

Лекция 17 Поисковые признаки

Под поисковыми признаками понимаются непосредственные указатели месторождений: это следы процессов и явлений, сопутствовавших образованию, изменениям и разрушению месторождений; особые физические, минералогические и химические свойства полезного ископаемого и околорудных пород, по которым можно обнаружить месторождения; сведения о деятельности человека, имеющей отношение к полезному ископаемому. Иногда условно поисковые признаки делятся на прямые – непосредственно указывающие на наличие оруденения (выходы полезных ископаемых, ореолы рассеяния, следы старых горных выработок и др.), и косвенные – косвенно свидетельствующие о происходивших процессах рудообразования или о возможном присутствии полезных ископаемых (измененные околорудные породы, геофизические аномалии, геоморфологические признаки и др.).

21.2.1. Выходы полезных ископаемых

Коренное обнажение тела полезного ископаемого является наиболее достоверным поисковым признаком. Во всех случаях выходы полезных ископаемых требуют тщательного изучения и оценки, которая нередко осложняется тем, что залежи в поверхностных условиях бывают существенно изменены. Следует иметь в виду также, что наличие коренных выходов полезного ископаемого еще не является гарантией того, что это выходы промышленных рудных тел: они могут оказаться незначительными по размеру или неудовлетворительными по качеству.

21.2.2. Ореолы рассеяния

Ореолы рассеяния – это зоны, участки пород, окружающие месторождения или расположенные в непосредственной близости от него и характеризующиеся повышенным содержанием рудообразующих или сопутствующих рудообразованию специфических элементов, минералов и других компонентов.

Ореолы подразделяются на первичные, связанные с процессами рудообразования, и вторичные, возникающие в результате воздействия на месторождение эндогенных процессов.

Ореолы рассеяния по размерам намного превышают залежи полезных ископаемых, их значительно проще обнаружить поисковыми методами, поэтому они имеют важное значение при поисках.

Первичные ореолы – это зоны рудовмещающих пород, окружающие месторождение, обогащенные в процессе рудообразования главными рудообразующими и рядом сопутствующих элементов. Различают первичные ореолы сингенетические и эпигенетические. Первые образуются в результате совместно протекающих процессов образования полезного ископаемого и вмещающих пород. Поэтому распределение химических элементов в этих ореолах характеризуется плавным повышением концентраций по мере приближения к рудным телам. Сингенетические ореолы свойственны месторождениям магматического и осадочного генезиса.

Эпигенетические ореолы сопровождают эпигенетические месторождения – наложенные, образующиеся в результате процессов, протекающих в среде ранее сформированных вмещающих пород.

Типичными представителями этих образований являются, например, жильные гидротермальные месторождения, пегматитовые и др. ореолы, формирующиеся в процессе эпигенетического рудообразования, подразделяются на диффузионные, инфильтрационные и диффузно-инфильтрационные. Как и рудные залежи, эпигенетические ореолы приурочены к рудовмещающим структурам и часто отличаются несогласным, секущим положением по отношению к вмещающим породам. Поскольку миграция компонентов в сторону от формирующихся рудных тел зависит от ряда факторов – их подвижности, состава растворов, фильтрующих свойств среды, физико-химической обстановки и др., – строение этих ореолов, соотношение элементов в них бывает довольно сложным.

Первичные ореолы часто представляют собой непосредственное продолжение рудных тел и отличаются от них лишь меньшим содержанием полезных компонентов. А поскольку требование промышленности к содержанию полезных компонентов в руде с течением времени меняется, то меняется и условная граница между рудой и ореолом. Это в первую очередь относится к сингенетическим месторождениям.

Форма нахождения элементов в первичных ореолах различна. Часто они образуют собственные минералы, обычно те же, что присутствуют в рудах. Нередко они содержатся в виде изоморфных примесей в различных минералах вмещающих пород и новообразованных, «ореольных». Кроме того, ореолообразующие элементы могут содержаться в растворах – пленочных и поровых, пропитывающих вмещающие породы. Но в данном случае по своей природе эти элементы могут быть отнесены и к компонентам вторичных ореолов.

Первичные ореолы практически во всех случаях характеризуются определенной зональностью в распределении элементов и их концентраций. Зональность определяется геохимическими свойствами элементов, составом вмещающих пород, стадийностью рудообразующих процессов и др. Важная роль зональности ореолов при поисках определяется тем, что по ее характеру иногда удается установить уровень эрозионного среза относительно рудного тела (надрудный, рудный, подрудный). Морфология первичных ореолов, как было отмечено выше, определяется в основном рудоконтролирующими структурами.

