Министерство образования и науки Республики Казахстан

Геологоразведочный колледж

Базовый (опорный) конспект

по предмету:

«Комплексирование геофизических методов»

по специальности

0704000 «Геофизические методы поиска и разведки месторождений полезных ископаемых»

Подготовлен преподавателем специальных дисциплин:
Оралгазина А.А
Рассмотрен на заседании геологоразведочной ПЦК
Протокол № 3 от «22» 11 2013 г.
Председатель ПЦК Сай Сайлаубаева З.А.

г. Семей

Базовые (опорные) конспекты составлены в соответствии с рабочим учебным планом, утвержденным в 2010 году, и рабочими учебными программами, утвержденными в 2013 году.

Рекомендованы учебной частью для использования.

Зам.директора по УР 19.12.13 Савушкина Е.В

Общее количество часов на предмет
для специальностей:

0704000 –45уч. ч., в том числе теоретических занятий –15 ч., практических занятий - 30 ч.

В том числе
Iсеместр _____

II семестр _____

III семестр _____

IV семестр

V семестр _____

VI семестр _____

VII семестр_____0704000-45 уч.ч _____

VIII семестр _____

Итоговый контроль: зачет.

III. Тематический план

№ п/п	Наименование раздела темы и подтемы	Кол-во часов при очн. форме обучения	
		Всего	В т.ч. лабораторно-практич. занятий.
	Комплексирование геофизических методов		
1.1	Раздел 1. Электрические методы исследования скважин	12	12
1.2	Ядерно-физические методы исследования скважин	12	12
1.3	Акустические методы исследования скважин	4	8
1.4	Геохимические исследования в скважинах	2	6
1.5	Другие виды исследования скважин	14	6
1.6	Контроль технического состояния скважин	8	4
1.7	Организация промыслово-геофизических работ на скважине	5	-
	Итого по разделу:	57	48
	Курсовое проектирование	50	-
	Всего по дисциплине:	**155**	**48**

Содержание **Стр**

Урок №1. Введение. Принципы и виды комплексирования геофизических методов……5
Урок №2. Поиск и разведка рудных и угольных месторождений……7
Урок №3. Поиск и разведка нерудных полезных ископаемых……11
Урок №4. Инженерная геофизика……13
Урок №5. Нефтегазовая геофизика……..15
Урок №6. Комплексирование ГИС на месторождениях различных руд……..18
Урок №7. Комплексирование ГИС на месторождениях различных руд……23
Практическое занятие №1. Подсистемы поисковых и разведочных работ на рудные полезные ископаемые……...30
Практическое занятие №2. Определение комплекса геофизических методов при поисках и разведки месторождении хромитов……...30
Практическое занятие №3. Определение комплекса геофизических методов при поисках и разведка месторождений олова……..32
Практическое занятие № 4. Определение комплекса геофизических методов при поисках и разведке месторождений ртути……..34
Практическое занятие №5. Определение комплекса геофизических методов при поисках и разведке медно-скарновых месторождений……..37
Практическое занятие №6. Определение комплекса геофизических методов при поисках и разведке месторождений никеля силикатного типа……....39
Практическое занятие №7. Определение комплекса геофизических методов при поисках и разведке редкометальных кварцево-жильных месторождений……41
Практическое занятие №8. Определение комплексов геофизических методов при поисках и разведке месторождений корунда……43
Практическое занятие №9. Определение комплекса геофизических методов при поисках и разведке месторождений талька……...44
Практическое занятие №10. Определить комплекс геофизических методов при поиске и разведки месторождений барита……..46
Практическое занятие №11. Разработка комплексов геофизических методов для изучения кор выветривания пород складчатого фундамента……...47
Практическое занятие №12. Разработка комплекса Геофизических методов для изучения погребенных долин, выполненными аллювиальными отложениями……48
Практическое занятие №13. Определение комплекса геофизических методов при поисках и изучении нефтеперспктивных, солянокупольных структур……..50
Практическое занятие №14. Комплексная интерпретация геофизических материалов при региональном изучении рудных районов поисках и разведки рудных месторождений……..51
Практическое занятие №15. Комплексирование геофизических методов исследования скважин……54

Урок №1

Тема: Введение. Принципы и виды комплексирования геофизических методов

План:

1.Преимущества и недостатки геофизических методов

2.Цель и задача комплексирования геофизических методов

3.Роль комплексирования геофизических методов

4. Принципы комплексирования геофизических методов

5.Виды комплексирования геофизических методов

1. Основные преимущества геофизических методов при производстве геологоразведочных работ состоят в:

- объективности и объемности информации о физических полях, создаваемых геообъектами, геопроцессами и явлениями;
- возможности изучения объектов, не выходящих на земную поверхность геопроцессов и явлений, не проявляемых визуально;
- относительно низкой стоимости и высокой производительности по сравнению с прямыми методами исследований (горные выработки, скважины).

Недостатки методов прикладной геофизики определяются, многозначностью (неоднозначностью) решения обратных задач по определению геологической природы, формы и геометрии изучаемых объектов;

отсутствием, как правило, прямых сигналов от геообъектов игеопроцессов, т.е. изучение объектов, процессов и явлений проводится путем измерения косвенных признаков;

искажением регистрируемых сигналов (аномалий) от изучаемых объектов помехами различной природы геологического (неоднородности верхней части разреза, экраны, влияние рельефа и подстилающих пород и т.д.) и негеологического (временные вариации полей, промышленные токи, технические сооружения, ошибки в методике и технологии наблюдений и т.п.).

2. Основная идея и цель комплексирования геофизических методов - достижение однозначного решения поставленных задач. В то же время в связи с разнообразием геофизических методов возникает проблема выбора наиболее информативных из них, определения последовательности их применения, распределения средств между методами для достижения максимального эффекта при решении поставленной практической задачи.

Такая эффективность достигается за счет рационального или оптимального комплексирования методов.

3. Роль комплексирования геофизических методов и оптимизация комплекса приобретают все большую значимость в связи с:

- увеличением глубинности и разрешающей способности геологических исследований, поскольку к настоящему времени фонд залегающих на больших глубинах, т.е. сравнительно легко открываемых месторождений, практически исчерпан, а в добывающих регионах экономически оправдан поиск средних и мелких месторождений;
- решением все более сложных геологических задач, таких, например, как поиски месторождений под покровами траппов, представляющих помеху для всех методов прикладной геофизики, но имеющих распространение на 70% территории Восточной Сибири;

появлением новых проблем инженерно-геологического (установление мест коррозии нефтегазопроводов и т.д.) и экологического (изучение загрязненности отдельных регионов, городских агломераций, поведения ледников и т.д.) характера.

4.Принципы комплексирования геофизических методов.

