Карленович
канд. геолог. наук
Манандян Асмик Мелсовна

Ведущая организация:

Институт общей и неорганической химии НАН РА

Защита состоится **31 октября 2014г. в 14³⁰ часов**, на заседании

Специализированного совета 005 Науки о Земле при Ереванском государственном университете по адресу 0025, г. Ереван, ул. Алека Манукяна 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЕГУ.
Автореферат разослан 30 сентября 2014г.

Ученый секретарь Специализированного совета
кандидат геолог.-минерал. наук, доцент

Марат Арисич Григорян

2

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы: Ультраосновные и основные породы Севано-Амасийского тектонической зоны являются типичными представителями офиолитового пояса. В связи с этим рассмотрение распределения петрогенных и рудных элементов в породах пояса актуально и представляет практический интерес с точки зрения оценки их геоэкологического значения, поскольку в породах пояса встречается ряд месторождений металлов (Cr, Ni, Cu, Au, Pt, Hg, Fe, Mg и др.), эксплуатация которых связана с интенсивным загрязнением окружающей среды.

В частности, оценка степени загрязненности природной среды с интенсификацией эксплуатации Соткского золоторудного месторождения приводит к увеличению техногенного поступления металлов в биосферу и к преобладанию их потоков миграции. Поэтому рассмотрение закономерностей распределения металлов с помощью статистического анализа представляет важную задачу. Следовательно, проблема оценки экологической ситуации по данным геохимического мониторинга почвенного покрова в районе месторождения является весьма актуальной задачей, т.к. здесь в настоящее время производится значительный объем геолого-разведочных и эксплуатационных работ с проходкой многочисленных подземных и наземных горных выработок.

Цель исследований: Установление геоэкологического значения распределения элементов в породах Севано-Амасийского офиолитового пояса и, в частности, в пределах Соткского золоторудного месторождения.

Задачи исследований:

1. Исследовать пространственное распределение и выполнить картирование рудных металлов: Cr, Ni, Cu, Mn, Ti, V, Zn в восточной части оз. Севан.
2. Исследовать петрохимические типы пород офиолитового пояса (участки *Севан*, *Базум* и *Ширак*) методами *комплексного* статистического анализа (столбчатые диаграммы, корреляционный и кластерный анализы).
3. Исследовать и оценить в пределах Соткского золоторудного месторождения характер и степень загрязнения почв основными рудными компонентами – тяжелыми и токсичными металлами.

Фактический материал, методика исследований и объем работы: В качестве основы для решения поставленных задач послужили материалы различных исследователей региона.

В работе использованы и обработаны многочисленные данные химических и количественных спектральных анализов пород и почв по данным С. Б. Абовяна, Р. Г. Геворкяна, Г. А. Казаряна, П. М. Капеляна, Л. С. Меликяна, С. А. Паланджяна, А. А. Ярошевского и др..

Работа основана на 377 полных химических (силикатных) и 1436 эмиссионно-спектральных анализах пород, которые стали основой математико-статистических исследований автора. Аналитический материал по ультраосновным-основным породам оценен петрохимически, подготовлен к статистическим исследованиям, составлены выборки данных, проведен анализ результатов и дана оценка их практического значения.

Научная новизна работы:

1. *Впервые* выполнен информационно-статистический анализ, который дискриминирует типы пород, указывает на генетическую общность ультраосновных-основных пород участков Севан, Базум, Ширак и выявляет их геоэкологическое значение.

2. *Впервые* показаны особенности распределения и связи петрогенных и рудных элементов.

3. Установлены закономерности и *впервые* выполнено картирование пространственного распределения рудных металлов в породах участка Севан: Cr, Ni, Cu, Mn, Ti, V, Zn.

4. В пределах рудного поля Соткского золоторудного месторождения установлено интенсивное загрязнение природной среды тяжелыми, токсичными металлами и оценка их геоэкологического значения.

Основные защищаемые положения:

– Доказана дискретность составов ультраосновных-основных пород, статистически выделены их устойчивые петрохимические типы и установлена генетическая общность пород участков Севанской, Базумской и Ширакской зон развития основных, ультраосновных комплексов.

– Установлены связи, группировки и пространственные закономерности распределения породообразующих и рудных элементов для выявления особенностей и закономерностей распределения металлов с целью оценки геоэкологической ситуации, которая соответствует геохимическому фону в пределах пояса.

– Оценено влияние техногенеза на биосферу и установлена степень загрязнения почв тяжелыми и токсичными металлами в пределах Соткского золоторудного месторождения и показано, что почва рудного поля в целом интенсивно загрязнена тяжелыми и токсичными металлами.

– Показано по результатам статистического корреляционного и кластерного анализов, что на всех трех участках Соткского золоторудного месторождения ряд элементов-загрязнителей (Bi, Pb, Co, Zn, Cu, V, Ni) в целом идентичны. В то же время, элементами, превышающими ПДК, являются: Cr, Ni, Pb, Cu, Zn. Все три участка по суммарному показателю загрязнения почв относятся к категории сильно загрязненных.

Практическое значение работы:

– Выведены статистически значимые генетические связи между петрогенными и рудными элементами, что может содействовать оценке их геоэкологического состояния.

– Охарактеризовано загрязнение основными рудными компонентами – тяжелыми и токсичными металлами почвы Соткского золоторудного месторождения в пределах трех участков рудного поля.

Структура и объем работы:

Работа состоит из введения, 5 глав, заключения и приложения. Общий объем работы 138 стр., включая список литературы (71 наименований), 78 рисунков (карты, диаграммы), 14 таблиц.

Апробация работы:

Диссертационная работа обсуждалась на семинарах кафедры минералогии, петрологии и геохимии географического и геологического факультета ЕГУ. Основные положения диссертации доложены на различных научных конференциях: в Институте проблем информатики и автоматизации НАН РА – 2007, 2008 г.; на международной конференции «Computer science and information technologies» Armenia, Yerevan, 24–28 September, 2007; на научной конференции посвященной 90-летию ЕГУ, 2009 г.; на ежегодных международных семинарах по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии (ГЕОХИ – ЕСЭМПГ), 2009г; на международной конференции “Физико-химические и петрофизические исследования в науках о Земле”, (ИФЗ, ГЕОХИ РАН), 2010г. По теме диссертации опубликовано 8 научных статей.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Геологическая позиция ультраосновных-основных пород Севано-Амасийского офиолитового пояса

В введении обосновывается актуальность темы, цели и задачи, фактический материал и методика, научная новизна, основные защищаемые положения, практическое значение, а также публикации и структура диссертации.

К офиолитам относятся открытые на континентах и подтвержденные глубоководным бурением дна мирового океана образования классической триады пород, где магматические члены ее совмещены с ассоциирующими осадками, вулканитами и др. В Армении в пределах единой Севано-Амасийской формационной зоны породы офиолитовой ассоциации находятся преимущественно в тектонических взаимоотношениях друг с другом и все вместе обдуцированы на палеоконтинентальный фундамент.

Анализ геологической позиции пород офиолитовой ассоциации **Севано-Амасийского пояса** Армении привел исследователей к следующим выводам:

– В основании ассоциации залегают гарцбургиты (реже лерцолиты), уверенно сопоставимые по многим признакам с палеоокеанической мантией. Они подвержены метасоматической дунитизации, сопровождаемой обособлением хромитовых руд. Характерными процессами являются серпентинизация, оталькование и многократные процессы обратной регенерации с образованием полнокристаллических пироксен-оливиновых пород.

