



А.А. АМИРАСЛАНОВ

ПРОГРЕССИВНЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

1961

СЕРИЯ XII

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЗНАНИЕ

ГЕОЛОГИЯ и ГЕОГРАФИЯ

1

ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЩЕСТВО
ПО РАСПРОСТРАНЕНИЮ ПОЛИТИЧЕСКИХ И НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ

Член-корреспондент АН СССР
А. А. АМИРАСЛАНОВ

ПРОГРЕССИВНЫЕ
МЕТОДЫ ПОИСКОВ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»

Москва

1961

В брошюре рассказано в общих чертах о современных прогрессивных методах поисков месторождений полезных ископаемых. Читатели знакомятся с геохимическими и геофизическими методами поисков полезных ископаемых, а также с промысловыми (шахтными и рудничными) геофизическими исследованиями.

Приводится краткое описание различной аппаратуры отечественного производства для проведения сейсмической, гравиметрической, магнитометрической и радиометрической разведки.

Освещены вопросы комплексного применения различных методов в практике поисково-разведочных работ.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

Введение	3
Обычные геологические методы поисков	7
Геохимические методы поисков	8
Литохимические (металлометрические) методы	9
Гидрохимический метод	10
Биохимический метод	12
Газовые методы	14
Геофизические методы поисков	15
Сейсмические методы	16
Гравиметрические методы	20
Электрометрический метод	21
Вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ)	22
Магнитометрические методы	25
Радиометрические методы	27
Промысловые (шахтные и рудничные) геофизические исследования	28
Методические советы лектору	30
Литература	31

Автор
Али Агамалиевич Амирасланов

Редактор И. Б. Файнбойм
Техн. редактор Л. Е. Атрощенко
Корректор Н. Н. Огородникова
Обложка художника Н. А. Феологова

А 00092. Подписано к печати 21/II 1961 г. Тираж 13 000 экз. Изд. № 28.
Бумага 60×92¹/₁₆—1,0 бум. л.=2,0 печ. л. Учетно-изд. 1,97 л. Заказ 270.
Цена 6 коп.

Типография изд-ва «Знание». Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.

ВВЕДЕНИЕ

Наша страна занимает не менее одной шестой части площади всей суши земного шара. На ее территории можно обнаружить различные геологические формации, с которыми обычно связываются различные виды полезных ископаемых. Однако, несмотря на потенциальные минеральные богатства этой территории, до 1917 года они почти не изучались. Геологическая съемка, необходимая при изучении недр, проводилась в дореволюционной России в небольших масштабах и не комплексно.

Слаборазвитая промышленность дореволюционной России нуждалась в ввозе из других стран многих видов минерального сырья и полупродуктов.

За период Советской власти геологи проделали огромную работу по выявлению богатств наших недр. Созданы надежные резервы всех видов минерального сырья. По выявленным запасам почти всех полезных ископаемых наша страна занимает сейчас одно из первых мест среди высокоразвитых стран мира.

Чтобы проделать такую гигантскую работу, советским геологам нужно было проводить крупные научные исследования и производственные работы и прежде всего планомерную геологическую съемку для составления геологических карт разных масштабов.

Потребовалось классифицировать территории нашей страны по ведущим геологическим породам (формациям), определить характер и качество тектонических проявлений в различных районах, показать на геологических картах историю развития отдельных областей земной коры и разработать поисковые критерии для открытия месторождений полезных ископаемых. На основе теоретических выводов и практического опыта можно было уже развивать и совершенствовать эффективные методы поисков и разведки промышленных скоплений полезных ископаемых.

Месторождения полезных ископаемых образуются в земной коре на различных глубинах, достигающих до нескольких километров и даже более. Пока с помощью бурения достигнуты глубины залегания месторождений твердых полезных ископаемых, измеряемые 3000—4000 м, а месторождений нефти и газа — до 7000—8000 м.

Основная часть месторождений полезных ископаемых не выходит на поверхность, а залегает на глубинах от нескольких десятков метров до нескольких километров. Только небольшое количество их благодаря работе поверхностных агентов — воды, ветра, снега, льда и др. — обнажается на поверхности.

Месторождения, обнаруживающиеся на поверхности или вблизи ее, в основном уже выявлены, разведаны и переданы промышленности для освоения. Поэтому фонд легко открываемых месторождений не очень велик.

Обнаружение месторождений, не выходящих на поверхность, сопряжено с определенными трудностями. Поэтому разработка эффективных методов поисков, а также создание более точных приборов для этих поисков весьма важное дело.

Методика поисковых и разведочных работ зависит главным образом от характера геологического строения различных районов земной коры, состава и типов горных пород (изверженного или осадочного происхождения), тектоники изучаемого района, формы рудных тел и т. д.

В результате длительных геологических исследований (научных и производственных) выработаны методы поисковых работ, основанные на различных принципах. Они учитывают геологические условия в широком понимании этого слова, а также технические возможности. К ним относятся:

обычные, общепринятые геологические методы поисков месторождений полезных ископаемых;

геохимические методы поисков (с учетом геологических особенностей изучаемого района);

геофизические методы поисков.

Состав и характер образования различных горных пород и руд в отдельных частях земной коры позволяет геологам выяснить генезис (происхождение) различных элементов и установить процесс их концентрации в виде массивов изверженных и осадочных горных пород и промышленных месторождений.

Образование ассоциаций элементов в составе минералов горных пород и руд происходит различно. Оно подчинено законам, вытекающим из физико-химических и термодинамических особенностей процессов и самих элементов в условиях исходного расплава или раствора и геологической среды, где они образуются.

Благодаря многочисленным условиям, влияющим на процесс кристаллизации различных минералов, входящих в состав горных пород и руд, в зависимости от состава исходного материала — расплава или раствора в одних случаях происходит образование только горных пород, а в других, кроме горных пород, также и месторождений полезных ископаемых.

В глубоких частях земной коры концентрация элементов неодинакова, и, как правило, всегда здесь преобладают кальций, магний, алюминий, железо, кремниевая кислота, кислород, калий и др. Медь, свинец, цинк, золото, платина, вольфрам, молибден, никель, кобальт, многие редкие и рассеянные элементы, представляющие наибольшую ценность, встречаются в этих частях коры в десятки и сотни раз меньших количествах.

Многие полезные элементы не всегда входят в состав минералов, пригодных для практического использования, и поэтому количество минеральных образований, представляющих интерес для промышленности, еще более сокращается. Например, алюминий и железо очень распространены в земной коре, а месторождений этих металлов, интересных с точки зрения промышленности, не так уж много. Это объясняется еще и тем, что наряду с бокситом, алунитом, магнетитом, гематитом и другими минералами, осваиваемыми промышленностью, алюминий и железо входят в состав неосваиваемых минералов — полевых шпатов, пироксенов, роговых обманок, слюд и т. д., имеющих в большом количестве в природе.

При наличии различных элементов в исходном материале (расплаве, растворе) на наиболее раннем этапе в большинстве случаев кристаллизуется силикатная часть. Фракции расплавов или растворов, содержащие различные металлы, образуют месторождения глубинного происхождения ближе к конечному этапу кристаллизации исходного субстрата. Таким путем образуются месторождения многих видов полезных ископаемых: свинца, цинка, сурьмы, ртути, золота, серебра, никеля, кобальта, редких и рассеянных элементов.

Вопросы растворения, способности переноса и последовательности кристаллизации отдельных химических элементов и условий их концентрации играют важную роль при изучении богатств земных недр.

Элементы, составляющие горные породы и руды в земной коре, обладают известным родством и группируются, образуя своеобразные сообщества. В качестве примера можно упомянуть, что золото, как правило, в природе встречается с мышьяком, сурьмой, кварцем и сульфидом железа; свинец — с цинком и медью; кадмий — с цинком и свинцом; серебро — со свинцом; германий — с цинком; индий и галлий — со свинцом и цинком и т. д. Таких примеров можно привести много. Этот признак — теснейшее сообщество отдельных элементов

друг с другом — служит важным указанием для геологов, когда они приступают к проведению поисковых работ.

Обнаружив при поисковых работах одни элементы, геологи обязательно ищут здесь и возможных «спутников» этих элементов. Как правило, такой подход оказывается плодотворным.

Наряду с родством элементов в природе встречается закономерное сообщество минералов. Например, очень часто халькопирит (сульфид меди CuFeS) встречается со сфалеритом (сульфидом цинка ZnS) или сульфид цинка (сфалерит) — с галенитом (сульфидом свинца PbS); халькопирит — с баритом; галенит — с минералами серебра; мышьяковый колчедан — с самородным золотом; халькопирит — с сульфидом железа (FeS); киноварь (сульфид ртути HgS) — с сурьмяным блеском Sb_2S_3 и т. д.

При проведении поисковых работ эта закономерность также должна быть учтена, и в случае встречи одного из перечисленных минералов геолог ставит диагноз о возможности нахождения в исследуемых участках и других сопутствующих минералов.

Когда при поисковых работах в Якутии геологи обнаружили минерал пироп, они начали усиленно искать алмазы, и на самом деле им удалось выявить многочисленные трубки кимберлитовых пород, содержащие промышленные концентрации алмазов.