- ***принцип аналогии***, базирующийся на опыте исследовании, проведенных в сходных геологических условиях и который до сих пор является основным при комплексировании методов. Этот же принцип реализуется при построении ФГМ объекта исследований;

- ***принцип последовательных приближений***, обусловленный стадийностью геологоразведочного процесса и возрастающей детальностью исследований объекта по правилу "от общего к частному". Этот принцип наиболее полно проявляется при геофизических съемках в последовательно укрупняющихся масштабах при одновременном сокращении исследуемых площадей.

- ***принцип оптимальности*** требует достижения наиболее полного решения геологической задачи при минимально возможных затратах средств и времени.

Формирование геофизического комплекса последовательно реализуется с учетом:

- построения априорной (предварительной) физико-геологической модели на основе поставленной геологической задачи и имеющейся информации об объекте исследования. Источниками геологической априорной информации являются: тектоника района, геоморфологические условия района (степень закрытости местности, развитие рыхлого покрова и кор выветривания), рельеф местности, состав вмещающей среды, проявление метаморфизма и др. Источниками геофизической информации служат: физические свойства пород и руд; измеренные физические поля, результаты физического и математического моделирования;
- изучения условий применимости геофизических методов для решения поставленной задачи, к которым относятся: а) заметная дифференциация физических свойств пород и руд; б) благоприятные геометрические параметры объекта исследований (форма, размеры, глубина и элементы залегания); в) достаточно низкий уровень помех.
- выяснения неоднозначности решения задачи отдельными геофизическими методами по определению как геологической природы выявляемых аномалий, так и по оценке количественных параметров объектов: формы, размеров, глубины и элементов залегания;
- расчета сети наблюдений и необходимой точности измерений. При этом используются параметры ФГМ, масштаб исследований, результаты решения прямых задач, экономические показатели съемки;
- комплексного анализа и комплексной интерпретации геофизических данных на базе различных методов и компьютерных технологий распознавания образов и классификации изучаемой территории на однородные области;
- оценки геологической информативности геофизических методов и их сочетаний на базе различных количественных приемов. Такая оценка позволяет осуществить выбор геологически эффективного комплекса, но при этом не учитываются экономические показатели;
- оценки экономической эффективности методов и их комплекса путем сравнения затрат при одинаковой геологической информативности двух и более методов.

5.Виды комплексирования геофизических методов. При формировании геофизического комплекса выделяют следующие его виды:

- ***типовой комплекс***, создаваемый для достаточно обобщенных и в то же время наиболее типичных геологических и геоморфологических условий проведения работ. Типовой комплекс может содержать избыточное число геофизических методов, поскольку в него включают все методы, в той или иной мере способствующие решению поставленной задачи. Во второй части настоящего учебника приводятся, как правило, именно типовые комплексы геофизических методов,
- ***рациональный комплекс***, представляющий геологически и экономически обоснованное сочетание геофизических методов и сопровождающих их геологических и геохимических видов исследований с целью эффективного решения поставленной задачи [4]. Особенностью рационального комплекса является его привязка к определенным, а не к типовым, геологическим, геоморфологическим и геолого-экономическим условиям конкретного объекта. При этом необходима хотя бы приблизительная оценка информативности и экономических затрат для включаемых в комплекс геофизических методов. Рациональный комплекс создается на основе типового комплекса при наличии достаточного объема априорной информации, позволяющей оценить информативность отдельных методов и их различных сочетаний;
- ***оптимальный комплекс***, создаваемый на основе использования того или иного критерия оптимальности. В качестве такого критерия Е.А. Козловым [9] предложена минимизация функции

потерь, включающая весьма существенные априорные сведения об объекте исследования: априорные вероятности наличия и отсутствия искомого объекта, геологическую информативность отдельных методов и их сочетаний, затраты на проверку ложных аномалий, выявляемых одним методом и сочетаниями методов. Выбор оптимального комплекса может быть реализован лишь в хорошо изученных регионах и при наличии достаточного статистического материала по выявлению ложных аномалий и связанных с ними экономических затрат.

Кроме указанных видов геофизического комплекса употребляются

также такие понятия как:

- ***внутриметодное комплексирование*** [1], при котором для решения задачи используются различные модификации одного геофизического метода, например, электропрофилирование и электромагнитное зондирование, комплекс методов отраженных и преломленных волн в

сейсморазведке и т.д.;

- ***внешнее комплексирование***, представляющее сочетание геофизических методов с геохимическими и горно-геологическими исследованиями [1];

- ***технологический комплекс*** - сочетание геофизических методов, объединенных единой технологией проведения работ по месту и по уровню наблюдений. В качестве технологических комплексов выступают: ***спутниковая геофизика***, включающая измерения магнитного поля Земли альтиметрию по измерениям отклонения спутника от сферической орбиты, обусловленного гравитирующими массами, инфракрасную тепловую съемку в различных диапазонах спектра; аэрогеофизика с измерениями магнитного, гравитационного полей, сверхдлинноволновогорадиопрофилирования, гамма-спектрометрических измерений U, Th, K и общего канала, а также высотомера; геофизические исследования скважин (каротаж) с измерениями электрических полей с потенциал- и градиент зондами, магнитной восприимчивости, волнового поля (акустический каротаж) и различных полей естественной и искусственной радиоактивности; морская геофизика также представляет технологический комплекс, поскольку на судне обычно одновременно проводятся измерения нескольких физических полей: магнитного, гравитационного, волнового; подземная (или шахтно-рудничная) геофизика - измерения физических полей в горных выработках и скважинах.

Контрольные вопросы:

1.Преимущества геофизических методов при проведении ГРР?
2.Недостатки методов прикладной геофизики?
3.Общие принципы при выборе комплекса
4.Условаия формирования геофизического комплекса?
5.Виды комплексирования геофизических методов

Урок №2

Тема: Поиск и разведка рудных и угольных месторождений

План:

1. Этапы поиска и разведки рудных полезных ископаемых, их геологические задачи и используемые методы
2.Поиски и разведка черных металлов.
3.Поиски и разведка цветных и редких металлов
4. Поиски и разведка угольных месторождений

1.Региональные и геолого-съемочные работы на рудные полезные ископаемые. К рудным полезным ископаемым относят различные типы минерального сырья, из которого технологически возможно и экономически целесообразно извлекать в промышленных масштабах металлы или получать на их основе другие материалы, используемые в народном хозяйстве. Геофизические методы при поисках и разведке месторождений рудных полезных ископаемых (рудная геофизика)

применяются на всех стадиях геологоразведочных работ - от региональных исследований до обслуживания рудничной геологии во время эксплуатации месторождений.