– Выше располагается габброидная (расслоенная) формация, включающая клинопироксеновые, троктолитовые, верлит-вебстеритовые, габбро-анортозитовые породы. Полный разрез серии представлен: перидотитами (гарцбургитами), клинопироксенитами, меланократовыми габброидами, а сверху налегают лейкократовые габбро, анортозиты и плаггиогранофиры.

– Венчает офиолитовый разрез толща переслаивающихся диабазов и их спилитизированных разновидностей с кремнисто-фтанитовыми (радиоляритовыми) породами, граувакками и рифогенными известняками, формирующими зачастую олистострому.

– Севано-Амасийский офиолитовый пояс Армении является весьма типичным представителем офиолитовой ассоциации пород и расшифровка их геохимических особенностей представляет важную задачу.

Ультраосновные-основные комплексы офиолитовой ассоциации пород имеют значительное развитие на территории Армении и сопредельных с нею регионов в виде двух узких дугообразных поясов СЗ простирания и являются одним из участков развития магматизма обширной Средиземноморской геосинклинальной области.

В течение мела-палеогена палеоокеанический бассейн подвергся замыканию и превратился в Севан-Амасийскую офиолитовую шовную зону типа Беньофа-Заварицкого. Здесь, по данным геофизических исследований (Севанский участок), установлено, что ультрамафитовые тела повсюду имеют подошву на глубине около 5 км. Многочисленные геологические данные также указывают на то, что ультрамафиты размещены в виде пластин, чешуй, олистостром и крупных олистолитов.

Севано-Амасийский офиолитовый пояс включает массивы: Амасия-Ширакский, Базумский, Шоржинский, Арташский, Джил-Сатанахачский, Кахаки-Соткский (Караиман-Зодский) и др.

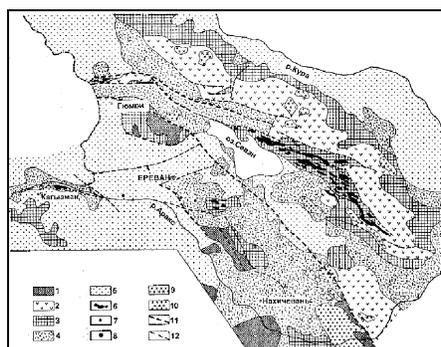


Рис. 1. Схема распространения офиолитов на Южном Кавказе (по С.А. Паланджяну)

Условные обозначения: возраст структурных этажей: 1 – байкальский-варисский (доальпийское название); 2 – юра-нижний мел (неоком); 3 – альб-маастрихт; 4 – верхний мел-плиоцен; 5 – плиоцен-четвертичный; 6 – участки офиолитов; 7 – участки офиолитов, вскрытые скважинами; 8 – галька гипербазитов и габброидов в коньякских конгломератах; 9 – мезозойские гранитоиды; 10 – третичные гранитоиды; 11 – тектонические швы; 12 – наиболее крупные тектонические нарушения.

Глава 2. Формации пород ультраосновного-основного комплекса

Учение о формациях и фациях магматических пород является результатом многолетних исследований большой плеяды русских и армянских ученых. Формационный анализ, зародившийся как концепция об условиях осадконакопления, со вре-

менем превратился в развитое геотектоническое учение, на основе которого могут быть выделены другие зависимые магматические (плутонические), рудные, осадочные и др. формации.

Формационный анализ выдвинул главное требование – комплексность или системность подхода к оценке условий геотектоники, магматизма, металлогении и стратиграфии. Конечная цель любого формационного анализа – научное прогнозирование месторождений полезных ископаемых.

На современном этапе формационный анализ продолжает оставаться Теоретической и методологической основой учения о магматических процессах. Сегодня формационный анализ резко расширяет задачи изучения соотношения магматизма и тектоники, магматизма и рудообразования, проблем магмо и Петрогенезиса, принципов систематики и др. Главное, на что можно опираться – это данные о геологических обстановках и вещественном составе формаций. Именно это может стать более надежной основой для выявления корреляционных связей между магматизмом и тектоникой.

Формации пород офиолитовой ассоциации Армении выделены по геологическим признакам однородных групп пород с признаками самостоятельности развития. При этом учитываются отдельно геологические, петрографо-минералогические и геохимические данные о породах, а далее используются статистико-математические оценки.

В настоящее время формационный анализ приобрел значение эффективного метода познания в магматической геологии и металлогении, а его применение плодотворно в целом ряде направлений, в т.ч. изучении процессов эволюции палеоокеанической коры и его преобразования в континентальную.

Под формациями подразумеваются вневременные категории, а однотипные формации могут быть конвергентны в структурах разного возраста (герцинских, альпийских и т.д.). Принцип конвергентности открывает широкие возможности для проведения сравнительного анализа разновозрастных, но генетически близких образований.

Таким образом, в основу настоящего исследования положен *формационный принцип – метод изучения магматических и метаморфических пород, который сочетается с физико-химическим парагенетическим анализом минералов.*

В основу настоящего исследования положен *формационный принцип – метод изучения магматических и метаморфических пород, который сочетается с физико-химическим парагенетическим анализом минералов.*

Значительным вкладом стало издание специальной монографии коллективом авторов ИГН НАН РА. Выделенные формации по сути являются общегеологическими и геолого-магматическими и стали важной основой для развития теории о формациях.

В современной структуре пород офиолитовой ассоциации Севано-Амасийского пояса выделяются следующие формации:

- гарцбургитовая (мантийная);
- габброидная;
- базальт (диабаз) – кремнистая.

Глава 3. Методы математической статистики и геоинформационные системы (ГИС)

Методы математической статистики

На современном этапе изучения земной коры получение объективной информации о химическом составе горных пород и закономерностях распределения химических элементов в пределах конкретных ее участков является необходимой стадией процесса геологического исследования, без которой невозможно выявление ведущих факторов, определявших особенности развития изучаемой территории.

Статистические модели широко используются в современной геологии и геохимии. Это объясняется тем, что в некоторых исследованиях дискретные количественные измерения являются основными исходными данными о свойствах и строении природного объекта. Основной трудностью при решении таких задач является адекватный геологическому содержанию выбор и интерпретация статистической модели.

Статистические методы не могут применяться без четкого представления о сущности геологических и геохимических задач, для решения которых предполагается их использование. Применение методов математической статистики без учета природных геологических факторов может привести к грубым просчетам и ошибкам.

С помощью вычисленных оценок параметров распределения на основе известной функции распределения может решаться целый ряд геологических и геохимических задач, основанных на использовании закономерностей распределения химических элементов в природных образованиях.

1. Определение статистических оценок параметров распределения содержаний химических элементов с целью математического обоснования геохимических выводов, полученных в процессе исследования конкретных природных объектов.
2. Обоснование геохимической общности или различия конкретных геохимических (геологических) объектов.
3. Вероятностная оценка колебания содержаний химических элементов с целью описания и геохимической классификации геологических образований.
4. Выявление статистической зависимости между варьирующими геохимическими признаками, характеризующими определенный природный объект (задача корреляции и регрессии).

В работе применялись корреляционные и кластерные анализы.

Методы геоинформационных систем (ГИС).

Компьютерная обработка пространственных данных находит широкое применение при анализе распространения участков загрязнений, в моделировании месторождений, а также во многих проектах по устойчивому развитию территорий (MapInfo, ESRI ArcView, ArcMap GIS).

Основой для представления данных для ГИС и автоматизированной картографии являются цифровые модели. Под цифровой моделью географического объекта понимается определенная форма представления исходных данных и способ

их структурного описания, позволяющий “вычислять” (восстанавливать) объект путем интерполяции, аппроксимации или экстраполяции. Относительно рельефа такая модель называется цифровой моделью рельефа (ЦМР).