В некоторых случаях наличие в определенном районе барита дает основание вести поиски свинцовых и медных руд. При обнаружении пирита (сульфид железа), как правило, можно надеяться на нахождение концентрации медных минералов. Так было, например, при поисках и разведке некоторых уральских медно-колчеданных месторождений.

Одним из важных критериев поисков месторождений полезных ископаемых являются структурные особенности изучаемого района. Тектонические структуры играют роль вмещалища глубинных горных пород и рудных месторождений. При наличии благоприятных тектонических структур восходящие из глубины (или нисходящие из поверхностных участков) металлоносные растворы концентрируются в этих структурах и образуют промышленное скопление минеральных месторождений. При отсутствии таких структур, наоборот, восходящие или нисходящие металлоносные растворы рассеиваются на огромной площади, и в этом случае не образуются промышленные месторождения полезных ископаемых.

Известно, что металлоносные растворы из глубоких горизонтов, концентрирующиеся в определенных структурных участках, обладают высокой химической активностью и имеют различное содержание элементов. Входя во взаимодействие с породами, эти растворы производят огромные изменения на

границах руд и вмещающих пород. Характер изменения боковых пород зависит от глубины залегания, состава вмещающих пород, химического состава и термодинамических свойств рудоносных растворов и т. д.

В зависимости от всех этих факторов изменения, как правило, носят различный характер. Наиболее часто происходят следующие изменения боковых пород: в силикатных породах — окварцевание, серицитизация, хлоритизация, пропилитизация и др.; в карбонатных породах — скарнирование и т. д. Каждое из этих изменений специфично для месторождений определенных металлов и горных пород, вмещающих месторождение. Учет этих изменений также повышает эффективность поисков месторождения того или иного металла.

Благодаря природным агентам на поверхности земной коры происходит отложение месторождений многих полезных ископаемых либо в виде россыпей, либо в виде пластов, образовавшихся на дне водоемов. Изучая палеогеографию, палеотектонику, а также геоморфологию и четвертичные отложения, геологи правильно намечают области возможного сноса, скопления и отложения многочисленных видов полезных ископаемых: железа, золота, олова, циркона, титана, вольфрама, молибдена и т. д.

Все эти и некоторые другие критерии используются при геологосъемочных и поисково-разведочных работах.

Перейдем к характеристике основных методов поисков месторождений полезных ископаемых, уделив главное внимание новым прогрессивным методам.

Во многих случаях при проведении поисковых работ геологи пользуются комплексом, включающим три основных метода: геологический, геохимический и геофизический.

ОБЫЧНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ

В пределах изучаемого района геолог-поисковик проводит обычным геологическим методом геологическую съемку разных масштабов, но, как правило, крупных масштабов 1:200 000; 1:50 000; 1:25 000. Полученные материалы служат для составления геологической карты. Параллельно он намечает маршруты для проведения поисковых работ на изучаемой территории. В первую очередь задачи геологов сводятся к изучению состава пород и их контактовых изменений, что служит наводящим фактором для выявления месторождений полезных ископаемых и минерализованных вод; глубокому исследованию малых интрузивных пород, жил и пегматитов; выявлению характера вторичных изменений пород, указывающего на возможный результат влияния глубинных и поверхностных минерализованных вод; определению характера тек-

тоники; расшифровке геохимических особенностей слагающих район породы, и т. д.

Если месторождение полезных ископаемых или его признаки обнаруживаются на поверхности, то геологические методы поисков и разведки, применяемые для выяснения всех необходимых параметров месторождения, дают необходимый эффект. В этих случаях геологи ведут на участках обычные горные и буровые работы.

Когда же месторождение залегает глубоко от поверхности, т. е. погребено под толщей более поздних пород, обычные геологические методы не применимы, так как они малоэффективны, требуют затраты огромных материальных средств и значительных сроков для своего проведения.

Несмотря на то, что поверхностные и подземные горные выработки и бурение в практике геологоразведочных работ играют большую роль и без них вообще нельзя обходиться в начальном этапе поисков, целесообразно применять более быстрые и менее дорогостоящие методы. Таким образом, новые эффективные методы поисков месторождений полезных ископаемых в начальной стадии геологических работ открывают путь к дальнейшему, более уверенному проектированию и проведению горных и буровых выработок.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ

Геохимические методы поисков основаны на том, что вблизи месторождений полезных ископаемых, как правило, образуются «ореолы рассеяния» с повышенной концентрацией полезных элементов в коренных и рыхлых породах, почвах, водах и источниках, в слое воздуха недалеко от земной поверхности, в составе различных растений и организмов. В определенных условиях можно установить наиболее интересные участки с повышенным содержанием различных элементов и рекомендовать эти участки для проведения поисковых работ.

Геохимические методы существенно важны в тех случаях, когда месторождения не имеют выхода на поверхность и залегают на глубине под толщей пустых пород.

Ореолы рассеяния иногда образуются одновременно с образованием самих месторождений полезных ископаемых. Около промышленных концентраций рудных тел вмещающие породы обогащаются теми же полезными минералами, из которых состоят рудные тела.

Область распространения ореолов рассеяния вблизи промышленных рудных месторождений зависит от характера (структуры, текстуры) и вещественного состава рудовмещающих пород, а также в значительной степени от тектонических условий образования этих пород. В этом случае ореолы рассеяния являются первичными.

Наряду с этим образуются ореолы рассеяния в участках давно образовавшихся месторождений. Под влиянием поверхностных агентов происходит изменение верхних частей глубинных месторождений химическим или механическим способом. Растворенные полезные элементы рассеиваются в результате природных процессов вблизи ранее образовавшихся месторождений или массивов горных пород. В этом случае ореолы рассеяния называются вторичными.

Первичные и вторичные ореолы рассеяния тесно связаны друг с другом и взаимозависимы. В самом деле, выветриванию подвергаются месторождения и горные породы. Чем богаче коренные породы, а тем более месторождения, тем ощутимее вторичные ореолы рассеяния. В этой связи при проведении литохимического (металлометрического) изучения необходимо не только изучать рыхлые отложения или кору выветривания, но и одновременно подвергать массовому опробованию образцы коренных пород. При опробовании коренных пород обязательно учитываются геологические особенности изучаемых горных пород. Пробы берутся с учетом геологических особенностей коренных пород (трещиноватость, минеральный состав, текстуры, смена разновидностей пород и т. д.).

Выделяют следующие разновидности геохимических методов: литохимические (металлометрические), гидрохимические, биохимические, газовые.

Литохимические (металлометрические) методы

Металлометрические работы и изучение ореолов рассеяния проводятся за последние 10—15 лет в нашей стране в широких масштабах. С их помощью изучают первичные и вторичные ореолы рассеяния в приповерхностных частях элювиально-делювиальных¹ отложений, в нижних слоях рыхлого покрова; в коренных породах изучают также потоки рассеяния месторождений в аллювиальных² отложениях современной гидросети («иловый» метод или метод «донных отложений»).

При проведении металлометрических работ в коренных породах опробуют породы на выходе и в отдельных районах керны поисковых буровых скважин. При опробовании проводят массовое спектральное количественное определение полез-

¹ Элювий — образование из наиболее устойчивых компонентов коренных пород в виде крупных обломков — продукт выветривания горных пород.

Делювий — разнообразные продукты выветривания, перемещенные от коренных выходов пород вниз по склону благодаря смыванию дождевыми и талыми водами.

² Аллювий — рыхлый продукт выветривания — обломочный материал, накапливающийся в речных долинах в результате сноса и отложения постоянным водным потоком.

ных компонентов в пробах, а также контрольные химические анализы малых навесок. Проводится также петрографическое и минералогическое изучение собранных проб.

Важно не только определить валовое содержание полезного компонента, но и выяснить, какие минералы он образует. Полученные качественные и количественные данные позволяют правильно составить карту ореолов рассеяния отдельных элементов.

В некоторых случаях, исходя из данных минерального, петрографического состава и спектральных анализов, отдельные образцы (пробы) подвергают проверке на магнитную восприимчивость и на радиоактивность.

Районы распространения аллювиальных, элювиальных и делювиальных отложений рыхлых пород являются исключительно благоприятными для применения металлометрических поисков по ореолам и потокам рассеяния. Работы по этому методу проводятся в разных геологических условиях и в разных масштабах, однако наибольший эффект он может дать в областях складчатых геологических структур, где коренные породы выходят на поверхность, а покровы осадочных отложений не очень велики.

Для районов с различными геологическими условиями геолог-поисковик применяет различную сетку литохимических исследований. Для выявления потоков рассеяния пробы отбирают из илистоглинистой фракции аллювия по мелким рекам, ручьям, сухим логом, на участках делювиальных и аллювиальных свалов, конусов выноса.

Отобранные пробы после просушки и измельчения анализируют спектральным методом на широкий круг элементов. Результаты анализа наносятся на геологическую карту в виде условных обозначений. По этим картам, с учетом геологии изучаемого района, определяются области возможного выноса разыскиваемых металлов.