Поиски рудных ископаемых начинаются с постановки специальных съемок или анализа данных уже имеющихся среднемасштабных (1 : 200000) геофизических съемок, а иногда с их целевой переинтерпретации. В результате аэрокосмических съемок в видимом и инфракрасном диапазонах частот, аэромагнитных и аэрогамма-спектрометрических, полевых гравимагнитных электромагнитных или сейсмических исследований устанавливают основные закономерности в распределении месторождений полезных ископаемых, связи между положением рудных поясов, полей и месторождений, рудовмещающих и рудоконтролирующих структур с глубинным строением земной коры. Картировочно-поисковые крупномасштабные (1 : 50000) геофизические исследования перечисленными выше методами обеспечивают уточнение и выделение перспективных на поиск полезных ископаемых площадей (см. 7.3).

Поисково-разведочные геофизические работы на рудные полезные ископаемые. Поисково-разведочные работы на рудных месторождениях начинаются с поисков в первую очередь крупных или средних рудопроявлений, приуроченных к рудоконтролирующим структурам. Из числа наземных геофизических методов для решения поисковых и особенно разведочных задач выбирают наиболее эффективные, но, как правило, трудоемкие методы: профилирование и зондирование ВП или детализированные работы индуктивными методами с использованием широкого спектра частот: низкочастотными (НЧМ) или переходных процессов (МПП); высокоточную гравиразведку; иногда сейсморазведку методом преломленных волн (МПВ). В результате количественной интерпретации геофизических данных оценивают геометрические и физические параметры разведываемых объектов. Далее строят физико-геологические модели (ФГМ) исследуемого объекта, которые используются для интерпретации наблюденных аномалий в рамках этих ФГМ. Затем выявленные аномалии разбуривают контрольными разведочными скважинами, что необходимо не только для проверки достоверности полученной геофизической информации и уточнения методики дальнейших наземных работ, но и для проведения исследований методами скважинной геофизики, оценки запасов полезных ископаемых. Геофизические исследования в этих скважинах, позволяющие с достаточной степенью детальности расчленить геологический разрез и выявить рудные интервалы, проводят с использованием электрических, ядерных, магнитных, реже сейсмоакустических методов.

Детальная геофизическая разведка рудных месторождений. Если по данным поисково-оценочных работ и предварительной разведки прогнозные запасы полезного ископаемого на выявленном месторождении достаточны, а предполагаемые горно-технические условия его добычи благоприятны, то разрабатывают технико-экономическое обоснование (ТЭО) на детальную разведку месторождений.

Целью детальной разведки является изучение особенностей морфологии и внутреннего строения отдельных рудных тел, что необходимо для подсчета запасов, оценки горнотехнических и гидрогеологических условий проведения эксплуатационных работ. Детальную разведку осуществляют главным образом с помощью скважин и горных выработок. Из геофизических методов на этом этапе применяют исследования скважин и геоэлектрохимические и подземные методы. В результате геологи и геофизики составляют геолого-геофизическую документацию в масштабе 1:5000; 1 : 2000; 1 : 1000 для подсчета запасов и представления материалов в Государственную комиссию по запасам полезных ископаемых.

При доразведке и эксплуатационной разведке месторождений, сопровождающейся проходкой вертикальных и горизонтальных подземных горных выработок, а также в ходе непосредственной эксплуатации месторождений иногда применяют комплекс методов шахтно-рудничной геофизики (методы радиоволнового и сейсмоакустического просвечивания или ядерно-физические методы).

2.Поиски и разведка черных металлов. При поисках и разведке черных металлов используют комплекс геофизических методов, среди которых основными являются методы магнито- и гравиразведки, а методы электро- и сейсморазведки носят вспомогательный характер. Месторождения черных металлов по условиям образования весьма разнообразны, а слагающие их руды обладают различными физическими свойствами. Например, магнетитовые рудные тела

характеризуются высокими значениями магнитной восприимчивости, плотности и электропроводности. Поэтому прежде всего для их поисков и разведки следует применять магниторазведку. Эффективному применению гравиразведки способствуетбольшая плотность железных руд (3,2 - 4,7 г/см^3) по сравнению с рудовмещающими породами (2,6 - 3 г/см^3). Значение методов электроразведки существенно повышается при поисках слабомагнитных бурожелезистых месторождений в осадочных породах и коре выветривания. Сейсморазведку при поисках и разведке черных металлов применяют, в основном, для изучения рельефа поверхности кристаллического фундамента и определения мощности покровных отложений над рудными залежами.

3.Поиски и разведка цветных и редких металлов. Поиски месторождений цветных и особенно редких металлов затруднены тем, что объекты исследований содержат малые концентрации полезных элементов с очень неравномерным их распределением в горных породах, отличаются небольшими по сравнению с глубиной залегания размерами рудных тел. Поэтому они слабо проявляются в физических полях на дневной поверхности. Однако применение геофизических методов значительно повышает эффективность поисково-разведочных работ на цветные и редкие металлы, позволяя вести разведку целенаправленно на заведомо перспективных площадях и на "слепых" месторождениях. В каждом конкретном случае, исходя из геологических условий, выбирают тот или иной комплекс методов. Как правило, геофизические методы дают не прямые, а косвенные указания на наличие месторождений, выявляя участки, наиболее благоприятные для залегания руд, в том числе на флангах известных месторождений. Поэтому в комплексе с геофизическими в качестве прямых поисковых применяют геохимические методы, чаще всего металлометрическую съемку.

Для поисков цветных металлов, как правило полиметаллических руд, используются электромагнитные профилирования естественными и вызванными потенциалами (ЕП, ВП) и индуктивные методы: низкочастотные (НЧМ) или переходных процессов (МПП).

Детальная разведка проводится методами ВЭЗ-ВП, МПП, геоэлектрохимичскими методами с использованием скважин.

При поисках и разведке месторождений радиоактивного сырья, разнообразных по генетическим признакам и условиям залегания, основными поисковыми методами являются ядерно-геофизических. При этом измеряется естественная радиоактивность горных пород и руд (пешеходная, автомобильная и аэрогамма-съемки, эманационная съемка, гамма-каротаж) (рис. 9.2).

Полезные ископаемые россыпных месторождений благородных металлов (золото, платина и др.) содержатся в рудах в ничтожных концентрациях, и их присутствие

практически не изменяет физические свойства рудных залежей по сравнению с аналогичными безрудными участками. Поэтому геофизические методы при их поисках и разведке решают задачи геолого-геоморфологичсского картирования, по результатам которого изучают особенности современного и погребенного (древнего) рельефа, определяют характер формирования россыпей и возможное положение их в современных и древних долинах.

4. Поиски и разведка угольных месторождений

- Морфологические особенности и физические свойства месторождений твердых горючих полезных ископаемых. Твердые горючие полезные ископаемые (уголь, горючие сланцы, торф) по количеству добываемого сырья, морфологическим особенностям месторождений, составу окружающих горных пород и физическим свойствам как полезных ископаемых, так и вмещающих пород похожи на нерудные полезные ископаемые. Поэтому иногда нерудную и угольную геофизику объединяют в один прикладной раздел геофизики, а набор геофизических методов их поисков очень похож.