Вторичные ореолы и потоки рассеяния – это зоны пород преимущественно поверхностных образований, обогащенных продуктами, возникающими в процессе разрушения месторождений. Такие ореолы и потоки образуются в рыхлом покрове и почвах, растительности, грунтовых и поверхностных водах, почвенном и приповерхностном воздухе и связаны между собой. Ореолы характеризуются изометричной формой в плане, у потоков вытянутая форма, обусловленная перемещением продуктов разрушения постоянными или временными водотоками, реже другими агентами.

В зависимости от характера разрушения месторождения и фазового состояния продуктов разрушения вторичные ореолы и потоки рассеяния разделяются на механические, солевые, водные (гидрогеохимические), газовые (атмогеохимические) и биогеохимические.

Механические ореолы формируются во всех типах рыхлых отложений от элювиальных до гляциальных при разрушении химически устойчивых полезных ископаемых.

Механические ореолы обусловлены повышенными концентрациями рудных минералов. По крупности и агрегатному состоянию продуктов разрушения ореолы и потоки подразделяются на крупнообломочные (рудные развалы, валуны, галька), шлиховые (песчано-гравийные), тонкодиспергированные (глинистые).

Солевые ореолы и потоки рассеяния образуются в результате разложения, растворения, переноса и переотложения рудного вещества в поверхностных породах в виде элементов и солей. Формирование солевых ореолов и их состав в значительной степени зависят от климатических условий района, особенно от соотношения между количеством атмосферных осадков и величиной испарения. В большинстве случаев наблюдаются совместные механические и солевые ореолы.

Водные (гидрогеохимические) ореолы представляют собой области распространения подземных и поверхностных вод, которые в результате взаимодействия с полезными ископаемыми, а также первичными и вторичными ореолами отличаются повышенными содержаниями химических элементов, присутствующих в месторождении, и некоторых других компонентов, например сульфат-иона, хлор-иона и др. Среди гидрогеохимических ореолов выделяются постоянные (преимущественно в глубоких водоносных горизонтах) и временные (в поверхностных и грунтовых водах), концентрация элементов в которых меняется в зависимости от обилия атмосферных осадков.

Газовые (атмогеохимические) ореолы рассеяния представляют собой локальное обогащение почвенного воздуха и приповерхностного слоя атмосферы паро- и газообразными соединениями, связанными с полезными

ископаемыми. Такие ореолы образуются в результате миграции элементов в газовой фазе во время формирования месторождений и в процессе их разрушения. Газовые ореолы образуются при химических преобразованиях сульфидных руд, месторождений ртути; ореолы радона, торона и гелия возникают над месторождениями радиоактивных элементов; горючие газы, гелий, углекислый газ и другие фиксируют месторождения углеводородов.

Биогеохимические ореолы представляют собой области распространения растений с повышенным содержанием типоморфных для месторождения элементов. Повышенные концентрации устанавливаются в золе растений и обусловлены избирательным поглощением различных элементов растениями. При этом в конкретных условиях элементы неравномерно распределяются по растению, накапливаясь либо в листьях, либо в стволе и т.д. Разные виды растений характеризуются избирательными свойствами концентрации элементов.

Следы старых горных выработок, из которых ранее производилась добыча полезных ископаемых, отвалы таких древних разработок, археологические находки и данные, свидетельствующие о горных промыслах и металлургических производствах в прошлом, могут служить важным указанием на наличие полезных ископаемых. По таким признакам были обнаружены многие месторождения на Кавказе, Урале, Алтае, в Казахстане и в некоторых районах Сибири.

21.2.3. Измененные околорудные породы

Процессы рудообразования обычно приводят к более или менее значительным изменениям вмещающих пород.

Околорудные изменения достаточно широко распространены. Кроме того, они различаются по типу изменений вмещающих пород, наличие которых свидетельствует об определенных процессах минералообразования, хотя они и не всегда сопровождаются оруденением. Наиболее важными для поисков являются такие типы изменений, как скарнирование, грейзенизация, окварцевание, березитизация и др.