На выделенных аномальных участках проводятся детальные поиски. Наибольший эффект этот метод дает при крупных масштабах поисковых работ 1 : 50 000, 1 : 25 000, 1 : 10 000 и крупнее, однако он дает также положительные результаты и при поисках более мелких масштабов.

При проведении литохимических исследований крупных масштабов их можно сочетать с гидрохимическими методами поисков.

Гидрохимический метод

Гидрохимический метод служит для выявления водных ореолов рассеяния рудообразующих и сопутствующих им элементов в гидросфере. Среди геохимических методов он занимает второе место (после литохимических методов).

Гидрохимический метод основан на изучении изменений химического состава природных вод при растворении рудных тел, участков минерализации, а также полезных компонентов в горных породах.

Почти все элементы, входящие в состав рудных тел и горных пород, под влиянием поверхностных вод и кислорода подвергаются растворению. Степень растворимости каждого из элементов разная. Например, растворимость цинка гораздо больше, чем свинца. Весьма трудно растворимы олово, вольфрам, золото и т. д.

Поверхностные воды, проходя через сульфидные месторождения, слой горных пород различного состава, сильно минерализуются и становятся в определенных условиях кислыми, щелочными и нейтральными. В зависимости от пути прохождения поверхностные воды могут быть сильно минерализованными, слабо минерализованными и практически не минерализованными.

Изучая водные потоки в направлении их течения, устанавливают участки с различной концентрацией полезных компонентов в этих водах. Конфигурация сильно минерализованных водных потоков бывает весьма сложной в зависимости от характера рудных тел, которые подвергаются в той или иной степени растворению, и характера (состава и текстуры) вмещающих рудные тела пород.

Миграционная способность и концентрация различных элементов в литосфере, почвах, грунтовых водах, поверхностных водах и в водах океана по данным А. П. Виноградова и Р. С. Кононовой выглядит примерно так. В подземных водах сильно накапливаются сульфат-ион и цинк; почти стабильно сохраняется молибден в литосфере, в почвах и в грунтовых водах; наибольшая концентрация меди фиксируется в литосфере, концентрация понижается в почве, дальнейшее уменьшение ее наблюдается в подземных водах, правда не везде. Наибольшая концентрация свинца отмечается в литосфере и в почвах, а наименьшая отмечается в водах океанов и морей.

Содержание молибдена в аридной¹ и гумидной² областях, в районах полиметаллических месторождений и вне месторождения различное. Наибольшее количество молибдена находится в грунтовых водах аридных областей, что является надежным поисковым признаком.

¹ Аридная область — территория, характеризующаяся сухим климатом, где испарение часто во много раз превышает количество выпадающих осадков.

² Гумидная область — территория, характеризующаяся влажным климатом, где испарение не превышает количества выпадающих осадков.

Содержание меди и свинца в грунтовых водах гумидных областей гораздо выше, чем в аридных областях.

В связи с различным поведением отдельных элементов в природных водах (различная степень растворимости, наличие пород осадителей, характера самих вод и т. д.) ореолы рассеяния могут быть фиксированы на расстоянии от десятков метров до нескольких километров от месторождений.

К настоящему времени гидрохимический метод пока разработан не для всего комплекса металлов, а только для 10—12 элементов (медь, свинец, цинк, молибден, уран и др.). Нет сомнений в том, что при дальнейшем изучении миграционной способности ореолов и потоков рассеяния этот перечень металлов увеличится в два и более раз.

В результате гидрохимических исследований можно:

установить участки наибольшей концентрации различных металлов для последующего проведения поисково-разведочных работ;

оконтурить районы наибольших концентраций, где сосредоточены рудные месторождения, и тем самым наиболее целесообразно вести поисковые работы;

получить общую металлогеническую характеристику изучаемого района и определить возможный комплекс полезных компонентов с целью металлогенической оценки района.

Гидрохимический метод проводится взятием проб воды и их изучением спектральным и химическим способами. При взятии проб необходимо проводить также геологическую и гидрогеологическую документацию выходов водных источников, из которых отбираются пробы вод. Результаты химических и спектральных анализов обрабатываются с учетом геологических и гидрогеологических особенностей исследуемых районов.

Биохимический метод

Биохимический метод позволяет выявить различные концентрации отдельных элементов в биосфере (в почвах, растениях, животном организме). Все виды растений в какой-то мере поглощают из почв определенные элементы, необходимые для их жизнедеятельности.

Давно известно, что при проведении агротехнических мероприятий хорошо растут и развиваются зерновые культуры, давая замечательные урожаи. Человек специально вводит в почву фосфор, азот, калий, кобальт и другие элементы, добывая таким образом лучшего роста пшеницы, ржи, ячменя, кукурузы и других культур.

Определенным по составу горным породам и их выветрившимся элювиально-делювиальным отложениям соответствуют те или иные виды флоры и живых организмов. Исследуя

территорию страны или части ее, можно составить карту биогеохимических провинций. С этой целью проводятся специальные биогеохимические опробования растений и почв на содержание в них различных химических элементов.

Научные и практические исследования, связанные с применением этих методов, только начаты. Еще не изучено содержание всех элементов в фауне и флоре. Как показали исследования состава растений и почв, а также подвижности ионов различных химических элементов в биосфере, этот метод может быть использован при поисках никеля, кобальта, меди, молибдена, цинка, свинца, хрома и многих других элементов.

Растения своими отдельными частями по-разному осваивают химические элементы. Наибольшая концентрация элементов наблюдается в корневых частях растений, хотя в отдельных случаях стебли и листья накапливают их не менее, чем корневая часть.

Между химическим составом растений и животных организмов и составом соответствующих почв и горных пород имеется прямая зависимость.

По данным А. П. Виноградова и Д. П. Малюга, растительный покров на участках никелевых месторождений на Южном Урале в пределах рудного поля менее развит, чем вне рудных участков. Растительный покров представлен определенными видами растений, причем независимо от изменения форм растений концентрация никеля, кобальта и меди увеличивается в тех из них, которые находятся на площади рудных полей.

Опробование почв и растений на хромитовых и медных месторождениях (на Южном Урале) также показало, что в золе растений и в почве содержится почти одинаковое количество хрома и меди.

Геоботанический метод используется при поисках не только рудных месторождений, но и подземных вод, нефти, серы.

Микроорганизмы также поглощают из почвы, рыхлых отложений и пор выветривания химические элементы. Этот раздел биохимических методов поисков весьма слабо исследован, и в последние годы им начинают усиленно заниматься.

Исследования, проводимые в лаборатории ВНИГНИ, показывают, что различные виды бактерий для своего развития поглощают такие элементы, как молибден, вольфрам, цинк, свинец, медь и марганец. При применении этого метода пробы грунта и подземных вод подвергают микробиологическому анализу. Результаты сопоставления анализов на различные элементы наносятся на карту. Сравнение их с металлотрическими исследованиями, например по Казахстану и Забайкалью, показало соответствие между ореолами рассеяния молибдена и повышенной интенсивностью развития бактерий. Уже сейчас ясно, что биохимические методы в комплексе с

другими методами представляют интерес при поисках месторождений различных металлов.

Изучая химический состав растений и животных организмов и устанавливая в них повышенную концентрацию различных элементов, можно выделить более перспективные участки от неперспективных для последующего проведения детальных поисковых работ. У нас и за рубежом этим методом уже проводятся поиски месторождений железа, марганца, меди, никеля, молибдена, свинца, цинка и других металлов.

Газовые методы

Месторождения металлов образуются глубинными процессами из растворов с высокими термодинамическими показателями. При этом рудоносные термы¹ сопровождаются выделением металлов не только из растворов, но и из газовой фазы. Имеется ряд элементов, который выделяется в газовой фазе.

Одновременно с образованием месторождений полезных ископаемых гидротермальными процессами некоторые элементы в газовой фазе также создают ореолы рассеяния. При поисках радиоактивных руд вторичные ореолы рассеяния выявляются по радиоактивным излучениям (эманационная съемка).

Образовавшиеся на определенных глубинах нефтяные, газовые, угольные, торфяные месторождения создают углеводородные газы, генетически связанные с месторождениями горючих ископаемых.

В зависимости от текстурных и структурных условий и минерального состава пород, залегающих над нефтяными и газовыми месторождениями, эти углеводородные газы мигрируют на очень большие расстояния (сотни метров). При поисках нефтяных и газовых месторождений можно либо непосредственно анализировать керн скважин, либо продукты превращения углеводородных газов. Поток углеводородных газов существенно влияет на характер пород, вод и растительный мир, которые также изучаются.

При проведении соответствующей съемки на месторождениях жидких горючих ископаемых и особенно на месторождениях радиоактивных руд выявляются ореолы рассеяния химических элементов в почвенном воздухе и приземном слое атмосферы.

Современная аппаратура улавливает даже ничтожную концентрацию радиоактивных газов. В районах, где газовое эманационное картирование покажет высокую концентрацию

¹ Растворы с высокой температурой.

радиоактивных газов, можно ожидать выявления месторождений радиоактивных руд.