Исходными материалами послужили топографические карты района исследования (бассейна оз. Севан) масштаба 1:100 000. Они послужили основой для оцифровки изолиний рельефа, гидросети, озера и границ района исследования. Карта склонов позволяет анализировать поверхности с разными углами наклона и выделять нужные плоскости в отдельный файл.

В качестве примера показано пространственное распределение Cr в пределах бассейна оз.Севан.

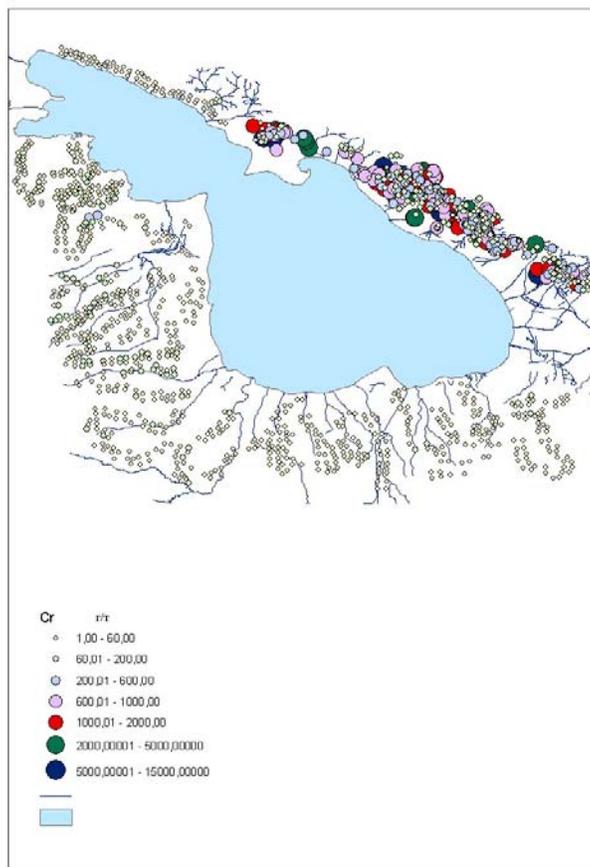


Рис. 2. Распределение хрома по бассейну оз. Севан

Глава 4. Анализ особенностей распределения элементов в породах ультраосновного-основного комплекса

Проведенное изучение геохимических особенностей распределения элементов в гипербазитовых и габброидных породах преследует задачу показать геохимические признаки, дискриминирующие отдельные формации пород, выделенные на основе геолого-петрографических данных. Полный комплексный статистический анализ данных химического-силикатного анализа (377обр.) по данным различных авторов выявил особенности распределения петрогенных элементов (SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O) в **гарибургитовой, габброидной и базальт (диабаз)-кремнистой формациях** для участков Ширак, Базум, Севан по группам наиболее распространенных типов пород Присеванского офиолитового пояса.

4.1. Распределение элементов в гарибургитовой формации

Геохимический облик гипербазитов весьма специфичен. Для них обнаружен очень ограниченный набор элементов при резкой обедненности редкими и малыми элементами. Для гипербазитов весьма характерными элементами являются Cr и Ni, которые постоянно присутствуют в повышенных количествах (первые десятые доли процента) и связаны в оливине и энстатите. Большая часть хрома связана в хромшпинелидах, оливины обеднены этим элементом - Cr до 0,03%. В противоположность этому, гипербазиты резко обеднены Ti и V, присутствующими лишь в сотых долях процента. Основным носителем Ti являются ромбопироксены (до 0,3%), а в оливинах обнаружено 0,003-0,03% Ti. Из других микроэлементов в гипербазитах постоянно обнаруживаются примеси меди (до 0,01%) и цинка (до 0,015%).

Распределение представлено на соответствующих столбчатых диаграммах, проведен корреляционный анализ с построением двумерных диаграмм рассеяния значимых корреляционных связей и кластерный анализ.

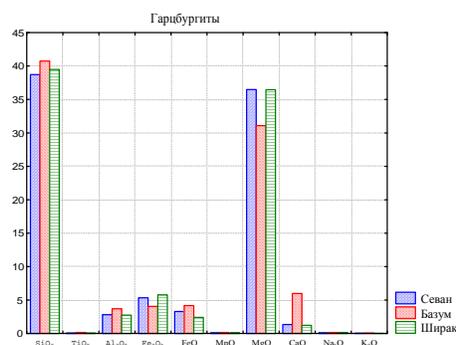


Рис. 3. Столбчатая диаграмма распределения групп элементов в породах по всем участкам офиолитового пояса

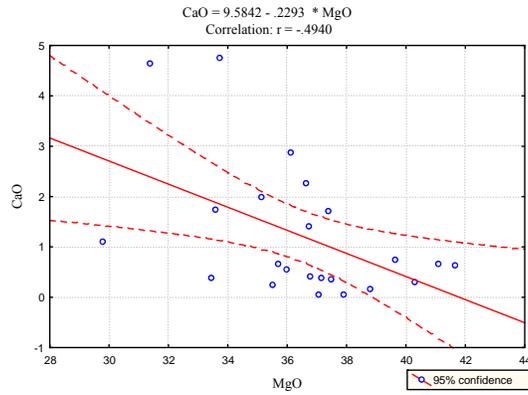


Рис. 4. Двумерная диаграмма рассеяния значимых корреляционных связей в гарцбургитах участка Севан

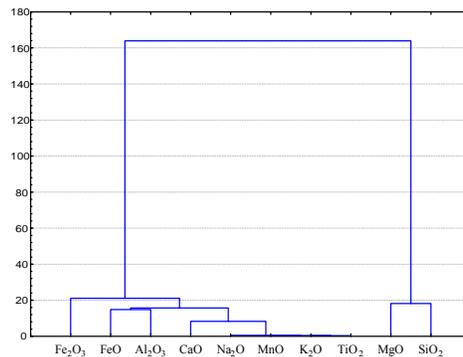


Рис. 5. Кластерный анализ в гарцбургитах участка Севан

Таким образом, геохимический стиль гарцбургитовой формации характеризуется высокой магниальностью, выраженной в отделении в самостоятельную группы MgO – SiO₂ при обедненности “базальтоидными” элементами группы железа и щелочноземельных, щелочных металлов в сочетании с Al₂O₃ и TiO₂.

4.2. Распределение элементов в габброидной формации

Эта формация пространственно и генетически связана с породами офиолитовой ассоциации Армении и широко развита в пределах всего Севано-Амасийского пояса. В пределах распространения ультраосновных пород Базумского и Ширакского хребтов (Мумухан-Красарский, Дзорагетский и др.) габброиды слагают иногда до 30-40% площади и располагаются на их периферии. Габброиды образуют зачастую апофизы среди гипербазитов, обнаруживая свою сравнительно высокую геологичес-

кую позицию в разрезе. В свою очередь, массивы габброидов иногда секутся дайками диабазов и диабазовых порфиритов.

Распределение представлено на столбчатой диаграмме, проведен корреляционный анализ с построением двухмерных диаграмм рассеяния значимых корреляционных связей и кластерный анализ. Обсуждение **столбчатой диаграммы** показывает, что в габброидах наблюдаются пять групп распределений: $\text{SiO}_2+\text{TiO}_2$; Al_2O_3 ; $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO}$; $\text{MgO}+\text{CaO}$ и $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$. Одновременно характерно, что максимальные и равнозначные концентрации SiO_2 типичны для всех секторов; в распределении Al_2O_3 наблюдается небольшое превышение на участке Севан, но равнозначно на участках Базум и Ширак; характерно меньшее распределение Fe_2O_3 , чем FeO и одновременно превышение последнего на участке Ширак; интересно распределение MgO, для которого наблюдается превышение содержания для участка Базум и минимальное на участке Севан; содержание CaO высокое, по сравнению Na_2O и понижено на участке Ширак, а Na_2O равномерно распределен по всем участкам, а TiO_2 и K_2O – равномерно, но весьма в низких значениях.