Скарны и скарнированные породы формируются при взаимодействии интрузий умеренно кислых, реже щелочных и основных изверженных пород с вмещающими карбонатными осадочными породами или вулканогенно-осадочными, содержащими примесь известкового материала. Они состоят из гранатов, пироксенов, других известково-железистых силикатов – волластонита, скаполита, эпидота, амфиболов и других и обычно располагаются вдоль контактов интрузива с вмещающими породами. В скарнах и скарнированных породах располагаются некоторые типы месторождений железа, кобальта, меди, полиметаллов, вольфрама, молибдена, золота и др.

Грейзены связаны с гранитными интрузиями резко выраженного кислого состава, пересыщенными глиноземом; располагаются в апикальных частях массивов и состоят в основном из кварца, слюд (мусковит, биотит, цинвальдит), топаза, турмалина, флюорита и др. В основном грейзены развиваются по интрузивным породам и в небольшой степени охватывают породы кровли – кварциты, кварцевые песчаники, кислые эффузивы и др. С грейзенами связан более узкий круг месторождений: касситеритовые, вольфрамитовые, молибденитовые, бериллиевые, танталито-колумбитовые и висмутовые.

Окварцованные породы. Окварцевание пород при гидротермальных процессах развито широко и сопровождается многочисленными типами месторождений. Гидротермальное изменение интрузивных и эффузивных пород кислого и среднего составов приводит к образованию так называемых вторичных кварцитов, в которых наряду с резко преобладающим кварцем присутствуют серицит, каолинит, андалузит, алунит, пирофиллит, а также рутил, турмалин и рудные минералы (пирит, халькопирит, молибденит, гематит и др.). С формацией вторичных кварцитов связаны некоторые промышленные типы медных, медно-молибденовых и молибденовых месторождений, известных под названием меднопорфировых.

Особый тип пород представляют собой окварцованные известняки – джаспероиды, состоящие из мелкозернистого кварца и халцедона и реликтов кальцита и доломита. Этот тип изменений околорудных пород наблюдается на некоторых месторождениях свинца и цинка, а также сурьмы и ртути.

Березиты представляют собой гидротермально измененные породы, образованные главным образом за счет гранитоидных пород (гранит-порфиров, кварцевых порфиров и др.) и состоящие из кварца и серицита с примесью пирита и карбоната. Березитизация сопровождается образованием золоторудных жильных месторождений и некоторых молибденовых, вольфрамовых, медных и др.

Помимо перечисленных широким развитием пользуются и другие типы гидротермального изменения боковых пород, сопровождающие процессы формирования месторождений.

Так, гидротермальные месторождения, локализованные в породах основного состава, нередко сопровождаются лиственитизацией – образованием метасоматического карбонат-кварцевого парагенезиса с примесью пирита, хлорита, талька, серицита, серпентинита, актинолита и др.

В ультраосновных породах наблюдается серпентинизация и оталькование. Приповерхностные вулканогенные месторождения золото-серебряных, сурьмяных и полиметаллических руд, приуроченные к вулканогенным породам преимущественно андезито-дацитового состава, часто сопровождаются пропилитизацией – замещением вмещающих пород ассоциацией хлорита, карбонатов, эпидота, пирита и др.

Некоторые типы изменений, в том числе широко распространенные, называются по ведущим новообразованным минералам: каолинизация, алунитизация, цеолитизация, турмалинизация, графитизация, флюоритизация, гематитизация, баритизация и др.

К группе околорудных измененных пород относят породы, претерпевшие вторичные изменения, т.е. преобразования вмещающих рудные залежи пород в зоне окисления. Они выражаются обычно в осветлении пород, широком развитии охр, возникающих при окислении сульфидных руд, образовании иногда «железных шляп», состоящих из гетита, гидрогетита, гематита, халцедона, опала, пирита, малахита и др. Железные шляпы, являясь хорошим поисковым признаком, нередко сами представляют объекты промышленной разработки (железо, золото, малахит и др.).

21.2.4. Геофизические аномалии

Тела полезных ископаемых по своим физическим свойствам нередко существенно отличаются от вмещающих пород. Это обуславливает возникновение аномалий в геофизических полях и возможность выявления их соответствующими методами. Геофизические аномалии являются поисковыми признаками месторождений, хотя далеко не все они бывают вызваны присутствием залежей полезных ископаемых.