Угледородные газы — показатель наличия в изучаемом районе возможных месторождений нефти и газа.

Кроме литохимического метода эманационной и газовой съемки, остальные геохимические методы поисков находятся в стадии изучения и испытания и только начинают применяться. Пока еще эти методы разрабатываются лишь для ограниченного количества элементов. Полученный при этом небольшой опыт показывает, что они смогут успешно применяться при поисках.

Геофизические методы поисков

Современные достижения электротехники, радиоэлектроники, ядерной физики, автоматики и телемеханики, оказывают все возрастающее влияние на изучение строения глубоких частей земной коры и химико-минералогического состава горных пород и руд, на разработку методов поисков и разведки месторождений полезных ископаемых.

Геофизические методы поисков и научных исследований, впервые созданные в двадцатых годах нашего столетия, в настоящее время получают широкое развитие. За последние 10—15 лет эти методы в качестве важного элемента вошли в комплекс поисковых работ для выявления различных видов минерального сырья.

Геофизические методы основаны на измерении естественных физических свойств горных пород, минералов и руд в определенных геологических условиях. Измеряются естественные и искусственно созданные физические поля на земной поверхности, на море, в воздухе. Результаты геофизических исследований затем подвергаются геологической интерпретации.

Еще 15—20 лет назад при поисках и разведке глубоко залегающих месторождений нефти, газа, угля, руд черных и цветных металлов основные сведения о строении и вещественном составе пород геологи черпали в основном из данных бурения и мало пользовались геофизическими исследованиями. Теперь к данным бурения добавляется значительное количество сведений, получаемых в результате применения сейсморазведки, электроразведки, гравиразведки, магниторазведки и других геофизических методов.

Пользуясь каждым из этих методов, а еще лучше правильно подобранным комплексом методов, геолог может теперь, проводя только в небольших масштабах дорогостоящие буровые работы, с высокой точностью определить глубины залегания продуктивных пластов, горизонтов, выяснить поведение отдельных свит пород, определить условия залегания пла-

тов, характер погребенного рельефа кристаллических пород фундамента.

Геофизические методы используются прежде всего для подготовки исследуемых площадей к предварительной и детальной разведке бурением или горными работами.

В крупных масштабах геофизические методы используют при поисковых работах на нефть и газ. Это объясняется также высокой стоимостью других видов поисковых работ, в частности разведочная буровая скважина обходится в несколько миллионов рублей.

Как правило, залежи нефти и газа образуются на участках межгорных впадин, в платформенных областях, на краевых участках крупных складчатых сооружений. Во всех этих случаях нефтегазоматеринские пласты залегают на значительных глубинах и покрываются сравнительно слабо дислоцированными более поздними породами.

В этих условиях обычными визуальными методами весьма трудно, пожалуй, даже невозможно при поисковых работах выяснить тектонические структуры (складчатые, разрывные) крупные и мелкие, которые являются участками скопления нефти и газа.

При таком положении настоятельно требовалось применять такие методы, которые могли бы определить условия залегания пластов, наличие сводов и складок и дать необходимую характеристику для уверенного заложения поисковых буровых скважин. Этим требованиям удовлетворяли различные геофизические методы.

Металлические полезные ископаемые образуются почти во всех формах земной коры, но поиски металлов легче и эффективнее проводить в горных складчатых областях, где коренные породы и верхние части месторождений сравнительно хорошо обнаруживают себя.

В настоящее время наряду с поисками месторождений, залегающих у поверхности на небольшой глубине, ведутся интенсивные поиски сравнительно глубоко залегающих металлических месторождений. Применение геофизических методов при разведке рудных месторождений за последние годы быстро развивается.

Геофизические методы позволяют определять погребенные структуры, прослеживать маркирующие и в отдельных случаях продуктивные горизонты, оконтуривать массивы изверженных пород различного состава, определить мощности более молодых (четвертичных) покровов и т. д.

Наиболее распространенным и эффективным из геофизических методов поисково-разведочных работ на нефть и газ является сейсморазведка.

Сейсмические методы

Сейсмические методы основаны на изучении условий распространения и времени прохождения в земной коре продольных и поперечных упругих волн, возбуждаемых взрывами в шурфах и скважинах на глубинах, как правило, от 15 до 60 м или создаваемых при сбрасывании специального груза на землю. Все эти показатели (скорость и время прохождения волн) в конечном счете зависят от литологического состава, глубины залегания, трещиноватости, водоносности пород и горизонтов. Наиболее быстро распространяются сейсмические колебания в изверженных и кристаллических породах, медленнее всего — в песчано-глинистых отложениях.

Аппаратура для сейсморазведки нефтяных и газовых месторождений, смонтированная в виде сейсморазведочных станций, позволяет регистрировать на фотобумаге или магнитной пленке колебания, вызванные искусственным взрывом вблизи поверхности земной коры и отраженные или преломленные от различных пластов и горизонтов пород в глубоких частях земли.

Наши заводы сейчас выпускают два основных вида сейсморазведочных станций: 60-канальную станцию с одновременной регистрацией на фотобумагу колебаний, принимаемых 60 сейсмоприемниками, расположенными на поверхности земли вдоль линии протяженностью до 750 м и до 1500 м, и 24-канальные станции с записью колебаний от 24 сейсмоприемников, расположенных вдоль линий длиной 300—500 м. Глубина исследования отраженными волнами обычно составляет 4—5 км, доходя иногда до 10 км, а при использовании преломленных волн достигает 30—35 и даже 70 км.

Обычно запись колебаний, передаваемых сейсмографами, производится на фотобумаге с помощью гальванометров, снабженных зеркалами. За последнее время все чаще используется запись на магнитную пленку по принципу магнитофонной записи.

В настоящее время геофизики работают над дальнейшим усовершенствованием сейсмического метода разведки. Создаются новые типы станций с магнитной записью (100-канальная станция, переносные станции, приставки магнитной записи к обычным станциям), усовершенствуется аппаратура для проведения сейсморазведочных работ на морях и реках, создается аппаратура для автоматической обработки сейсмических записей и построения геологических разрезов по данным сейсморазведки. Производятся опыты по использованию для разведки различных типов волн, в том числе поперечных волн.

К числу новых типов сейсмических станций относится широкодиапазонная сейсморазведочная станция — измененная

сейсмостанция СС-30/60 с принципиально новыми усилителями, совершенной схемой блока питания и новым типом осциллографа. Эти станции уже прошли испытания и с 1961 г. будут выпускаться серийно.

Все данные записи колебаний, полученные на фотобумаге или на магнитной пленке, после обработки наносятся на карту и интерпретируются геофизиком совместно с геологом. В результате обработки полученных при сейсморазведке материалов составляются структурные карты и разрезы, расшифровывающие строение данного участка земной коры на участках, благоприятных для накопления нефти и газа. Закладываются разведочные скважины для выявления залежей нефти и газа.

В труднодоступных районах используется сейсмостанция типа СС-24-П. Она переносится вручную или монтируется в легкой машине ГАЗ-69.

Сейсмостанция СС-30/60-56 аналогична предыдущей, но отличается более тяжелой конструкцией. Регистрация сейсмических волн проводится 60-канальным осциллографом на фотобумагу шириной 40 см. Станция смонтирована на кузове автомашины хорошей проходимости — ГАЗ-63.

На рисунке 1 показана сейсмостанция типа СС-М-57 с

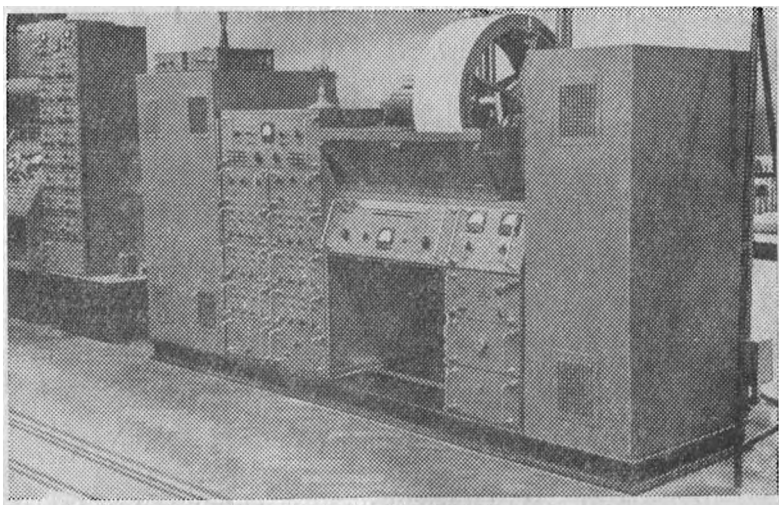


Рис. 1. Сейсмическая станция типа СС-М-57 с магнитной записью сейсмических сигналов.

магнитной записью сейсмических сигналов. Эта же станция, смонтированная на автомашине, представлена на рисунке 2.