- Изучение месторождений угля, сланца, торфа геофизическими методами. Ведущими наземными и скважинными методами разведки угольных месторождений являются электрические. Это объясняется характерными свойствами углей, удельное электрическое сопротивление которых изменяется в очень широких пределах (от $10^{\sim 5}$ до 10^4 Ом*м). Оно зависит от химико-

технологических характеристик угля, степени их углефикации и обводненности. Под химико-технологическими характеристиками понимают качественный (химический) и количественный состав органической массы (углерод, водород, кислород, азот и др.), а также количество твердой негорючей массы, называемой золой. На величину электрического сопротивления оказывает влияние в основном зольность углей. При переходе от малозольных (негорючий остаток меньше 10%) к среднезольным (10 - 30%) и высокозольным (золы больше 30%) бурым и каменным углям сопротивление уменьшается в 3 - 5 раз. Наоборот, у хорошо проводящих ток антрацитов с увеличением зольности сопротивление растет.

Антрациты и графит, являясь электронными проводниками, отличаются высокой электропроводностью, электрохимической активностью и поляризуемостью. В зависимости от литологии, степени метаморфизма и обводненности угли могут отличаться как высоким, так и низким электрическим сопротивлением от вмещающих пород. Иногда их электрическое сопротивление такое же, как у вмещающих пород. Кроме того, угольные пласты характеризуются пониженными, по сравнению с вмещающими породами, плотностью, скоростью упругих волн, повышенной поляризуемостью.

Сланцы, торф отличаются от окружающих пород пониженными значениями плотности, скорости распространения упругих волн, электрохимического сопротивления.

В целом с помощью геофизических методов решают следующие задачи при изучении месторождений твердых горючих полезных ископаемых:

- уточняют границы месторождения;

-картируют выходы пластов угля, сланцев под наносы;

- определяют мощность надугольных, угленосных отложений;

- прослеживают обводненные, трещиноватые и закарстованные породы; - трассируют малоамплитудные нарушения в угленосной толще;

- изучают горно-геологические условия эксплуатации месторождений; - оценивают физико-механические и прочностные свойства пород в целях прогнозирования устойчивости горных выработок;

- определяют литологический состав вмещающих пород, марку (зольность) углей, мощность угольных пластов, ведут подсчет запасов;

- выявляют зоны выгорания угольных пластов.

В зависимости от структурных и генетических особенностей угольных месторождений их изучение проводят разными комплексами геофизических методов. Например, на месторождениях платформенного типа с горизонтальным и пологим залеганием угленосных толщ применяют электрические и электромагнитные зондирования, сейсморазведку МОВ, гравиразведку. На месторождениях геосинклинального типа с крутым залеганием угольных толщ набор геофизических методов определяется глубиной их залегания. При больших глубинах залегания (на закрытых угольных месторождениях) применяют те же методы, что и на месторождениях платформенного типа. На месторождениях открытого типа с мощностью наносов до нескольких десятков метров широко используют методы электрического и электромагнитного профилирования (ЭП, ЕП, ДЭМП), гравиразведку и сейсморазведку МПВ.

Изучение мощности залежей торфа целесообразно проводить зимой, когда болота замерзают, с помощью зондирований (ВЭЗ, 43), особенно радиолокационного (РЛЗ), выполняемого в движении с помощью вездеходов и вручную.

На стадии детальной разведки при подготовке и в ходе эксплуатации угольных месторождений основным методом разведки является бурение. Оно служит для проверки геофизических данных, подсчета запасов, определения качества (марки) углей. Особое место на этом этапе детальной разведки занимают геофизические методы исследования скважин: электрические, ядерные, сейсмоакустические. С их помощью не только сокращается стоимость бурения благодаря проходке скважин без отбора керна, но и проводится документация разреза не менее точно, чем при сплошном отборе керна. Комплексные геофизические исследования в скважинах служат также для определения зольности, плотности, пористости, механического, петрографо-минерального состава угля и

окружающих пород, оценки их физико-механических свойств и прочности, что необходимо для выбора способов крепления выработок. В ходе интерпретации материалов устанавливают корреляционные зависимости между геофизическими параметрами и перечисленными выше физико-химическими свойствами углей.

Контрольные вопросы:

1.Какие методы комплексируются при поиске и разведке черных металлов?

2.Какие методы комплексируются при поиске и разведке цветных и редких металлов?

3.Геологические задачи и комплексирование геофизических методов при региональных работах на рудные полезные ископаемые?

4.Комплексирование геофизических методов в угольных месторождениях?

5. Геологические задачи и комплексирование геофизических методов при детальной разведке рудных полезных ископаемых?

Урок №3

Тема: Поиски и разведка нерудных полезных ископаемых

План:

1. Общая характеристика нерудных и твердых горючих полезных ископаемых
2.Задачи нерудной геофизики
3.Индустриальное сырье и его геофизические поиски
4. Пьезоэлектрическое минеральное сырье и его геофизические поиски

1.Общая характеристика нерудных и твердых горючих полезных ископаемых. К нерудным (неметаллическим) полезным ископаемым относятся свыше 200 минералов и горных пород, которые могут служить сырьем: индустриальным (алмаз, пьезокварц, слюда, корунд, графит, барит, флюорит, боксит и др.); химическим и агрохимическим (соли натрия, калия, апатит, фосфорит, боксит и др.); строительным минеральным, в том числе керамическим (глина, полевой шпат, кварцевый песок и др.), огнеупорным (магнезит, песчаники, кварциты и др.) и строительным (известняк, песок, гравий, изверженные и метаморфические породы и др.).

Объемы и стоимость разработки нерудных полезных ископаемых больше, чем рудных, а удельные затраты на геофизические методы среди других геологоразведочных работ меньше. Объективно не способствуют развитию нерудной геофизики сравнительно небольшие глубины залегания продуктивных толщ и слабое отличие их по физическим свойствам от вмещающих пород. Вместе с тем рациональный комплекс из нескольких (двух-четырех) геофизических методов может, как показывает практика нерудной геофизики, более чем на треть сократить расходы на разведку этих полезных ископаемых с помощью только буровых скважин при повышении качества геологических результатов и сокращении сроков на изыскания.

2.Основными задачами нерудной геофизики являются: выявление особенностей геологического строения, установление прогнозно-поисковых признаков, выделение перспективных площадей и, наконец, поиски и разведка сырья. Решение первых трех задач можно проводить в ходе целенаправленной переинтерпретации материалов крупномасштабных картировочных работ с применением геофизических методов (см. 7.3.) На перспективных площадях следует применять более детальные комплексные поисково-разведочные геолого-геофизические исследования в масштабах 1:25000 - 1 : 2000. Площадная сеть геофизических наблюдений изменяется от 250 х 100 до 20 х 10 м.