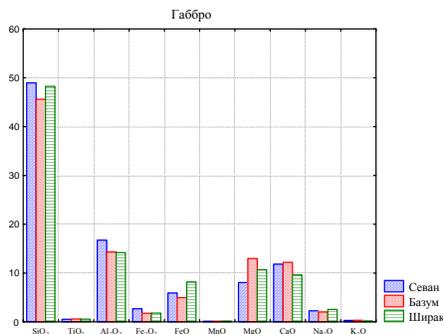


Рис. 6. Столбчатая диаграмма распределения групп элементов в габброидах по всем участкам офиолитового пояса

4.3. Распределение элементов в базальт (диабаз) - кремнистой формации

Офиолитовый разрез завершает мощная толща переслаивающихся толеитовых и известково-щелочных лав и их спилитизированные разновидности с кремнисто-фтанитовыми группами пород, граувакками и рифогенными известняками, формирующими зачастую олистострому. Вулканогенно-осадочный комплекс, составляющий эту формацию пород суммарной мощностью около 1000 м, представлен двумя сериями. Обе серии эффузивов перекрыты, как правило, кремнисто-карбонатной толщей и терригенно-вулканогенными породами (аргиллиты, мергели, песчаники, конгломераты). Базальты, в свою очередь, трансгрессивно перекрываются также олистостромовыми отложениями сложного состава (песчаники, известняки, андезиты, туфы, брекчии и мн.др.) - общая мощность около 500м. Состав олистостромовой толщи сильно изменчив, а возраст ее колеблется от сеномана до верхнего коньяка.

Обсуждение **столбчатой диаграммы** показывает, что в диабазах наблюдается следующее распределение: максимальные и почти равнозначные (немного повы-

шенное в Шираке) концентрации SiO_2 типичны для всех участков; Al_2O_3 повышено во всех участках; на участках Базум и Ширак Fe_2O_3 – несколько выше, чем FeO , в то время как на участке Севан – наоборот; MgO , TiO_2 – повышено на участке Севан; содержание CaO сравнительно высокое и понижено на участке Ширак; а Na_2O – равномерно распределено по всем участкам; K_2O – резко понижено, но повышается на участке Ширак. Показаны результаты кластерного анализа элементов **базальт (диабаз) - кремнистой** формации по участкам Севано-Амассийского офиолитового пояса:

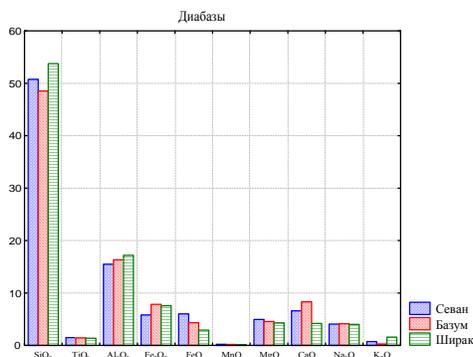


Рис. 7. Столбчатая диаграмма распределения групп элементов в диабазе по всем участкам офиолитового пояса

На основе построения статистических моделей геохимических данных выполнен анализ распределений содержаний (концентраций) рудных элементов: Ti , Mn , Cr , V , Ni , Co , Cu , Ag , Zn , Pb , Bi , Mo . На участке Севан рассмотрены три массива: Шоржинский, Джил-Сатанахачский и Сотский и по каждому из них отобрано по двадцать два образца пород.

В Шоржинском массиве наблюдаются высокие содержания элементов: Mo , Pb , V , Cu , Ag , в Джил-Сатанахачском – Cr , Mo , Ag , Pb , Cu , а в Сотском массиве – Ag , Pb , Mo , Cr , Mn (табл. 1).

В дунитах Шоржинского массива наблюдаются высокие содержания – Cr , V , Ti , Pb , Cu , Mo ; в Джил-Сатанахачском – Cr , V , Ni , Ti , Pb , Mo ; а в Сотском массиве – Cr , V , Ti , Zn , Mo .

В перидотитах Шоржинского массива наблюдаются высокие концентрации – Cr , V , Ti , Mo , Cu , в Джил-Сатанахачском – Cr , V , Pb , Mo , Ag , а в Сотском массиве – Cr , V , Mo , Ti , Pb .

В пироксенитах Шоржинского массива наблюдаются высокие концентрации – Cr , V , Ti , Zn , Mo , в Джил-Сатанахачском – Cr , V , Mn , Ti , Pb , Mo , а в Сотском массиве – Cr , Pb , Mo , Zn , Ag .

Установлены следующие тесные связи между элементами:

$\text{Mg} - \text{Co}, \text{Ni}$;
 $\text{Al} - \text{Ti}, \text{Ni}, \text{Ca}, \text{Na}$;

Ca – Co, Ni, Na, Al;
 Na – Si, Fe, Al, Ca, K, Mo;
 K – Fe, Na, Cr, Si, Al, Cu

Обобщенные результаты парных корреляционных
 связей рудных элементов

Участок Севан (породы)	Положительная связь	Отрицательная связь
Шоржа	(очень тесная) Ti – V; Cr – Ni, Co; Cu – Zn, (тесная) Ti – Cu; Ni – Co, (заметная) Ag – Pb	(очень тесная) Ti – Ni, (тесная) Ti – Cr, Co; V – Ni, (заметная) Cr – V
Джил-Сатанахач	(очень тесная) Ti – V; Ni – Co, (тесная) Ti – Zn, Pb, Mo; V – Zn; Ag – Pb, (заметная) V – Cu	(тесная) Ti – Ni, Co; V – Ni; Co – Pb, (заметная) Ti – Co; Ni – Pb
Сотк	(очень тесная) Ti – V; Mn – Cu; Ni – Co, (тесная) Ti – Ag; Pb – Zn, (заметная) Ti – Zn; Cr – Co	(тесная) Ti – Ni; V – Ni, (заметная) Ti – Co

Участок Севан (дуниты)	Положительная связь	Отрицательная связь
Шоржа	(очень тесная) Ti – Cu; Zn – Pb, (тесная) Ti – Pb, Mn; Mn – V; Cr – Cu; V – Cu; Ni – Mo	–
Джил-Сатанахач	(очень тесная) Cr – Co, Ni; V – Zn; Ni – Cr; Ag – Pb, (тесная) Ni – Co	(тесная) V – Ni
Сотк	(очень тесная) Ti – Cr, V; Cr – V; Ni – Zn; Cu – Mo	–

Участок Севан (перидотиты)	Положительная связь	Отрицательная связь
Джил-Сатанахач	(тесная) Ti – V, Zn; Ni – Co, (заметная) Ti – Cu, Pb; Mn – Zn; V – Cu, Pb; Ag – Zn, Pb	(тесная) Ti – Ni, Co; Co – Pb, (заметная) V – Ni, Co; Ni – Cu; Co – Cu, Pb
Сотк	(очень тесная) Mn – Zn; Cr – Ni, (тесная) Ti – V, Ag, Pb; Cr – Co; Ni – Co; Ag – Pb	(очень тесная) Ti – Co, (тесная) Ti – Cr, Ni; Co – Ag, Pb, (заметная) Ni – Pb

Глава 5. Геоэкологическое значение особенностей распределения элементов в породах, почвах и растениях

5.1. Исследование распределений концентрации элементов

Район Сотского месторождения входит в Севано-Ширако-Акеринскую геотектоническую зону и представлен преимущественно породами одноименного офиолитового комплекса.