Гравитационные аномалии, т. е. зафиксированные в гравитационном поле участки с отклонениями значения ускорения силы тяжести от нормальных, обусловлены неоднородностью строения земной коры. Положительные аномалии бывают обусловлены наличием относительно крупных масс пород с высокими плотностными характеристиками. Такие аномалии часто фиксируются над залежами железных руд, хромитов, сульфидов и др.

Магнитные аномалии – изменения напряженности магнитного поля, вызванные присутствием неодинаковых по магнитным свойствам пород. Обычно тела полезных ископаемых характеризуются повышенными, сравнительно с вмещающими породами, содержаниями магнитных минералов, вызывают положительные магнитные аномалии, интенсивность которых зависит от типа руд и их объема.

Хрестоматийными примерами месторождений, интенсивно возмущающих магнитное поле, являются Курская магнитная аномалия и гора Магнитная на Урале.

Присутствие среди относительно однородных вмещающих пород объектов, отличающихся от них своими электрическими свойствами, обуславливает возникновение *электрических аномалий*, т. е. отклонений электромагнитного поля от его нормального значения. В зависимости от того параметра, который принят в каждом конкретном случае для характеристики поля, существуют аномалии кажущегося удельного электрического сопротивления, аномалии естественного электрического поля, аномалии вызванной поляризации и др. Руды многих месторождений по сравнению с вмещающими породами характеризуются повышенной электропроводностью, более низкими показателями электрического сопротивления и т.д. Разнообразные методы электроразведки, позволяющие измерять различные параметры и естественных, и искусственных электрических полей, используются для выявления объектов с отличными от общего фона электрическими свойствами.

Радиоактивные аномалии, вызванные присутствием повышенных концентраций радиоактивных элементов в рудах, служат надежным поисковым признаком для обнаружения месторождений радиоактивного сырья. Благодаря высокой миграционной способности радиоактивные элементы проникают во вмещающие породы, в почвы; газообразные продукты радиоактивного распада фиксируются в почвенном воздухе.

В качестве поисковых признаков используются и другие аномалии – сейсмические, сейсмоэлектрические и др.

Геофизические аномалии отражают неоднородность строения изучаемых участков земной коры. Поэтому при использовании геофизических поисковых методов едва ли не самой трудной и ответственной задачей является выяснение

природы установленных аномалий, выделение тех из них, которые обусловлены залежами полезных ископаемых.

Геофизические аномалии, выявленные над месторождениями, не только фиксируют скопления тех или иных полезных ископаемых, но по своим показателям – интенсивности, площади, конфигурации и др. – позволяют в некоторых случаях оценить масштабы объекта, глубину и характер залегания и другие параметры.

Геофизические аномалии используются не только как признаки залегающих в недрах тел полезных ископаемых. Интерпретация геофизических материалов оказывает существенную помощь в расшифровке особенностей геологического строения и, в частности, в выявлении ряда геологических предпосылок: например, участков развития измененных пород, положения и ориентировки разрывных рудоконтролирующих структур и т.д.

21.2.5. Геоморфологические поисковые признаки

При поисках полезных ископаемых в некоторых случаях могут быть использованы особенности рельефа исследуемой территории. Дело в том, что залежи полезных ископаемых могут существенно отличаться от вмещающих пород по степени устойчивости к агентам выветривания. Поэтому тела полезных ископаемых, выходящие на поверхность, могут фиксироваться отрицательными формами рельефа – депрессиями, впадинами, карстовыми воронками, если они легко выветриваются, разрушаются, выщелачиваются и т.д. И наоборот, устойчивые тела нередко выступают в рельефе в виде гряд, цепочек коренных выходов, образуют уступы и другие положительные элементы рельефа.

Типы и виды поисковых признаков не ограничиваются перечисленными группами. Поисковыми признаками могут служить самые разнообразные факты и явления: характер растительности, окраска пород, текстурно-структурные их особенности, наличие типоморфных минералов в породах или шлихах, типоморфных элементов или их групп в минералах и т.д. При этом информативность признаков для разных групп месторождений различна. На самом деле для каждого промышленного типа месторождений, являющегося объектом поисков, должен быть установлен свой, сугубо индивидуальный комплекс поисковых признаков. От того, насколько правильно установлен такой комплекс, во многом зависит успех поисковых работ.