3.Индустриальное сырье и его геофизические поиски. Алмаз является одним из ценных видов индустриального сырья. Коренные месторождения алмазов приурочены к кимберлитам, а вторичные осадочные (россыпные) располагаются в углублениях палеозойских пород и речных долинах. Кимберлитовые, вертикально залегающие, столбообразные тела диаметром от 10 до 700 - 800 м, уходящие на большую глубину, сложены ультраосновной брекчированной породой с многочисленными включениями ксенолитов (обломков окружающих пород и фундамента). Физико-геологической моделью для кимберлитовых трубок служит вертикальный цилиндр (столб)

бесконечного простирания с отличающимися от вмещающей среды плотностью, магнитной восприимчивостью, удельным электрическим сопротивлением. Сами же алмазы, занимая малый объем в кимберлите, не могут служить объектом геофизических поисков. Ведущими методами поисково-разведочных работ на кимберлитовые трубки являются аэромагниторазведка и наземная магнитная съемка. Однако узкими локальными аномалиями на графиках магнитной съемки выделяются не только кимберлитовые трубки, но и многочисленные дайки пород основного состава, траппов и т. п. Поэтому для разбраковки полученных магнитных аномалий применяют гравиразведку, электрическое и электромагнитное профилирование (ЭИ, ДЭМП, СДВР). Россыпные месторождения алмаза изучают также, как и подобные месторождения металлов, с помощью геофизических методов (ВЭЗ, электропрофилирование, сейсморазведка МПВ). Они служат для выявления углублений в фундаменте, которые могут быть ловушками для алмазов.

4.Пьезоэлектрическое минеральное сырье (пьезокварц, оптический флюорит), слюды, а также некоторые редкие и благородные металлы (вольфрам, молибден, золото и др.), приуроченные к кварцевым и пегматитовым жилам, изучаются геофизическими методами реже. В целом кварцевые жилы отличаются от вмещающих интрузивных, а иногда осадочных пород низкими величинами магнитной восприимчивости и гамма- активности, повышенными (для плотных, ненарушенных) или пониженными (у разрушенных, трещиноватых жил с глинистым заполнителем) сопротивлением и плотностью, повышенной теплопроводностью, а главное - очень высокими (в 10 - 100 раз больше, чем во вмещающих породах) пьезоэлектрическими модулями. Поисковыми методами на кварц являются магнитная, тепловая (шпуровая) и гамма-съемки, электрическое и электромагнитное профилирование (ЭП, ДЭМП, СДВР), электрические зондирования методом ВЭЗ для определения мощности наносов, высокоточные грави- и сейсморазведка для выявления россыпей кварца. Выбор комплекса методов определяется геолого-геофизическими условиями. Наиболее надежный поиск и разведку (в наземном, скважинном и шахтном вариантах) кварца можно провести пьезоэлектрическим или сейсмоэлектрическим методами.

Пегматитовые жилы характеризуются высокими (свыше 10^4 Ом-м) удельными электрическими сопротивлениями, повышенными поляризуемостью, гамма-активностью, пьезоэлектрическим модулем. Иногда они отличаются от вмещающих пород по плотности, скорости распространения упругих волн и магнитным свойствам. Наземными поисковоразведочными методами на пегматитовые жилы являются: электропрофилирование, радиометрия, магниторазведка, иногда высокоточная гравиразведка. При детальной разведке пегматитовых жил следует применять пьезоэлектрический метод.

Контрольные вопросы:

1.Общая характеристика нерудных и твердых горючих ПИ?

2.Что относится к индустриальному сырью?

3.Какие методы комплексируются при поиске и разведке индустриального сырья?

4.Что относится к пьезоэлектрическому минеральному сырью?

5.Использование геофизических методов при поиске и разведке пьезоэлектрического минерального сырья?

Урок №4

Тема: Инженерная геофизика

План:

1.Требования к малоглубинным геофизическим методам

2.Геофизические методы при гидрогеологических съемках

3.Инженерно-геологические съемки.

1.К малоглубинным геофизическим методам, используемым для изучения геологической среды, предъявляют специфические требования:

- высокую детальность изучения геологической среды на сравнительно небольших глубинах (от нескольких единиц до десятков, реже первых сотен метров) с изменяющимися в пространстве и во времени физическими свойствами, а значит, литологией, водно-физическими характеристиками, с широким проявлением природных процессов и инженерно-хозяйственной деятельности человека;
- использование портативных методов и облегченных измерительных установок для ускорения, удешевления геофизических работ и возможности проведения повторных наблюдений;
- применение нескольких (до 3 - 4) геофизических методов разной физической природы для повышения точности получаемой информации;
- широкое использование буровых скважин и горных выработок, проходка которых не сложна при небольших глубинах разведки.

2.Геофизические методы при гидрогеологических съемках. Гидрогеологические съемки начинаются с обзорных и мелкомасштабных (мельче 1:500000) съемок крупных территорий, проводимых в ходе геологических съемок более мелкого масштаба. Их целью является районирование территорий с точки зрения выделения гидрогеологических бассейнов и структур с артезианскими, пластовыми, трещинными, пластовотрещинными, грунтовыми водами и грубой оценки ресурсов пресных, минерализованных и термальных вод.

Поиски и разведка пресных подземных вод. С увеличением водонасыщенности горных пород увеличивается их электропроводность и скорости распространения упругих волн, меняются электрохимическая активность и поляризуемость, поэтому методы электроразведки и сейсморазведки давно используются при поисках и разведке подземных вод.

Основными задачами геофизических методов при поисках, предварительной и детальной разведке месторождений подземных вод являются.

- на стадии поисков - литологическое картирование в плане и по глубине с выделением водовмещающих рыхлых или трещиноватых и закарстованных скальных пород, изучение грунтовых, пластовых и трещинных подземных вод, оценка геофильтрационной и гидрохимической обстановки;
- на стадии предварительной разведки - изучение литологического строения, выделение зон повышенной обводненности по значениям коэффициентов фильтрации и водопроводимости, определение глубин залегания и мощностей водоносных и водоупорных горизонтов.
- на стадии детальной разведки - детализация и проверка данных предварительной разведки бурением скважин, определение эксплуатационных запасов подземных вод разной минерализации путем анализа всех полевых материалов и данных скважинных, в том числе режимных, геофизических наблюдений.