Ниже представлена диаграмма средних значений содержания элементов – Ag, Bi, Co, Cu, Ni, Pb и Zn в породах, в почве и растительности. Из диаграммы видно, что самое высокое содержание в породах имеет никель.

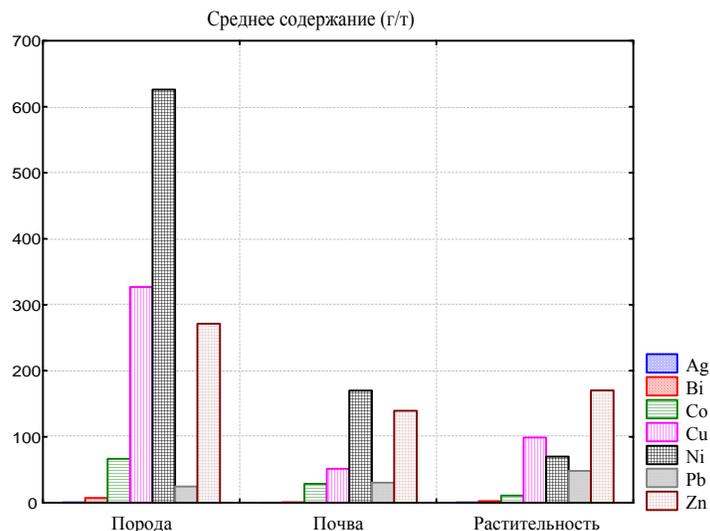


Рис. 8. Столбчатая диаграмма средних значений содержания Ag, Bi, Co, Cu, Ni, Pb и Zn в породах, в почве и растительности

На Сотском участке рассматривается распространение в породах, почве и растительности группы элементов Ni, Co, Cu, Ag, Zn, Pb, Bi.

	порода		почва		растительность	
		N=253		N=369		N=370
Ag	0.572353	29	0.033798	365	0.594355	118
Bi	7.468	42	0.826	50	2.428571	7
Co	66.56707	163	28.84127	184	10.87209	161
Cu	326.9444	69	51.44144	219	98.96552	286
Ni	626.0934	182	170	249	69.88462	232

Pb	24.58333	35	30.6068	194	48.24675	138
Zn	271.1444	89	139.5918	179	170.4641	234

Общее количество проб породы составляет 253 из которых аномальные - Ag – 29; Co – 163; Cu – 69; Ni – 182; Zn – 89; Pb – 35; Bi – 42.

Общее количество проб почвы 369, из которых аномальные - Ag – 365; Co – 184; Cu – 219; Ni – 249; Zn – 179; Pb – 194; Bi – 50.

Общее количество проб растительности 370, из которых аномальные - Ag – 118; Co – 161; Cu – 286; Ni – 232; Zn – 234; Pb – 138; Bi – 7.

В породе среднее аномальное содержание **Ag** составляет 0,57 и его площадь от общей площади Сотского района равна примерно 11,5%; в почве – 0,03 и 98,9 в растительности – 0,59 и 31,9.

Сходная динамика распространения **Co** в породах – аномальное содержание 66,57 и площадь – 64,4; в почве – 28,84 и 49,9; в растительности – 10,87 и 43,5. В породе имеет более крупные размеры, по сравнению с Ag и Bi.

Cu в породах – аномальное содержание 326,94 и площадь 27,3; в почве – 51,44 и 59,3; в растительности – 98,97 и 77,3. Распространен СЗ части Сотского массива, в центральной части отсутствует.

Ni в породах – аномальное содержание 626,09 и площадь 71,9; в почве – 170 и 67,5; в растительности – 69,88 и 62,7. Образует большие накопления, его нет в ЮЗ части.

Zn в породах – аномальное содержание 271,14 и площадь 35,2; в почве 139,59 и 48,5; в растительности – 170,46 и 63,2. Распространен в северной части массива.

Pb в породах – аномальное содержание 24,58 и площадь 13,8, в почве 30,61 и 52,6; в растительности – 48,25 и 37,3. Образует маленькие накопления, его мощность составляет приблизительно 100 м².

Bi в породах – аномальное содержание 7,47 и площадь 16,6; в почве – 0,83 и 13,6; в растительности – 0,59 и 1,9. Его массивы расположены южнее Сотка, его мощность составляет приблизительно 400 м².

Первичные ореолы **Ag** распространены от Сотка на восток, их мощность приблизительно равна 380 м².

Как видно из рисунка наибольшее накопление Ag наблюдается в почве, но концентрация более высокая в растительности и в породе.

Co примерно сходнее распределение имеет в породе, в почве и в растительности, но наибольшая плотность наблюдается в породе. В почве распространен в северной части, и очень маленькие накопления разбросаны в южной части.

Cu – в растительности почти все пробы аномальные и плотность выше, чем в почве, в породе наблюдается разреженность, образует большие накопления, мощность приблизительно 800 м².

Ni – картина распределения аномальности сходная и следовательно распределение соответствует классическому определению, то есть достаточно высокая в породе и сравнительно низкая в растительности. Образует большие накопления, отсутствует в ЮЗ части.

Zn – в породах аномальные пробы распространены в северной части Сотка и единичные накопления наблюдаются в южных частях, в почве аномалии наблюдаются почти всюду, но не все пробы аномальные и разбросаны по всему массиву, в основном отсутствует в центральной части, но в растительности аномальность наблюдается в большем количестве точек отбора проб и накоплен почти по всему массиву.

Pb – в растительности достаточно высокая концентрация, но аномальные пробы почти не наблюдаются в северной части Сотка. В породах не высокие концентрации и аномалии южнее Сотка, самые высокие концентрации в почвах и накоплен в южной части массива, мощность составляет приблизительно 500 м².

Bi – распространен в породах и почвах в южной части Сотка, мощность в почве приблизительно 300 м², а в растительности отдельные накопления наблюдаются в северной части Сотка.

5.2. Статистический анализ оценки экологической ситуации в районе Сотского месторождения.

Исследования проводились на трех участках рудного поля Сотского золоторудного месторождения: 1 – в районе юго-западного фланга, 2 – южнее участка 1, 3 – к западу от участка 2 (рис. 8). Для оценки экологической ситуации наиболее информативными оказались данные о микроэлементном составе верхнего гумусового горизонта почвенного слоя, полученные в результате эмиссионного спектрального анализа. В пределах этого горизонта выявлены ореолы повышенного содержания некоторых тяжелых металлов (токсичных элементов), в отдельных случаях превышающего предел допустимых концентраций (ПДК).

Геологическое строение Сотского золоторудного месторождения детально освещено в многочисленных публикациях. В рудах месторождения широко развиты пирит, арсенопирит, халькопирит, сфалерит, блеклые руды, самородное золото, антимонит, галенит, кварц, кальцит и другие минералы. Площадь месторождения и накопленные там многочисленные отвалы промываются водами бассейна р. Сотк.

Интенсификация эксплуатации Сотского месторождения позволяет предполагать увеличение техногенного поступления металлов в биосферу и его преобладание над природными потоками миграции. В связи с этим проблема оценки экологической ситуации с помощью проведения геохимического мониторинга почвенного покрова в районе месторождения является весьма актуальной задачей, т.к. там и в настоящее время производится значительный объем геолого-разведочных и эксплуатационных работ с проходкой многочисленных подземных и наземных горных выработок.

Основными источниками тяжелых металлов являются рудничные и дренажные воды, а также горные породы, складываемые в отвалы. На поверхности под воздействием грунтовых вод эти породы разрушаются, нарушаются химические связи в минералах, освобождаются ионы металлов и химически активные комплексы, которые приобретают в приповерхностных условиях подвижность и поступают в водоносные горизонты, почву, растительность, фауну и далее в человеческий организм.