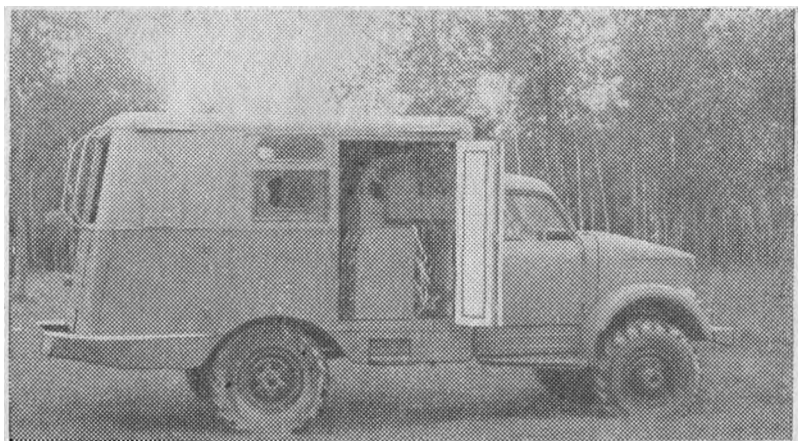


Рис. 2. Сейсмическая станция СС-М-57, смонтированная на автомашине.

На рисунке 3 показан малогабаритный сейсмоприемник СПЭД-56, воспринимающий колебания почв. Этот прибор позволяет принимать сейсмические колебания в одной точке сразу несколькими сейсмографами.

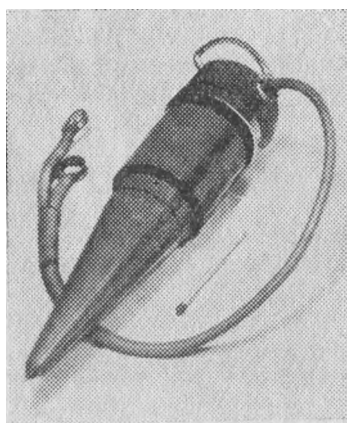


Рис. 3. Малогабаритный приемник СПЭД-56, воспринимающий колебания почвы.

Научно-исследовательскими и конструкторскими организациями разработана специализированная морская сейсморазведочная станция МСС-58. Монтаж усилителей и других узлов произведен так, чтобы обезопасить детали от проникновения влаги. Испытание этой станции в Каспийском и Азовском морях дало положительные результаты.

Гравиметрические методы

Гравиметрический метод заключается в изучении естественного гравитационного поля или поля тяготения на поверхности Земли. Благодаря существенному отличию плотности руд от плотности вмещающих пород данные гравиразведки позволяют выявлять залежи полезных ископаемых.

Величина силы тяжести в различных частях земной поверхности неодинакова. Она зависит от минерального состава, пористости пород, глубины их залегания, рельефа местности, неоднородности распределения масс в различных частях земной коры. Например, плотность изверженных горных пород по мере перехода от кислых к основным существенно увеличивается, в частности плотность гранитов, в которых слабо представлены темноцветные компоненты, существенно ниже, чем плотность габбро (глубинной кристаллической горной породы, образовавшейся в результате застывания и кристаллизации базальтовой магмы), или пироксенитов, лабрадоритов и т. д. Большинство рудных минералов имеет большую плотность.

Гравиметрические исследования проводятся при геологосъемочных, поисковых, а также разведочных работах. Как и другие геофизические методы, они играют важную роль при изучении геологического и тектонического строения локальных районов.

При поисковых работах гравиметрические методы используются для выявления залежей полезных ископаемых или продуктивных структур. Наибольший эффект эти методы дают при поисках медных, железных, никелевых, хромитовых и других руд.

Гравиметрические методы обычно проводятся в комплексе с сейсмометрическими, магнитометрическими и другими геофизическими методами.

Обычно применяются кварцевые гравиметры типа ГАК-ЗМ, средней точности $\pm 0,3 - \pm 0,1$ миллигала¹.

В последние годы создан усовершенствованный гравиметр с точностью 0,02—0,05 мг.

Первые опыты с таким высокоточным гравиметром показали, что прибор может зафиксировать насыщенность пластов газом или нефтью, выявить залежи хромитовых, железных немагнитных руд на глубинах до 200—400 м и т. д.

Гравиметрическая разведка является основным элементом комплексного изучения общего геологического строения. В

¹ Миллигал (мг) — тысячная часть гала — единицы ускорения ($1 \text{ мг} = 0,001 \text{ см/сек}^2$). Назван по имени Галилея, открывшего законы падения тел и впервые измерившего ускорение силы тяжести. В миллигалах выражаются аномалии силы тяжести, определяемые в гравиразведке с помощью гравиметров специальных типов.

районах, где кристаллический фундамент залегает близко к поверхности, этот метод позволяет с определенной степенью точности выяснить состав и строение фундамента, уточнить примерный контур интрузивных пород. Этим же методом можно оконтуривать соляные купола, погребенные складки коренных пород под рыхлым чехлом, контакты различных по составу интрузивных пород, залежей подземных вод, месторождений полезных ископаемых.

На рисунке 4 представлен кварцевый высокоточный гравиметр типа ГАК-ЗМ, предназначенный для относительных измерений ускорения силы тяжести при поисковых работах. Во внутренней части гравиметра расположена весьма тонкая чувствительная кварцевая измерительная система.

В настоящее время разрабатываются и усовершенствуются приборы для исследований силы тяжести на земной поверхности с воздуха (самолета, вертолета).

Электрометрический метод

Электрометрический метод основан на изучении закономерностей распространения постоянного или переменного тока в земле. Он применяется при поисках и разведке месторождений полезных ископаемых, при геологическом картировании.

Различные горные породы и руды обладают различной степенью электропроводности. Это определяется электрическим сопротивлением минералов, текстурой пород и руд и другими свойствами.

Наибольшим электрическим сопротивлением характеризуются кварц, флюорит, барит, полевые шпаты, киноварь, шеелит, сфалерит, вольфрам и др. Наименьшим электрическим сопротивлением обладают халькопирит, галенит, пирит и др. Промежуточное место занимают — магнетит, гематит, хромит, касситерит и др. Среди горных пород наименьшее электриче-

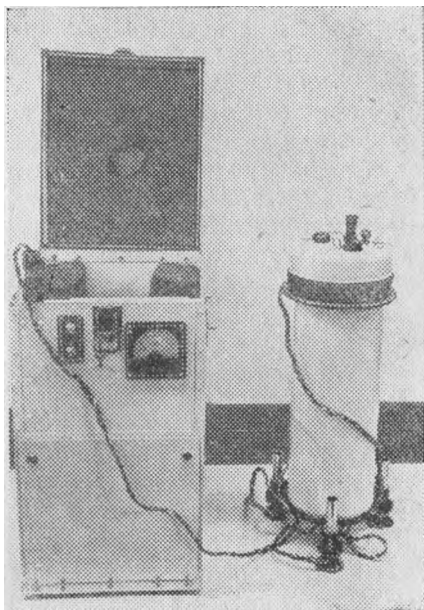


Рис. 4. Кварцевый высокоточный гравиметр типа ГАК-ЗМ, предназначенный для измерения силы тяжести при поисковых работах.

ское сопротивление имеют песок, глина, мергели, алевролиты, аргиллиты. Некоторые изверженные и метаморфические породы обладают наибольшим электрическим сопротивлением. Промежуточное положение занимают известняки, доломиты, песчаники и бурые угли и некоторые изверженные породы.

Электрические методы имеют ряд модификаций. К их числу относятся: а) вертикальное электрическое зондирование; б) метод естественного поля; в) метод электропрофилирования и г) метод отношения потенциалов.

Вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ)

Этот метод дает возможность определить глубину проникновения тока при увеличении на поверхности земли расстояния между питающими электродами, создающими электрическое поле. Они используются для определения мощности наносов, глубины залегания различных горных пород и рудных тел.

Наилучшие результаты получаются, если породы и руды залегают горизонтально или в крайнем случае полого (5—10—20%).

Благодаря тому, что различные горные породы и руды имеют неодинаковое электрическое сопротивление, с помощью вертикального электрического зондирования устанавливают отсутствие или наличие экранирующих горизонтов, однородность или неоднородность разреза, наличие или отсутствие рудных тел, особенно тех из них, которые имеют наименьшее электрическое сопротивление.

Вертикальное электрическое зондирование ведется успешно при поисково-разведочных работах на медь, свинец, цинк и другие металлы, уголь, при выявлении геологических структур и т. д.

Метод естественного поля применяется главным образом для поисков колчеданных и других сульфидных месторождений. Он позволяет четко определить границы зон окисления. Особенно интересные результаты получаются при применении вызванной поляризации (ВП) переменными токами низкой частоты для изучения вкрапленного оруднения зон.

Метод электропрофилирования эффективно применяется для изучения и выявления погребенных структур. Он позволяет четко отбить и проследить контакты различных свит пород и зоны разрывных нарушений. Этот метод также применяется при поисковых работах на пегматитовые, кварцевые жилы и сульфидные рудные тела.

Он особенно эффективен в районах, где породы сильно дислоцированы и угол падения пород и рудных залежей довольно крут.