Поиски и разведка термальных вод. Крупные месторождения термальных вод приурочены к парогидротермальным системам и резервуарам с термальной водой (“тепловым котлам”), которые характеризуются следующими особенностями:

- повышенными значениями теплопроводности, температуры, геотермических градиентов и тепловых потоков, что вызывает появление аномалий при геотермических исследованиях;
- пониженными электрическими сопротивлениями, что приводит к появлению минимумов на кривых электромагнитных зондирований;
- возрастанием термоэлектрических электрокинетических потенциалов, сопровождающимся максимумами потенциалов естественных электрических полей;
- обогащением разреза сульфидными минералами, вызывающими аномалии вызванной поляризации;
- низкими скоростями распространения упругих волн и их затуханий;
- понижениями плотности и магнитной восприимчивости, т. е. слабыми отрицательными гравимагнитными аномалиями.

Основными методами поисков термальных вод являются аэрогеофизические (в том числе инфракрасные) съемки; шпуровая и скважинная терморазведка; электромагнитные зондирования (ВЭЗ, ВЭЗ-ВП, ЗСБ или МТЗ); сейсморазведка МПВ и МОВ; гравимагнитные съемки. Среди скважинных ведущими методами являются термические, вспомогательными – электрические.

Поиски и разведка минеральных вод. Поиски таких месторождений имеют сходство с поисками месторождений пресных вод, а разведку проводят бурением скважин и проведением в них геофизических исследований. Среди скважинных геофизических методов основными являются резистивиметрия, электрические и ядерные.

3.Инженерно-геологические съемки. Инженерно-геологические съемки бывают средне-, крупномасштабными и детальными.

При среднемасштабных съемках (1 : 200 000 - 1 : 100 000) используют данные одного-трех наиболее производительных геофизических методов профилирования (космические и воздушные, включая радиотепловые (РТС) или инфракрасные (ИКС) и магнитные съемки) и намечают детализационные или ключевые участки. В пределах этих участков работы проводят по более густой сети наблюдений и более широким комплексом, включающим два-три из упомянутых в 10.3.1 полевых геофизических методов. Работы проводят одновременно с бурением скважин, инженерно-геологическими и фильтрационными исследованиями, отбором образцов пород для лабораторных исследований и выполнением ГИС. Число пунктов геолого-гидрогеологических исследований может быть в два и более раз меньше, чем без применения геофизики.

Крупномасштабное картирование (1 : 25000 - 1 : 10000) проводят, как правило, без использования ключевых участков, а в виде сплошной съемки. Применяют комплекс геофизических методов, включающий преимущественно сейсморазведку МПВ и электромагнитные зондирования (ВЭЗ, ВЭЗ-ВП, ЗСБ, РВЗ), а при наличии скважин выполняют сейсмоакустические и электрические исследования в них.

- Изучение условий строительства инженерных сооружений. Расчленение поверхностных и коренных отложений и изучение оснований проектируемых наземных и подземных инженерных сооружений (промышленных, гражданских, гидротехнических, транспортных и др.) проводят для оценки несущей способности и устойчивости массивов горных пород на конкретных строительных площадках. Эти работы характеризуются большой детальностью (масштаб исследований от 1: 10000 до 1 : 1000). Геофизические методы используют для картирования рыхлых отложений и определения глубины залегания коренных скальных пород, детального расчленения верхней части разреза, оценки физико-механических и водно-физических свойств пород в их естественном залегании, изучения трещиноватости и нарушенности массива, определения уровня грунтовых вод и их динамики (см. 10.2.8 - 10.3.8). В задачи геофизических методов входит также изучение напряженного состояния коренных пород, выявление геодинамических явлений и сейсмичности (карст, суффозия, оползни, обвалы, просадки и др.), представляющих опасность для будущего строительства, проведение мониторинга за работой ответственных сооружений и изучение их влияния на геологическую среду.

Для этого применяют комплекс методов, состав которого в значительной степени аналогичен используемому на ключевых участках, но ведущими в комплексе являются сейсморазведка методом преломленных волн (МПВ), а также электромагнитные зондирования (ВЭЗ, ВЭЗ- ВП или ЗСБ), которые дополняются, по возможности, микромагнитной, эманационной, гамма-съемками. Применяют также сейсмоакустическое и электромагнитное межскважинные просвечивания. В качестве примера на рис. 10.6 приведены результаты комплексных геофизических исследований для изучения рыхлых и скальных пород.

Изучение тектонических нарушений. *При изучении тектонических нарушений, выделении трещиноватых и ослабленных зон* целесообразно использовать аэрокосмические фото- и инфракрасные съемки, а также не менее двух-трех из следующих методов: электропрофилирование,

метод преломленных волн, микромагнитную и эманационную съемки, круговые электрические зондирования (КВЭЗ).

Совместная интерпретация полученных материалов дает возможность определить положение тектонических нарушений, их амплитуды и простирания, оценить интенсивность трещиноватости пород и ее затуханиес глубиной. В благоприятных условиях удается выяснить степень заполнения трещин переотложенным материалом и связанные с трещиноватостью особенности движения подземных вод, изучить локальные неоднородности пород и пустоты.

Контрольные вопросы:

1.Перечислите требования к малоглубинным геофизическим методам?
2.Какие геофизические методы используются при гидрогеологических съемках
3.Какие методы используются при изучении тектонических наршений?
4.Какие методы комплексируются при среднемасштабных съемках?
5. Какие методы комплексируются при крупномасштабных съемках?

Урок №5

Тема: Нефтегазовая геофизика

План:

1. Объекты поисков в нефтегазовой геофизике
2. Поисковые работы на нефть и газ
3. Разведка месторождений углеводорода
4.Геофизические методы поисков и разведки нефти и газа под дном акваторий

1.Объекты поисков в нефтегазовой геофизике. Месторождения нефти и газа располагаются среди осадочных пород на глубинах 1 - 6 км и представляют собой структурно-тектонический и литологический комплекс, в котором располагаются *залежи, т. е. скопления нефти и газа*. Залежи приурочены *к ловушкам, сложенным пористыми, трещиноватыми породами (коллекторами) и ограниченными, по крайней мере, в кровле слабопроницаемыми породами-покрышками (экранами).* Основными структурными ловушками являются:

- *крупные* (размером с десятки и сотни километров и амплитудой свыше 1% от глубины залегания) антиклинальные и сводовые поднятия;
- *локальные* поднятия небольших размеров (единицы и первые десятки километров в поперечнике и амплитудой менее 0,1% от глубины залегания);
- *структурно-литологические* (комбинированные) ловушки, связанные с погребенными рифами, соляными куполами и тектоническими нарушениями;
- *неантиклинальные* ловушки в терригенных отложениях (зоны выклинивания слоев, фациальных замещений, стратиграфических несогласий, эрозионно-аккумулятивных древних долин, дельт и т. п.).

2.Поисковые работы на нефть и газ. Выявление местоположения структур-ловушек и определение их геометрии успешно осуществляются сейсморазведкой.