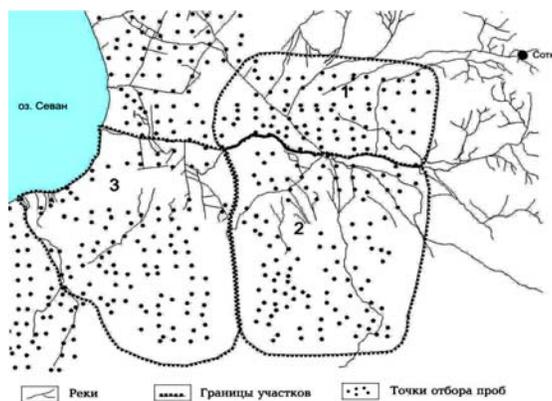


Рис. 9. Рудное поле Соткского месторождения.

Общая оценка степени опасности загрязнения почв определялась по значению суммарного показателя загрязнения:

$$Z_{\text{пз}} = \sum \text{КК} - n,$$

где КК – кларк концентрации аномальных элементов ($\text{КК} > 1$), n – количество аномальных элементов.

В зависимости от значения $Z_{\text{пз}}$ почвы подразделяются на минимально загрязненные (<8), слабо (8–16), средне (16–32), сильно (32–64), очень сильно (64–128) и максимально загрязненные (>128).

Таблица

Анализ содержания элементов в почвах Соткского рудного поля (мг/кг)

Класс токсичности	Элементы	Кларк почв	ПДК	Участки								
				1			2			3		
				\bar{X}	КК _n	\bar{X} / ПДК	\bar{X}	КК _n	\bar{X} / ПДК	\bar{X}	КК _n	\bar{X} / ПДК
I	V	100	150	148,7	1,5	1,0	127,0	1,3	0,8	<u>177,6</u>	1,8	1,2
	Co	8	30	20,2	2,5	0,7	13,5	1,7	0,45	10,5	1,3	0,35
II	Ni	40	30	<u>136,9</u>	3,4	45,6	<u>59,7</u>	1,5	19,9	<u>31,8</u>	0,8	10,6
	Sr	300	н.д.	<u>54,4</u>	0,2	–	32,4	0,2	–	125,3	0,4	–
	Mo	2	н.д.	0,5	0,25	–	0,79	0,4	–	1,04	0,5	–
	Ag	0,1	н.д.	0,059	0,6	–	0,015	0,15	–	0,021	0,2	–
	Ba	500	н.д.	147,7	0,3	–	222,2	0,4	–	331,1	0,7	–
	Pb	10	20	17,6	1,8	0,9	<u>30,6</u>	3,1	1,5	<u>21,5</u>	2,15	1,1
III	Bi	0,009*	н.д.	0,317	35,2	–	0,393	43,7	–	0,323	35,9	–
	Ti	4600	н.д.	3015	0,65	–	2863,5	0,6	–	3309,9	0,7	–
	Cr	200	0,005	<u>215,2</u>	1,1	43040,0	<u>90,2</u>	0,45	18040,0	<u>52,5</u>	0,3	10500,0
	Mn	850	1500	727,7	0,9	0,5	466,1	0,5	0,3	518,8	0,6	0,3

Cu	20	3	<u>28,7</u>	1,4	9,6	<u>38,7</u>	1,9	12,9	<u>32,1</u>	1,6	10,7
Zn	50	23	<u>98,8</u>	2,0	4,3	<u>66,0</u>	1,3	2,9	<u>89,0</u>	1,8	3,9
Zr	300	н.д.	45,3	0,15	–	38,2	0,13	–	49,3	0,2	–
Sn	10	н.д.	1,93	0,2	–	1,25	0,13	–	2,28	0,2	–
Z _{пт}				40,9				54,5			

Примечание: \bar{X} – среднее содержание (подчеркнуты $\bar{X} >$ ПДК); KK_n – кларки концентраций, нормированные по кларку почв, (жирным выделены $KK > 1$); ПДК – предел допустимых концентраций; н.д. – нет данных; * – кларк земной коры.

Для очагов загрязнения методом статистического кластерного анализа матриц коэффициентов парной корреляции выявлялись ассоциации микроэлементов, идеентифицирующие почвообразующие и техногенные составляющие геохимического поля. Отдельно по этим ассоциациям, а также по группам элементов рассчитывался $Z_{пт}$ классов токсичности: I – (V, Co); II – (Ni, Sr, Mo, Ag, Ba, Pb, Bi) и III – (Ti, Cr, Mn, Cu, Zn, Zr, Sn).

Распределение химических элементов – тяжелых и токсичных металлов – в почвах. Геохимическая съемка исследуемых участков показала, что почва здесь интенсивно загрязнена основными рудными компонентами.

В почвах участка I выявлены относительно высокие аномалии содержаний Bi, Ni, в меньшей степени – Co, Zn, Pb, V, Cu, Cr. Суммарный показатель загрязнения ($Z_{пт}=48,9$) позволяет отнести почвы исследуемого участка к категории сильно загрязненных. Основными загрязнителями являются элементы II класса токсичности – Bi ($KK_n=35,2$) и в меньшей степени – Ni ($KK_n=3,4$).

Корреляционным и последующим кластерным анализами в почвах участка I выделены ассоциации химических элементов, имеющих высокую положительную парную корреляцию.

Суммарный показатель загрязнения, рассчитанный по этим ассоциациям металлов, показал, что элементы первых двух ассоциаций практически не загрязняют почву участка I ($Z_{пт}$ равны 0,4 и 5,5 соответственно). В то же время, высокий суммарный показатель загрязнения ($Z_{пт}=35,0$) элементами третьей ассоциации позволяет отнести эти почвы к категории сильно загрязненных. Здесь также Bi выступает как основной загрязнитель.

Элементы, средние содержания которых превышают на участке I принятые в бывшем СССР ПДК, следующие: Cr – более чем в 43000 (!) раз, Ni – 4,56, Cu – 9,6, Zn – в 4,3 раза. В то же время, в некоторых случаях очевидна нереальность этих ПДК. Так, например, для Cu, Zn, Ni, Cr они существенно ниже их же кларков почв (для Cr в 40000 раз).

На участке 2 выявлены относительно высокие аномалии Bi ($KK_n=43,7$) и Pb ($KK_n=3,1$), в меньшей степени Cu, Co, Ni, Zn, V (рис. 2). Суммарный показатель загрязнения здесь несколько выше, чем на участке I ($Z_{пт}=54,5$), что также позволяет отнести почвы этого участка к категории сильно загрязненных.

Одновременно $Z_{пт}$, рассчитанный по классам токсичности, указывает на то, что загрязнителями почв являются элементы практически из всех трех классов токсичности: I – V и Co, II – Bi и Pb, III – Cu и Zn.

Корреляционным и кластерным анализами выявлены также три ассоциации элементов, имеющих высокую положительную парную корреляцию. Основными загрязнителями почв являются элементы второй ассоциации Cu, Pb, Zn, Bi ($Z_{пз}=46,0$), в меньшей степени первой – Co, Ni, V.

На исследованном участке 2 элементы, средние содержания которых превышают ПДК, следующие: Cr – более чем в 18000 раз, Ni – 1,99, Cu – 12,9, Zn – 2,9, Pb – в 1,5 раза.

На участке 3 картина примерно такая же, как и на первых двух участках, хотя суммарный показатель загрязнения ($Z_{пз}=44,55$) несколько ниже, что объясняется большей удаленностью участка от рудного поля. Здесь установлены высокие аномалии Bi ($KK_{пз}=35,9$), в меньшей степени Pb, Zn, V, Cu, Co.