Метод отношения потенциалов имеет ограниченное применение в поверхностных участках земной коры (не более 7—

8 м) при поисково-разведочных работах на крутопадающие рудные тела. Изучение глубоких горизонтов проводится методом теллурических токов, позволяющим получить надежные данные по оконтуриванию структур. Обычно его сочетают с сейсмическим методом.

Метод теллурических токов сравнительно точно фиксирует контуры всех структур, выявленных другими геофизическими методами, в частности сейсмическими методами. Этим методом могут быть обнаружены массивные колчеданные руды, залегающие на глубинах порядка 60—80 м от поверхности.

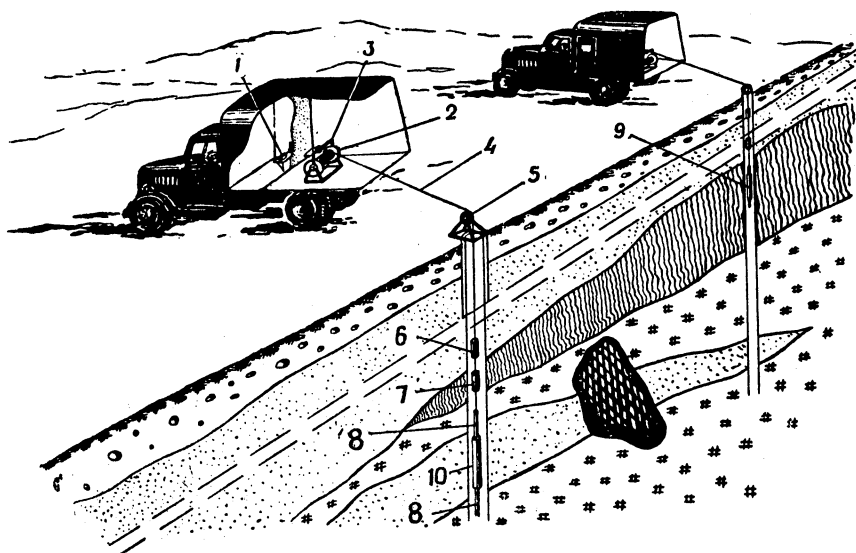


Рис. 5. Схема поисков и разведки методом скважинного радиопросвечивания.

1 — стол оператора с пультом управления; 2 — каротажная лебедка; 3 — счетчик длины кабеля; 4 — каротажный кабель; 5 — блок-баланс; 6—7 — фильтры; 8 — дипольная антенна; 9 — передатчик; 10 — приемник.

За последние годы разработан метод радиоволнового просвечивания между буровыми скважинами или горными выработками. Этот метод известен уже около 20 лет, однако лишь в последние годы разработана аппаратура, которая дает надежные данные на площади между скважинами и горными выработками на расстоянии около 250—300 м; в прежние годы это расстояние не превышало 25—50 м.

С помощью радиоволнового просвечивания выявляются пологозалегающие инородные тела, природа которых определяется путем интерпретации. Этот метод позволяет определить условия залегания выявленных тел и вести успешные поиски новых рудных тел на площади разведываемых и эксплуатируемых рудных полей. На рисунке 5 показана схема по-

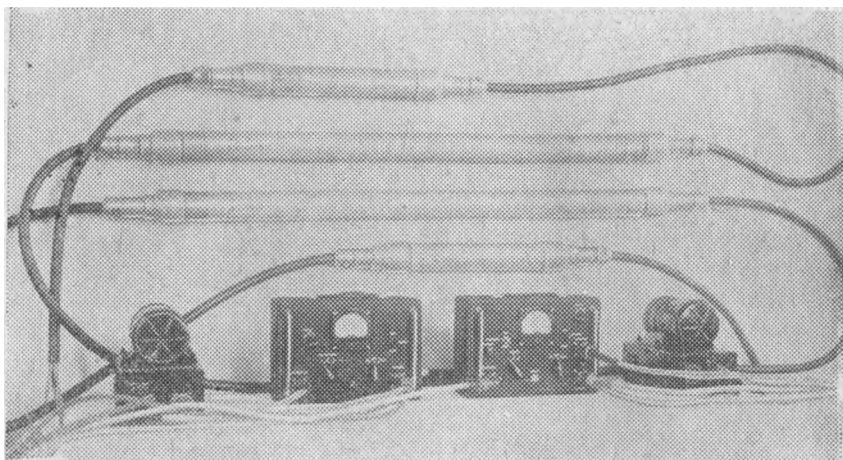


Рис. 6. Комплект аппаратуры скважинного радиопросвечивания. исков и разведки методом скважинного радиопросвечивания. Комплект аппаратуры межскважинного радиопросвечивания приводится на рисунке 6.

Разрабатывается метод аэроэлектроразведки для выявления месторождений различных металлов и геологического картирования. На рисунке 7 показан вертолет, несущий гондолу с

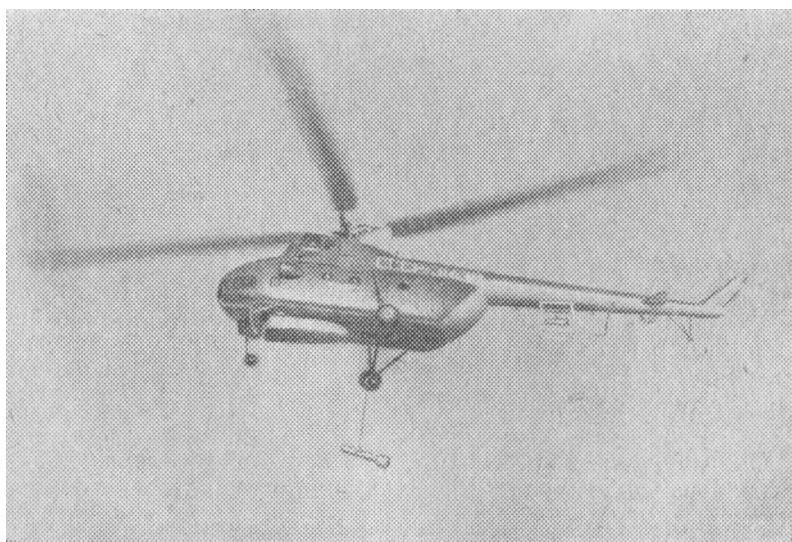


Рис. 7. Вертолет, несущий гондолу с измерительной аппаратурой для аэроэлектроразведки.

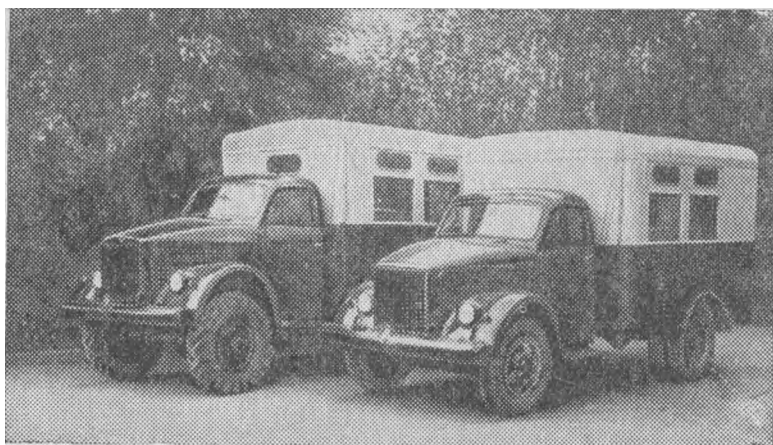


Рис. 8. Электроразведочная станция типа ЭРС-23-53, работающая на постоянном токе.

измерительной аппаратурой для аэроэлектроразведки. На рисунке 8 показана электроразведочная станция типа ЭРС-23-53, работающая на постоянном токе. Для удобства выполнения дипольных зондирований измерительная аппаратура и источники тока (генераторная группа) размещены в двух отдельных автомашинах. Генераторная установка мощностью в 23 кВт обеспечивает силу тока в питающих проводах до 45 а и напряжение до 1000 в. Полевая лаборатория оборудована записывающим осциллографом и радиостанцией для связи с генераторной группой.

Магнитометрические методы

Магнитометрические методы начали применяться ранее других геофизических методов (с начала XX века). Они основаны на измерении магнитной восприимчивости горных пород, руд и минералов.

Горные породы и руды разделяют по магнитным свойствам на сильномагнитные, слабомагнитные и немагнитные. К немагнитным относятся минералы: гипс, каменная соль, кварц, барит, кальцит, мрамор и др.; к сильномагнитным — породы и руды, состоящие из минералов: магнетита, титаномагнетита, пирротина, гематита и др.; слабомагнитные породы и минералы — оливин, авгит, амфиболиты, диориты.

Исследования с помощью магнитометрических методов успешно проводились в районах Курской магнитной аномалии. Магнетитовые руды в скарпах (горная порода, состоящая из силикатов кальция, магния и железа) установлены при магнитометрических исследованиях с воздуха в Кустанайской об-

ласти, где были выявлены запасы богатых магнетитовых руд. Этим же методом проводились исследования на железные руды на Урале, в Закавказье, Горной Шории, Сибири и в других частях страны.