Поисковые работы на нефть и газ следует начинать с анализа данных региональной аэромагнитной и гравитационной съемок. Над нефтегазоперспективными структурами в зависимости от их размеров, глубины залегания, знака и величины избыточной плотности аномалии Agмогут составлять от долей до первых десятков миллигал. Положительные и отрицательные аномалии на гравимагнитных картах, как и вообще перспективные участки с пологими формами складчатости,

целесообразно проверять площадными электромагнитными зондированиями. Основным же полевым и акваториальным методом поиска нефтегазовых месторождений остаются разные варианты сейсморазведки (МОВ, МОГТ и др.).

Прямые геофизические поиски нефти и газа. *Косвенные геофизические поиски нефти и газа и, прежде всего, выявление ловушек являются необходимым*, но недостаточным этапом разведки, поскольку только треть структур, выявленных геофизическими методами и проверенных поисково-разведочным бурением, оказываются промышленно нефтегазоносными. Поэтому важное значение имеет разработка способов *прямых поисков (ПП)*или оценка нефтегазоносности выявленных структур до вскрытия их скважинами.

Основанием для возможности и осуществления прямых поисков является то, что физические свойства нефтегазоиасыщенных залежей, а также подстилающих и перекрывающих их пород различаются между собой и отличаются от свойств пород аналогичных структурно-литологических этажей тех районов, где нефти и газа нет. Это объясняется тем, что присутствие углеводородов формирует следующие дополнительные *физико-геологические неоднородности как в самой залежи, так и вокруг нее и особенно над ней (вплоть до земной поверхности)',* разуплотнение пород; растворение некоторых минералов и окисление углеводородов, приводящее к возникновению вторичных минеральных образований в порах и трещинах, например, пирита и др.; изменение минерализации подземных вод; образование вокруг залежи субвертикальных зонально-кольцевых физико-химических и деформационных полей, а над залежью - “столбов” пород с измененными физико-химическими свойствами.

3.Разведка месторождений углеводорода. *На стадии разведки нефти и газа* применяют следующие геофизические методы: сейсморазведку (МОГТ) в трехмерном (3D) площадном варианте (сейсмическая томография), когда по сотням расставленных на изучаемой площади сейсмоприемников улавливаются упругие волны, приходящие от расположенных в разных частях этой площади пунктов возбуждения.

Особенностями полевых и скважинных разведочных работ на нефть и

газ являются:

- повышенная детальность сейсмических работ и плотность сети наблюдений на изучаемых площадях;
- применение сложных приемов обработки информации с помощью ЭВМ для изучения кинематических (времен прихода) и динамических (амплитуд и их затуханий) характеристик волн;
- тесная связь данных полевых сейсмических работ и геофизических исследований скважин (электрическими, сейсмоакустическими, ядерными);
- геохимические, гидрогеологические, гидродинамические, технологические опробования и испытания скважин, позволяющие совместно с ГИС и петрофизическим изучением керна определять пространственные положения контактов газ-нефть-вода в разрезе скважин;
- тщательное использование всей геолого-геофизической информации для прогнозирования геологического разреза, четкого определения геометрии и контуров залежей, сейсмостратификации разрезов, изучения коллекторских свойств и нефтегазонасыщенности слоев для подсчета запасов и составления схемы разработки месторождения нефти и газа.

4.Геофизические методы поисков и разведки нефти и газа под дном акваторий. *Поиски и разведка подводных месторождений нефти и газа на акваториях океанов и морей* являются крайне важными, так как почти треть нефти и газа добывается на акваториях. Они сводятся прежде всего к выявлению литолого-стратиграфических и структурных ловушек, где могут быть залежи нефти, газа или современных газогидратов.

Основным методом изучения донных осадков как на поисковом этапе, так и в ходе разведки и обустройства скважин на акваториях является *непрерывное сейсмическое профилирование (НСП),* представляющее собой одноканальный вариант метода отраженных волн (МОВ). Метод НСП по технике проведения наблюдений близок к эхолотированию или ультразвуковой локации, но

благодаря использованию более низких частот позволяет получать отраженные сигналы от многих контактов поддонных слоев с контрастными акустическими жесткостями.

На автоматически получаемых временных разрезах для каждой точки определяется нулевое время: $t_0 = 2H/V_{ср}$, где H -эхоглубина залегания отражающего контакта, а $К_{ср}$ - средняя скорость в толще горных пород мощностью Н. Чтобы определить глубину отражающей границы, необходимо получить $V_{ср}$ Для этого используется *многоканальная сейсморазведка МОВ или МОГТ*. Последний метод оказывается крайне необходимым для выявления полезных отраженных волн на фоне многократно отраженных, которые особенно интенсивны при работах на акваториях.

НСП служит для изучения *верхней части осадочного чехла глубиной до 1,5 км* при больших скоростях движения судна по одному проходу галса (профиля). *МОГТ позволяет детально изучать разрез глубиной в несколько километров*, но при многократных проходах судна по одному галсу. Получаемые в результате НСП и МОГТ временные и глубинные сейсмогеологические разрезы позволяют выявлять отражающие контакты, картировать структуры и сейсмостратиграфические комплексы, которые могут быть потенциально нефтегазоносными. Вспомогательную информацию на этапе поисков углеводородного сырья на акваториях дают другие геофизические методы. Так с помощью *гравиметрических съемок* выявляются глубинные структуры с отличающимися по плотностям породами. *Гидромагнитная съемка* даст представление о смене литологии пород, особенно в кристаллическом фундаменте. С помощью *электроразведки* методом непрерывного дипольного зондирования (НДОЗ), а также зондирований частотных (ЧЗ) и становлением поля в ближней зоне (ЗСБ) можно выявить крупные структуры в осадочном чехле. В комплексе с сейсморазведкой, дающей геометрию структур, электроразведка позволяет достаточно точно расчленять разрез по электропроводности слагающих пород. Это дает дополнительные сведения о литологии и возможно заполнителе коллекторов.

Разведка перспективных участков проводится детальными площадными работами МОГТ (трехмерной сейсморазведкой (3D) илитомографической сейсморазведкой). При ее выполнении сотни донных сейсмоприемников устанавливаются на изучаемой площади и подключаются либо проводами, либо с помощью радиобуев к многоканальной цифровой сейсмической станции на измерительном корабле. С помощью второго корабля, несущего невзрывные источники упругих волн, производится их последовательное возбуждение во множестве точек. В результате недра как бы “подсвечиваются” со всех сторон и получается их объемная “голографическая картина” в поле упругих волн. Обработка информации производится на измерительном корабле с помощью мощных ЭВМ. Такая морская сейсморазведка оказывается высокоточной и экономически выгодной, несмотря на высокую стоимость техники и проведения работ на акваториях. Окончательная разведка месторождений, за которой часто следует добыча нефти и газа, ведется с помощью морских (океанических) скважин и комплексных геофизических исследований в них.

Контрольные вопросы:

1.Общая характеристика нефтегазовой геофизики?

2.Основные задачи нефтегазовой геофизики?