21.3. Основные методы поисков месторождений полезных ископаемых

При поисках месторождений используются разнообразные методы, направленные на обнаружение самих залежей, а также всех видов аномалий, вызванных ими. В соответствии с этим методы поисков могут быть подразделены на геологические, минералогические, геохимические и геофизические. Отдельную группу составляют горно-буровые методы, которые используются для проверки результатов, полученных каждым или комплексом перечисленных методов, и для непосредственного вскрытия залежей полезных ископаемых, положение которых предварительно оценено по характеру размещения выявленных аномалий.

По условиям, в которых ведутся поисковые работы, методы поисков подразделяются на дистанционные (космические и аэрометоды), наземные и подводные.

Таким образом, классификация поисковых методов может быть представлена в следующем виде.

I. Космические методы поисков. Геологическое и поисковое дешифрирование материалов различных космосъемок – цветных, спектрзональных и других специализированных съемок и измерений.

II. Аэрометоды.

1. Аэрогеологические методы: а) аэровизуальные геологические и поисковые наблюдения; б) геологическое и поисковое дешифрирование аэрофотоматериалов.

2. Аэрогеофизические методы: а) аэромагнитометрическая съемка; б) аэрорадиометрическая съемка; в) аэроэлектрометрическая съемка.

3. Аэротранспортные и аэродесантные методы: а) для проведения наземных геологических, минералогических и геохимических исследований; б) для проверки наземных геофизических исследований.

III. Наземные методы.

1. Геологические методы: а) метод геологической съемки – универсальный поисковый метод; б) методы специализированных геологических съемок.

2. Минералогические методы: а) метод изучения и оценки выходов полезных ископаемых на современную поверхность; б) минералогические методы изучения и оценки ореолов рассеяния минералов: в рыхлых отложениях – обломочно-речной (русловый), валунно-ледниковый, шлиховой; в коренных породах – метод минералогического картирования, протолочно-шлиховой, шлиховзрывной.

3. Геохимические методы: а) литогеохимические методы изучения и оценки ореолов рассеяния химических элементов: в рыхлых отложениях – спектрометрические (металлометрические) и микрохимические методы по почвам и элювиально-делювиальным отложениям, донным осадкам, торфяным и другим образованиям; в коренных породах – спектрометрические и микрохимические методы; б) гидрогеохимические методы изучения и оценки ореолов рассеяния химических элементов: в поверхностных водотоках; в подземных водах; в) биогеохимические методы изучения и оценки: ореолов рассеяния химических элементов в растениях (биогеохимические методы); ореолов развития определенных видов растений, связанных с геохимическими особенностями почв (геоботанический метод); г) атмогеохимические методы изучения и оценки ореолов рассеяния: радиоактивных эманации (эманационный метод); газов (метод газовой съемки).
4. Геофизические методы. Методы изучения и оценки геофизических аномалий, обусловленные полезными ископаемыми, структурами их вмещающими, сопровождающими их породами, или сочетанием этих факторов: магнитометрические, гравиметрические, сейсмометрические, электрометрические, радиометрические, ядерно-геофизические. Горно-буровые методы, основанные на использовании для поисков: а) горных выработок; б) буровых скважин.
- IV. Подводные методы поисков полезных ископаемых, скрытых под водами рек, озер, морей, океанов: а) с надводных кораблей; б) с подводных кораблей; в) аквалангистами.

21.3.1. Геологические методы

Ведущим методом поисков является геологическая съемка. Составление геологических карт и анализ их позволяют выявить особенности геологического строения, закономерности размещения и локализации месторождений полезных ископаемых. Геологическая съемка обеспечивает получение основного объема информации о поисковых предпосылках, поскольку содержит важнейшие сведения обо всех комплексах пород, участвующих в строении района, их возрастных и структурных взаимоотношениях, фациальных и литологических особенностях и других важнейших элементах геологического строения. В зависимости от масштаба карты принято разделять на: обзорные (1:10 000 000 и мельче), мелкомасштабные (1:1 000 000 и 1: 500 000), среднемасштабные (1:200 000 и 1:100000), крупномасштабные (1:50000 и крупнее).

Для каждого масштаба съемок имеются особые требования, предусматривающие характер, объем, степень детальности геологической и поисковой информации и, соответственно, комплекса основных и сопутствующих исследований, проводимых в процессе работ по составлению карт.