Используя точную магнитную аппаратуру (магнитные вариометры), можно выявить магнитные породы и руды, залегающие среди немагнитных пород или наоборот.

Магнитометрическим методом пользуются при картировании отдельных районов, для выявления различных массивов изверженных горных пород, установления их контактов, фиксирования зон разломов, участков с трещинами, даек, жил и т. д.

Магнитометрия в комплексе с другими геофизическими методами дает положительные результаты, особенно в горных, складчатых районах. В районах с большим осадочным чехлом магнитометрический метод комбинируется с гравиметрическим.

Огромную роль в настоящее время играет аэромагнитная съемка, выполняемая при помощи высокоточных чувствительных приборов с самолетов, летящих на высоте 150, 500 и даже 2000 м.

Почти на всей территории СССР была проведена аэромагнитная съемка, благодаря которой удалось отыскать ряд железорудных месторождений и определить особенности глубинного геологического строения обширных территорий зачастую труднодоступных для наземных геофизических работ.

На рисунке 9 представлен кварцевый магнитометр типа М-14. Он предназначен для относительных измерений вертикальной составляющей геомагнитного поля при проведении наземных магниторазведочных работ. Магнитометр состоит из цельнокварцевой рам-

ки, одна из сторон которой образована кварцевыми нитями с укрепленным на них чувствительным магнитом. Измерение приращения поля производится по величине угла наклона магнита. Вес прибора с упаковкой — 3,4 кг,

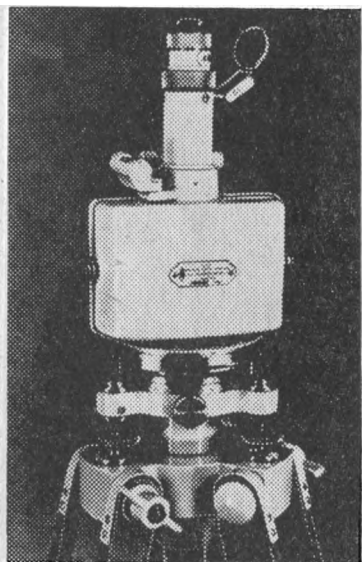


Рис. 9. Кварцевый магнитометр типа М-14, предназначенный для относительных измерений вертикальной составляющей геомагнитного поля при проведении наземных магниторазведочных работ.

При аэромагнитных съемках пользуются аэромагнитометром АЭМ-49 и комплексной станцией АСГМ-25. Комплексная станция имеет два канала — магнитный и радиометрический. Комплексной станцией выявляются полезные ископаемые, обладающие радиоактивными и магнитными свойствами. Блок магниточувствительного элемента станции крепится кронштейнами к фюзеляжу самолета. Датчиком радиометрического узла станции является блок газонаполненных счетчиков, позволяющих измерять интенсивность гамма-поля.

Радиометрические методы

В природе встречаются породы и минералы сильно радиоактивные, слабо радиоактивные и практически нерадиоактивные. Радиометрический метод поисков основывается на выявлении радиоактивности горных пород, руд и минералов, связанных с содержанием радиоактивных элементов радия, урана и тория.

Среди горных пород и минералов наименьшей радиоактивностью отличаются основные и ультраосновные породы, доломиты, гипс, ангидриды, известняки, песчаники и др.; наиболее радиоактивны кислые породы, т. е. граниты из осадочных пород, глинистые и углистые сланцы.

Промежуточное положение по степени радиоактивности занимают алевролиты, мергели, кварцево-полевошпатовые песчаники.

Содержание радиоактивных элементов в некоторых породах непостоянное и зависит от различных примесей, в частности органического и глинистого вещества.

При поисковых работах проводят наземные и с воздуха гамма- и гамма-бета-съемки или эманационные съемки. Первые два вида съемки основаны на выявлении активности бета- и гамма-излучения пород и руд (эманационная съемка уже описана в разделе радиохимических методов исследования).



Рис. 10. Радиометр типа РВС-1, регистрирующий гамма- и бета-излучения.

Гамма-съемка с самолета применяется при поисках месторождений радиоактивных руд на большой площади. Этот способ отличается большой быстротой и эффективностью. Однако при поисках этим способом можно пропустить небольшие по интенсивности участки с гамма-аномалиями. Чтобы избежать этого, необходимо совершать частые полеты на небольших высотах. Высота полета зависит от рельефа изучаемой местности (высокогорность, мелкосопочность, равнинность), растительного покрова (лесистость, безлесие) и других геоморфологических, климатических условий. Наиболее эффективная высота полета при гамма-съемках составляет 50—100 м.

Наземные поиски проводятся с автомашины или при пешеходных маршрутах.

К числу приборов для радиометрических исследований относится полевой радиометр СРП-2, радиометр РВС-1 (рис. 10). При проведении поисковых работ радиометром СРП-2 регистрируются гамма- и бета-излучения в диапазоне 2000 мкр/час. Питание прибора производится сухими батареями. Вес прибора около 3 кг.

В радиометре УР-4М регистрация гамма-излучения осуществляется с помощью низковольтных счетчиков, размещенных в выносной гильзе. Этот прибор может быть безопасно использован в горных выработках, где возможны взрывы газа и пыли.

ПРОМЫСЛОВЫЕ (ШАХТНЫЕ И РУДНИЧНЫЕ) ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

При проведении поисковых работ путем проходки буровых скважин геолог стремится получить наиболее полное представление о качестве, мощности и составе пород. Для этой цели обычно стараются отбирать керн из скважин. Качество бурения в значительной степени измеряется процентом выхода керна (проб) пород. Наилучшим показателем является выход керна более 80—90%, наихудшим — выход керна менее 60—50%. При низком выходе керна опробуется также и шлам. Однако бурение скважин на большие глубины в несколько сот и даже тысяч метров с непрерывным отбором проб (керна) чрезвычайно удорожает стоимость буровых работ, а также удлинит время проходки, снижая темпы поисково-разведочных работ.

На помощь геологам и буровикам приходит геофизика. За последние 20—25 лет были созданы многочисленные разнообразные преимущественно электрические и радиометрические методы, которые позволяют детально изучать разрез, вскрываемый скважиной, в большинстве случаев не требуя отбора пород. Комплекс геофизических методов, применяемых в скважинах и горных выработках, дал возможность

создать промысловую — шахтную и рудничную геофизическую службу.

Применяя новую современную аппаратуру, геолог и геофизик за несколько часов могут детально обследовать скважину глубиной 2—3 тыс. м, выделить водоносные, нефтеносные, газonosные, рудоносные горизонты, определить мощность и физические свойства пластов горных пород, в которых залегают полезные ископаемые.

За последние годы разработаны и применяются радиометрические приборы для оценки содержания тех или иных элементов в породах по размерам скважин без отбора пород в процессе бурения.

Геофизики работают сейчас над созданием новых, более совершенных образцов аппаратуры для разнообразных геофизических работ. Созданы первые образцы скважинных генераторов нейтронов—приборов, создающих в условиях скважины потоки нейтронов, действующих на породы и вызывающих в них вторичные излучения, которые используются для распознавания пород и оценки содержания заключенных в них полезных ископаемых.

Новые перспективы для скважинных исследований открывают приборы, использующие особенности распространения в горных породах токов высокой частоты, ультразвуковых колебаний. Созданы новые высокоэффективные приборы для отбора грунтов со стенок пробуренных скважин. Для изучения газоносности и нефтеносности разрезов широко используется высокоточная газометрическая и, в частности, хроматографическая аппаратура.

* *
*

Советские специалисты проводят большую работу по дальнейшему развитию прогрессивных методов поисков полезных ископаемых, созданию соответствующей аппаратуры и оборудования, расширению сфер применения этих методов и т. п.

Опыт наших геологов и геофизиков перенимается специалистами социалистических стран, а также другими странами различных континентов, имеющими экономические связи с Советским Союзом.

В ближайшем будущем значительно возрастет роль прогрессивных методов в геологоразведочной службе и в этом важном деле большой вклад будет принадлежать советским ученым и специалистам.

Методические советы лектору

В данной работе весьма кратко и в популярной форме изложены основные прогрессивные методы поисков и разведки полезных ископаемых. Освещены главным образом геохимические (литохимические, или металлометрические, гидрохимический, биохимический и газовый) и геофизические (сейсмический, гравиметрический, электрометрический, магнитометрические и радиометрические) методы.

Кроме того, рассмотрены некоторые вопросы промысловых—шахтных и рудничных геофизических исследований, получивших в последние годы большое практическое значение.

Брошюра может служить материалом для лекторов, имеющих определенную подготовку, например для молодых специалистов—геологов, геофизиков, геохимиков, горняков, химиков, географов-экономистов и других работников, ведущих лекционную работу.

При освещении вопросов геофизических и геохимических методов, применяемых в практике поисково-разведочных работ, лектор должен подчеркнуть, что эти прогрессивные методы отнюдь не заменяют обычных «традиционных» поискового бурения и горных выработок, которые в конечном счете дают необходимые данные для оценки масштабов и качества месторождений полезных ископаемых.