Корреляционный и кластерный анализы выявили в почвах участка 3 ассоциации химических элементов, имеющих высокую положительную парную корреляцию. Основными загрязнителями почв являются элементы первой ассоциации, в частности Cu, Zn, Bi, Co, V. На этом участке элементы, средние содержания которых превышают ПДК, следующие: Cr – более чем в 10000 раз, Cu – 10,7, Ni – 1,06, Zn – 3,9, V – 1,2, Pb – в 1,1 раза.

Резюмируя вышеизложенное, можно отметить, что на всех трех участках Сотского месторождения спектр элементов-загрязнителей в целом идентичен: Bi (средний $Z_{пз}=38,3$), Pb (2,35), Co (1,8), Zn (1,7), Cu (1,6), V (1,5), а также Ni, который практически не загрязняет почву лишь на третьем, наиболее удаленном от рудного поля участке. В то же время, превышающими ПДК элементами являются: Cr – в среднем в 24000 раз, Ni – 25,4, Pb – 17,7, Cu – 11,1, Zn – в 3,7 раза. Все три участка по суммарному показателю загрязнения почв относятся к категории сильно загрязненных (средний $Z_{пз}=49,3$).

Такое повышенное загрязнение почв тяжелыми металлами может вызвать физиологические и морфологические изменения растений, произрастающих на загрязненных участках. Увеличение содержания тяжелых металлов приводит к снижению продуктивности водных систем и токсичной растительности, следовательно, к потенциальной опасности для человека.

Следует отметить, что процессы антропогенного распространения и концентрации химических элементов во многом аналогичны хорошо изученным процессам гипергенного рассеяния месторождений полезных ископаемых. Поэтому первоначальным и наиболее эффективным методом изучения этого процесса является геохимическая съемка. Кроме того, важным фактором является разработка вторичных источников ценных металлов, в частности отвалов. Эта утилизация имеет не только положительный экологический эффект, но и равносильна открытию и разработке новых промышленных месторождений.

5.3. Геоинформационные технологии (ГИС) для оценки распределения элементов в породах пояса

Для анализа, картирования и оценки пространственных данных применялись геоинформационные технологии программ MapInfo, ESRI ArcView, ArcMap GIS. Для

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Севано-Амасийский пояс ультраосновных-основных пород является весьма типичным представителем офиолитовой ассоциации пород и расшифровка их **геоэкологических** и **геохимических** особенностей представляет важную задачу. Рассмотрены – *гарцбургитовая, габброидная и базальт (диабаз) - кремнистая формации*, распространенные по группам пород на участках *Севан, Базум и Ширак*.

2. Методами *комплексного* статистического анализа (столбчатые диаграммы, корреляционный и кластерный) составов пород химических и спектральных анализов выявлены **геоэкологические** и **геохимические** особенности распределения элементов в породах.

3. Закономерности распределения **петрогенных и рудных элементов** установлены по формациям:

- *гарцбургитовой* – высокой магниальностью, самостоятельной группой MgO – SiO₂, обедненностью сидерофильными элементами группы железа и щелочно-земельными, щелочными металлами в сочетании с Al₂O₃ и TiO₂;
- *габброидной* – типичной максимальной и равнозначной концентрациями во всех участках преобладания щелочно-земельных металлов, частности, для участка Севан и Базум характерна общая группа кластеров CaO – Al₂O₃, а в Шираке CaO – FeO;
- *диабазовой* – типичной максимальной и равнозначной концентрациями SiO₂ и Al₂O₃ во всех участках, а для участков Севан и Базум характерна общая группа кластеров K₂O – MnO, а в Шираке K₂O – TiO₂.

4. Установлены также закономерности по группе **рудных элементов**: Ti, Mn, Cr, V, Ni, Co, Cu, Ag, Zn, Pb, Bi, Mo в породах участка Севан по массивам Шоржа, Джил-Сатанахач и Сотк. Выявлены положительные тесные корреляционные связи по массивам.

5. Выявлены корреляционные связи между породообразующими и рудными элементами, в частности, тесные связи установлены по массивам **Шоржа, Джил-Сатанахач и Сотк** между элементами: Ni – Co; Co – Cr; Fe – Cr; Ca – Al; Ni – Cr; Si – Al. Наибольшие концентрации Cr, Co и Ni наблюдаются в дунитах, а Ti и V – в габбро и кварцевых диоритах.

6. Установлены пространственные закономерности распределения рудных элементов с помощью программ геоинформационных технологий и показаны примеры распределения некоторых металлов с целью геоэкологического анализа и картирования по типам пород массивов.

7. В пределах трех участков рудного поля Соткского золоторудного месторождения установлено, что почва в целом интенсивно загрязнена основными рудными компонентами – тяжелыми и токсичными металлами. Для оценки влияния техногенеза на биосферу целесообразно в дальнейшем провести комплекс **геоэкологических** исследований по экосистеме в целом.

Рекомендуется организациям министерства экологии и специалистам в области геоэкологии.

По теме диссертации опубликованы следующие работы

1. **Минасян Г.А.** Оценка экологического состояния почв в районе Сотского золоторудного месторождения, Ученые записки ЕГУ, 2006, № 3, с. 113-121.
2. **Минасян Г.А.** Особенности формирования геохимических полей северо-восточного побережья озера Севан. Математические вопросы кибернетики и вычислительной техники, XXIX, Е., 2007, с. 138-145.
3. **Minasyan G.H., Firas D.G.** Construction of digital model for relief and geochemical field of the lake Sevan basin in geoinformation system methods. Conference computer science and information technologies Armenia. Yerevan, 2007, 24-28 September, p. 323-324.
4. **Минасян Г.А.** Применение математической статистики в моделировании геохимических систем на примере северо-восточного побережья бассейна озера Севан. Математические вопросы кибернетики и вычислительной техники, XXXI, Е., 2008, , с. 150-157.
5. **Геворкян Р.Г., Минасян Г.А., Геворкян М.Р.** Экогеохимическое состояния пород и почв Присеванской офиолитовой зоны (Армения). Материалы ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии (ЕСЭМПГ-2009), 14-15.04.09, М., ГЕОХИ РАН, 2009, стр.20-21.
6. **Геворкян Р.Г., Геворкян М.Р., Минасян Г.А.** Петролого-геохимические особенности пород Присеванского офиолитового пояса Армении. Одиннадцатая международная конференция “Физико-химические и петрофизические исследования в науках о Земле”, Москва, Борок, 11-14 октября, 2010, с. 75-78.
7. **Григорян С.В., Адамян А.З., Минасян Г.А.** О поисковом значении литогеохимических ореолов химических элементов месторождений и проявлений углеводородов, НАН, Доклады, том 111, N2, 2011, с. 186-194.
8. **Mirzoyan A., Saroyan H., Minasyan G., Sahakyan V., Shoukouryan Y., Astsatryan H.** Environment for Access to the Inventory of Stationary Point Sources of Emissions of Air Pollutants in Armenia. Conference computer science and information technologies Armenia. Yerevan, 2013, 23-27 September, p. 456-458.