Во многих случаях, особенно при прогнозно-поисковых работах, требуется составление специализированных карт, с особой подробностью отражающих те элементы, которые имеют непосредственное отношение к поискам. Например, в областях развития вулканогенных месторождений целесообразно в дополнение к геологической карте составить палеовулканологическую; при прогнозной оценке осадочных толщ может потребоваться литолого-фациальная карта и т.д.

Особо следует подчеркнуть, что при составлении геологических карт различного масштаба и различной специализации широко используются дистанционные – космические и аэрометоды, позволяющие получить дополнительную информацию как по особенностям геологического строения, так и поисковую – о наличии и пространственном размещении поисковых предпосылок и признаков.

21.3.2. Минералогические методы

В основном имеются в виду методы изучения и оценки первичных и вторичных ореолов рассеяния минералов. Первичные ореолы рассеяния, содержащие рассеянную минерализацию рудообразующих или сопутствующих минералов, могут быть обнаружены и оценены методами минералогического картирования, протолочно-шлиховым, шлиховзрывным.

Площадное минералогическое картирование, предусматривающее составление минералогических карт, отражающих распределение парагенетических минеральных ассоциаций в теле полезного ископаемого и во вмещающих породах, может применяться для поисков скрытых месторождений и рудных тел, для оконтуривания площадей возможной рудоносности и т.д.

Протолочно-шлиховой метод, заключающийся в отборе протолочных проб, дроблении, промывке их, изучении полученных шлихов, наиболее успешно применяется для обнаружения первичных ореолов рассеяния минералов и других целей в массивах изверженных пород. Шлиховзрывной метод, основанный на декрепитации шлихов, позволяет выявить ореолы распределения минералов с повышенным содержанием газовой-жидких включений, что может соответствовать участкам, подвергшимся гидротермальной проработке.

Выявление и изучение вторичных ореолов рассеяния минералов в рыхлых отложениях осуществляется валунно-ледниковым, обломочно-речным, шлиховым методами.

Валунно-ледниковый метод используется при поисках месторождений на площадях развития ледниковых отложений и состоит в систематическом изучении валунного материала, оконтуривании ореолов рассеяния рудных обломков, определении возможного источника рудного веера.

Обломочно-речной метод основан на изучении аллювиальных, делювиальных и элювиальных ореолов механического рассеяния. Сущность его заключается в обнаружении в указанных отложениях обломков руды или сопутствующих типоморфных минералов и систематическом прослеживании их вплоть до месторождения, находящегося в коренном залегании. Поиски рудных обломков осуществляются путем тщательного осмотра рыхлых отложений, в ряде случаев проходятся поверхностные горные выработки – копуши и канавы.

Шлиховой метод служит для изучения механических шлиховых ореолов рассеяния. Он состоит в систематическом отборе проб рыхлого материала, выделении из него (путем промывки) шлиха – концентрата тяжелых минералов, его анализа. Полученные данные (минералы шлиха и их количество) используются для составления шлиховых карт, позволяющих выделить перспективные для поисков участки.

21.3.3. Геохимические методы

Геохимические методы весьма разнообразны, но в большинстве основаны на принципе геохимических съемок.

В основе геохимических методов поисков лежат представления о геохимическом поле, под которым понимается геологическое пространство, характеризующееся количественным содержанием химических элементов. Геохимические съемки проводятся путем изучения содержания химических элементов в геохимическом поле, в дискретных точках или непрерывно с отбором проб, или измерениями определенных показателей без отбора проб. Пункты наблюдения, отбора проб или производства замеров располагаются по определенной системе или беспорядочно, но обязательно должны характеризовать изучаемую площадь. Поиски проводятся литохимическим, гидрохимическим, атмосферическим и биогеохимическим методами.

21.3.4. Геофизические методы

Геофизические методы применяются для решения общегеологических вопросов, при поисках и разведке месторождений. В сочетании с геологическими данными геофизические методы позволяют выявить и проследить некоторые элементы, относящиеся к геологическим предпосылкам, а также аномалии, являющиеся поисковыми признаками. Поэтому геофизические методы применяются при всех видах съемочных поисковых и разведочных работ, начиная от обзорных и региональных и кончая детальными. Особенно важную роль геофизические методы играют при изучении и оценке закрытых районов, при поисках слепых и перекрытых тел полезных ископаемых. Геофизические методы разнообразны; физическая основа, аппаратура, интерпретация и другие вопросы, связанные с использованием этих методов, рассматриваются в специальных курсах.