За последние 4—5 лет на основе результата изучения отечественного и зарубежного опыта разработаны последовательные этапы изучения недр нашей страны от геологической съемки до рудничной геологической службы при эксплуатации месторождений.

Соблюдение этой последовательности при изучении территории страны явится важным в методическом отношении шагом в развитии геолого-разведочных работ. В этом случае имеется возможность избежать многих случайных и непродуманных моментов в разведочном деле.

Большая работа проводится в области создания специальных машин и оборудования для наиболее эффективного проведения поисково-разведочных работ в местностях с различным климатом и различными условиями рельефа (мерзлотные, пустынные, высокогорные, лесные, болотистые и др.).

Ведется разработка бурильных машин, с помощью которых механизуются все узлы бурового процесса, бурового инструмента, коронок, в первую очередь алмазной коронки, соответствующих конструируемым новым машинам.

Наибольшее внимание обращается на создание инструментов и оборудования для алмазного бурения. Наряду с разработкой различных типов коронок совершенствуются и конструируются станки для алмазного бурения на различную глубину.

Разрабатываются портативные, разборные станки, годные для переноски в труднодоступных районах. Конструируются также станки для бурения на глубину 150 м шнековым, ударным и вращательным способами типа УГБ-150Б, самоходные смонтированные на тракторе ударно-канатные типа БУУ-1 для бурения на глубину 100 м, механические станки (взамен ручных) для бурения на глубину 30 и 50 м типа БУВ-1, РБУ-50. Одновременно разрабатываются гидравлический, ультразвуковой и другие прогрессивные методы разрушения пород.

Усиленные исследования ведутся и в области автоматизации отдельных процессов бурения при геологоразведочных работах.

* *
* *

Некоторая специальная терминология, приводимая в тексте, возможно, требует от лектора-неспециалиста использования дополнительной литературы.

Следует заметить, что подробное объяснение терминологии лектор может найти в элементарных учебниках, энциклопедиях и других вполне доступных изданиях.

Для лекторов, нуждающихся в более подробном изложении вопроса, приводится обширный список специальной и популярной литературы.

Литература

- Абельский М. Е. и др. Курс гравиразведки. М. Госгеолтехиздат. 1954.
- Андреев Б. А. Геофизические методы в региональной структурной геологии. М. Гостоптехиздат. 1960.
- Бедров Г. И. Поиски редкометалльных месторождений в Центральном Казахстане путем изучения вторичных ореолов рассеяния. «Известия Академии наук Казахской ССР», вып. 22. Алма-Ата. 1956.
- Вернадский В. И. Очерки геохимии. Избранные сочинения, т. I. Изд-во Академии наук СССР. 1954.
- Вершкова О. В. Первичные ореолы рассеяния ртути как поисковый признак ртутно-сурьмяных месторождений. «Разведка и охрана недр», 1956, № 4.
- Викторов С. В. Краткий очерк истории развития и современного состояния геоботанического метода в геологии, в кн: Геоботанические методы при геологических исследованиях. Сб. статей. М. Госгеолтехиздат. 1955.
- Виноградов А. П. Поиски рудных месторождений по растениям и почвам (биохимический метод), в кн: Труды биохимической лаборатории, т. 10. М. Изд-во АН СССР. 1954.
- Геохимические методы поисков рудных месторождений. Сб. статей, пер. с английского и немецкого, под редакцией и с предисловием В. И. Смирнова. М. Изд-во иностранной литературы. 1954.
- Геохимические поиски рудных месторождений в СССР. Труды Первого Всесоюзного совещания по геохимическим методам поисков рудных месторождений. Под ред. В. И. Красникова. М. Госгеолтехиздат. 1957.
- Германов А. И. О возможной гидрогеохимической причине образования подзоны выщелачивания. «Геохимия», 1956, № 1.
- Гуревич И. И. Сейсморазведка. М. Госгеолтехиздат. 1954.
- Дахнов В. Н. Электрическая разведка нефтяных и газовых месторождений, 2-е изд. М.—Л. Гостоптехиздат. 1953.
- Заборовский А. И. Электроразведка. М.—Л. Гостоптехиздат. 1943.
- Иванов Д. Н. Распределение меди в почвах и роль медных удобрений в повышении урожайности сельскохозяйственных культур. «Труды почвенного института Академии наук СССР», т. 34. М.—Л. 1950.
- Качинский Н. А. Почва, ее свойства и жизнь. М. Изд-во АН СССР. 1956.
- Комаров С. Г. Геофизические методы исследования нефтяных скважин. М.—Л. Гостоптехиздат. 1952.
- Автоматическая аппаратура для геофизических исследований в скважинах. Под общ. редакцией С. Г. Комарова. М. Гостоптехиздат. 1955.
- Комаров С. Г. Техника промысловой геофизики. М.—Л. Гостоптехиздат. 1956.
- Ковда В. А., Славин П. С. Почвенно-геохимические показатели нефтеносности недр. М. Изд-во АН СССР. 1951.
- Королев А. В., Шехтман П. А. Шлиховая и плюбмометрическая съемка при поисках и оценке месторождений свинцовых руд. «Разведка недр», 1952, № 1.
- Красников В. И. Основы рациональной методики поисков рудных месторождений. М. Госгеолтехиздат. 1959.

- Крутиховская З. А., Кружелов Г. К.** Применение геофизических методов для изучения железорудной формации Украинского кристаллического щита. М. Госгеолтехиздат. 1960.
- Логачев А. А.** Курс магниторазведки. М. Госгеолтехиздат. 1956.
- Малюга Д. П.** Опыт применения биогеохимического метода поисков рудных месторождений на Южном Урале, в кн: Труды биохимической лаборатории, т. 10. М. Изд-во АН СССР. 1954.
- Мейер В. А.** Каротаж скважин при разведке полиметаллических месторождений. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Л. 1957 (Ленинградский орден Ленина университет им. А. А. Жданова).
- Несветайлова Н. Г.** О геоботаническом методе поисков медных и полиметаллических руд. «Разведка и охрана недр», 1955, № 4.
- Парфенова Е. И.** Исследование минералов подзолистых почв в связи с их генезисом, в сб. Кора выветривания. Геология, минералогия, процессы выветривания, минеральные месторождения, вып. 2. М. Изд-во АН СССР. 1956.
- Полынов Б. Б.** Избранные труды. М. Изд-во АН СССР. 1956.
- Сауков А. А.** Геохимия, 2-е изд. М. Госгеолиздат. 1951.
- Соловов А. П.** К вопросу об оценке перспективности оруднения по результатам металлометрической съемки. «Разведка недр», 1954, № 2.
- Соловов А. П.** Поисковая металлометрическая съемка, в сб. «Советская геология» № 49. М. Госгеолтехиздат. 1955.
- Сорокин Л. В. и др.** Курс геофизических методов разведки нефтяных месторождений. М.—Л. Гостоптехиздат. 1950.
- Ферсман А. Е.** Геохимические и минералогические методы поисков полезных ископаемых. Избранные труды, т. 2. М. Изд-во АН СССР. 1953.
- Фроловская В. Н.** Люминесцентно-битумнологический метод изучения и поисков нефтяных месторождений. М. Гостоптехиздат. 1954.
- Шарков Ю. В.** К вопросу об особенностях проведения металлометрических поисков в различных природных условиях. «Разведка и охрана недр». 1956, № 8.
- Якубовский Ю. В., Ляхов Л. Л.** Электроразведка. М. Госгеолтехиздат. 1956.
- Яновский Б. М.** Земной магнетизм. 2-е изд. М. Гос. изд-во технико-теоретической литературы. 1953.
-

ДОРОГИЕ ТОВАРИЩИ!

По призыву нашей партии в нашей стране ширится поход за культуру, за знания. Как подлинное детище народа родились и работают по всей стране народные университеты культуры.

Учитывая потребность слушателей в научно-популярной и учебной литературе, издательство «Знание» приступило в 1961 году к изданию новой массовой серии «Народный университет культуры», предназначенной для одногодичных народных университетов культуры, а также для широкого круга читателей, занимающихся самообразованием.

Книжки серии «Народный университет» будут давать краткое изложение основ наук с учетом их современных достижений и практического использования в общественном производстве.

Серия издается по следующим
пяти факультетам:

	Количество брошюр в год	Подписная цена на год
Общественно-политический	20	1 р. 20 к.
Естественнонаучный	30	1 » 80 »
Технико-экономический	20	1 » 20 »
Сельскохозяйственный	20	1 » 20 »
Литературы и искусства	30	1 » 80 »

Тематика каждого факультета объявлена в тематическом плане Издательства, имеющемся в отделениях «Союзпечати» и в книжных магазинах «Союзкниги».

Подписывайтесь на новую серию „Народный университет культуры“

Подписка принимается всеми городскими и районными отделениями „Союзпечати“, конторами, отделениями и агентствами связи, почтамтами, а также общественными уполномоченными по подписке на фабриках, заводах, в колхозах, совхозах, в учебных заведениях и учреждениях.

*Издательство «Знание»
Всесоюзного общества по распространению
политических и научных знаний*