**ՄԵՎԱՆ-ԱՄՍՄԻԱՅԻ ԳՈՏՈՒ ԱՊԱՐՆԵՐՈՒՄ ՏԱՐՐԵՐԻ ՏԵՂԱԲԱՇԽՄԱՆ
ԵՐԿՐԱԲՆԱՊԱՀՊԱՆԱԿԱՆ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ**

ԱՄՓՈՓԱԳԻՐ

1. Հայաստանի Սևան-Ամասիայի գերհիմքային-հիմքային ապարների գոտին օֆիոլիտային ասոցիացիայի տիպիկ ներկայացուցիչն է և նրանց **երկրաքնապահպանական** և **երկրաքիմիական** առանձնահատկությունների մեկնաբանումը հանդիսանում է կարևոր խնդիր: Դիտարկվել են հարցբուրգիտային, գաբրոիդային և բազալտ (դիաբազ)-սիլիկահողային ֆորմացիաները, որոնք տեղաբաշխված են գոտու Սևան, Բագում և Շիրակ հատվածներում:

2. Համալիր վիճակագրական վերլուծության մեթոդներով (այունաձև դիագրամներ, կոռելյացիոն և կլաստեր անալիզներ) դիտարկվող հատվածների ապարներում քիմիական և սպեկտրալ անալիզների տվյալների վերլուծությամբ դուրս են բերված պետրոգեն ու հանքային տարրերի տեղաբաշխման **երկրաքնապահպանական** և **երկրաքիմիական** առանձնահատկությունները:

3. **Պետրոգեն և հանքային տարրերի** տեղաբաշխման օրինաչափությունները ներկայացված է ըստ ֆորմացիաների՝

– **Հարցբուրգիտային**

Բնորոշվում են բարձր մագնեզայնությամբ, արտահայտված ինքնուրույն $MgO - SiO_2$ խմբի առանձնացմամբ, երկաթի խմբի “բազալտոիդային” տարրերի և ալկալի-հողային, ալկալային մետաղների, համակցված Al_2O_3 և TiO_2 –ով՝ աղքատացմամբ:

– **Գաբրոիդային**

Բնորոշվում են բոլոր հատվածներում տիպիկ մաքսիմալ և հավասարաչափ պարունակություններով բոլոր հատվածներում, որտեղ գերակշռում են ալկալի-հողային մետաղները, մասնավորապես Սևան և Բագում հատվածներին բնորոշ է ընդհանուր $CaO - Al_2O_3$ խումբը, իսկ Շիրակում՝ $CaO - FeO$:

– **Դիաբազային**

Բոլոր հատվածներին բնորոշ են SiO_2 և Al_2O_3 - ի մաքսիմալ և հավասարաչափ պարունակությունները: Սևան և Բագում հատվածների համար բնորոշ է $K_2O - MnO$ ընդհանուր կլաստերային խումբը, իսկ Շիրակում՝ $K_2O - TiO_2$:

4. Հաստատված է նաև **հանքային տարրերի** խմբի օրինաչափությունները՝ Ti, Mn, Cr, V, Ni, Co, Cu, Ag, Zn, Pb, Bi, Mo Սևանի հատվածի Շորժա, Զիլ-Սատանախաչ և Սոտք մասիվների ապարներում: Դուրս են բերված ըստ մասիվների դրական սերտ կոռելյացիոն կապերը:

5. Դուրս են բերված կոռելյացիոն կապերը ապար կազմող և հանքային տարրերի միջև, մասնավորապես, սերտ կապեր են հայտնաբերված, ըստ Շորժա,

Ջիլ-Սատանախաչ և Սոտք զանգվածների հետևյալ տարրերի միջև՝ Ni – Co; Co – Cr; Fe – Cr; Ca – Al; Ni – Cr; Si – Al. Cr, Co և Ni - ի ամենաշատ պարունակությունները նկատվում են դունիտներում, իսկ Ti և V-ը զաբրոներում և կվարցային դիորիտներում:

6. Հաստատված են գոտու ապարներում հանքային տարրերի տարածական տեղաբաշխման օրինաչափությունները: Կիրառելով աշխարհագրական տեղեկատվական տեխնոլոգիաները ցույց են տրված որոշ հանքային մետաղների տարածական տեղաբաշխման օրինակները:

7. Սոտքի հանքային դաշտի ոսկի-հանքային հանքավայրին հարող երեք տեղամասերում ցույց է տվել, որ այստեղ հողերը ամբողջությամբ աղտոտված են հիմնային հանքային կոմպոնենտներով - ծանր և տոքսիկ մետաղներով: Բիոսֆերայի վրա տեխնոգենեզի ազդեցության գնահատականի համար նպատակահարմար է հետազայում էկոսիստեմայում ամբողջությամբ անցկացնել համալիր **երկրաբնապահպանական** հետազոտություններ:

Առաջարկվում է օգտագործել բնապահպանության նախարարության կազմակերպություններին և երկրաբնապահպանության բնագավառի մասնագետներին:

Gayane Haykaz Minasyan

GEOECOLOGICAL SIGNIFICANCE OF DISTRIBUTION OF ELEMENTS IN THE ROCKS OF SEVAN-AMASIA BELT

Abstract

1. The Sevan-Amasia belt of the ultrabasic-basic rocks is a very typical representative of the ophiolitic association of rocks and disclosing of their **geoecological** and **geochemical** peculiarities represents a very important task. Formations widespread on groups of rocks on sites of Sevan, Bazum and Shirac were examined, they include: gartsburgit, gabbro and basalt (diabase) - siliceous formations.

2. Methods of complex statistical analysis (bar charts, correlation and cluster) were used to investigation of rock composition with the chemical and spectral analyses **geoecological** and **geochemical** characteristics of the distribution of elements in rocks were reexplored.

3. Regularities of distribution of petrogene and ore elements are established on the following formations:

gartsburgit – with a high magneziality, independent group MgO – SiO₂ characterized with scarcity of siderophile elements of iron group, as well as alkaline soils, alkaline metals in a combination to Al₂O₃ and TiO₂;

gabbro – maximum and equivalent concentrations are typical in all sites of prevalence of alkaline and soil metals, in particular, for Sevan and Bazum sites the general group of clusters of CaO – Al₂O₃ is specific, while CaO – FeO group in Shirac;

diabase – maximum and equivalent concentrations of SiO_2 and Al_2O_3 are typical in all sites, the general group of clusters of $\text{K}_2\text{O} - \text{MnO}$ is peculiar for Sevan and Bazum sites, while $\text{K}_2\text{O} - \text{TiO}_2$ are specific for Shirac.

4. Regularities are determined on the group of ore elements also: Ti, Mn, Cr, V, Ni, Co, Cu, Ag, Zn, Pb, Bi, Mo in rocks of a Sevan site on locations of Shorzha, Gil-Satanakhach and Sotk. Positive close correlative connections are revealed on the following locations:

5. Correlative connections between rock-forming and ore elements are revealed, in particular, close connections are established on locations Shorzha, Gil-Satanakhach and Sotk between elements: Ni – Co; Co – Cr; Fe – Cr; Ca – Al; Ni – Cr; Si – Al. The greatest concentrations of Cr, Co and Ni are observed in dynits, and Ti and V – in a gabbro and quartz diorites.

6. Patterns of the spatial peculiarities of distribution of ore elements are determined with using of programs of data obtained GIS in the belt and examples of distribution of some ore metals are demonstrated for the purpose of the analysis and mapping according types of rocks of arrays.

7. Intensive pollution of soil with main ore components, i.e. heavy and toxic metals is established in boundaries of three sites of an ore field of the Sotk gold - metallic deposit. It is expedient to carry out further a complex **geoecological research** of the whole ecosystem state to assess the impact of technogenesis on the biosphere.

Recommended for the organizations Ministry of Environment and experts in Geoecology.

Ծավալը՝ 28 էջ: Տպաքանակը՝ 100:
ՀՀ ԳԱԱ ԻԱՊԻ կոմպյուտերային պոլիգրաֆիայի լաբորատորիա:
Երևան, Պ. Սևակի 1