3.Какие бывают нефтегазовые ловушки?

4.Методы геофизики для выявления нефтегазовых ловушек?

5.Назовите геофизические методы, их цели и особенности методики при поисках нефти и газа?

Урок №6.

Тема: Комплексирование ГИС на месторождениях различных руд

План:

1. Железные руды
2. Марганец
3. Хром
4. Медь

Комплексирование ГИС на месторождениях различных руд

Рассмотрим конкретные примеры комплексного применения ГИС при изучении различных рудных полезных ископаемых.

1. Железные руды. Fe входит в состав большого количества минералов. Из них рудными являются: магнетит, титаномагнетит, гематит, гетит, гидрогетит, сидерит и некоторые др. Руды Fe содержат скопления рудных минералов с примесью нерудных. Промышленные руды должны иметь содержание Fe не менее 20% и мощность рудных тел - не менее

1-2 м.

Выделяют несколько типов железных руд по минеральному составу,

структуре или условиям образования.

Для большинства типов железных руд характерны повышенные магнитные свойства, большая плотность (3-5 г/см3) и хорошая электропроводность, а также повышенный эффективный атомный номер, т.к. для Fe z=26.

Указанные особенности определяют выбор комплекса ГИС: на I этапе - КС, ПС, ГК, ПГГК, на II этапе - КМВ и ПГГК или СГГК, на III этапе -ТСМ, РВП, МЭК. На рис. 25.1 представлен комплекс каротажных диаграмм в рудной скважине одного из Уральских магнетитовых месторождений контактово-метасоматического типа.

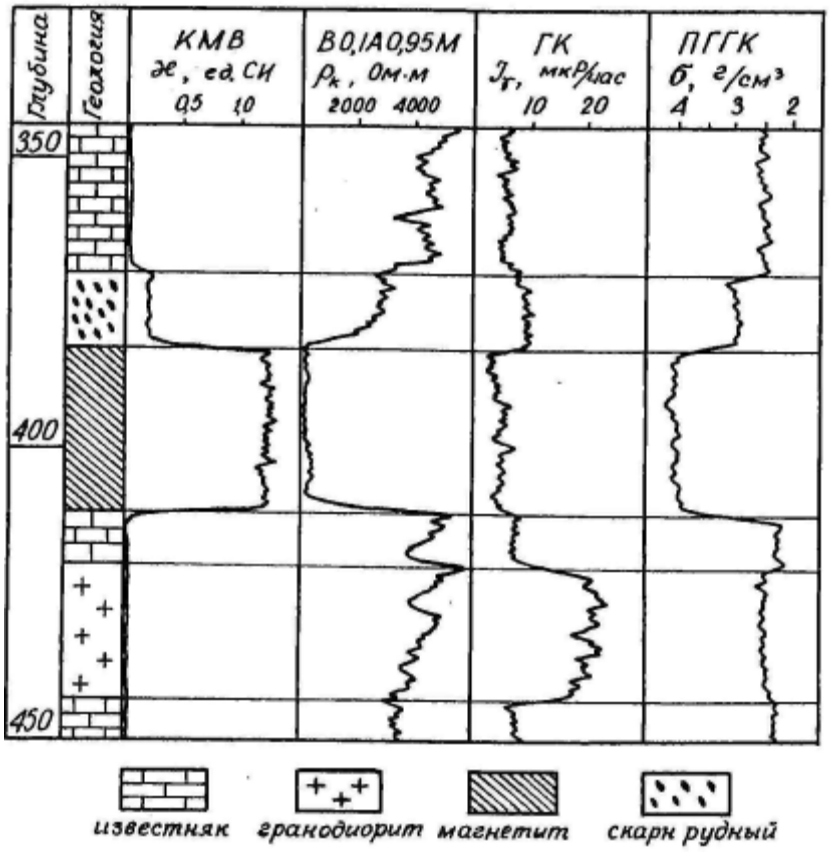

Рис. 25.1. Комплекс каротажных диаграмм разведочной скважины одного из Уральских магнетитовых месторождений контактово-метасоматического типа

Рудный интервал 383-411 м выделяется низким кажущимся сопротивлением, повышенной до (4,5 г/см3) плотностью и очень отчетливой аномалией магнитной восприимчивости.

На рис. 25.2 приведены данные скважинной трехкомпонентной магниторазведки на Кизирском месторождении (Рудный Алтай).

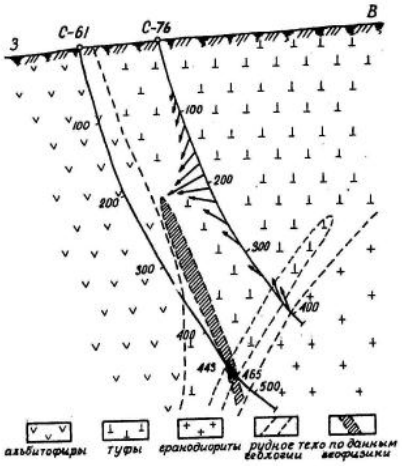

Рис. 25.2. Уточнения геологического строения магнетитового месторождения по данным трехкомпонентной скважинной магниторазведки (по А.Г. Тархову и др., 1973)

Скважиной 61 была вскрыта зона сплошных магнетитовых руд в интервале 443-465 м. Согласно геологическим представлениям, рудная залежь должна была располагаться в вулканических туфах вдоль их контакта с гранодиоритами. Однако скважина 76, пробуренная для проверки этих предположений, руду не вскрыла. При проведении магнитных измерений в скважине 76 (скважина 61 к этому времени завалилась) был получен характерный сходящийся веер векторов Та, направленный к западу от скважины 76.

Этот веер Та позволил установить, что верхняя кромка рудного тела находится на глубине около 200 м недалеко от скважины 61, и руда вытягивается вдоль контакта туфов с альбитофирами, как показано на рис. 25.2.

2.Марганец. Окисные и карбонатные руды Мп образуют пластовые залежи массивной или вкрапленной текстуры. Вмещающие породы -песчано-глинистого состава.

Руды марганца в осадочных месторождениях очень мало отличаются от вмещающих пород по основным физическим свойствам. Иногда руды более магнитны, однако их магнитные характеристики очень не выдержаны. При метаморфизме руд повышается их магнитность и электропроводность. Плотность руд также несколько выше, чем вмещающих пород.

Основная особенность физических свойств Мп - это повышенное сечение захвата тепловых нейтронов (13,2 барна). По этой причине на диаграммах ННК-Т рудные интервалы выделяются понижениями 1т как при большой, так и при малой длине зонда. Обычно применяют зонды длиной 0,15-0,35 м.

Определение процентного содержания возможно также по методу нейтронной активации по изотопу $Mn^{56}(T_{1/2} = 2{,}6\ \text{час},\ E_\gamma = 0{,}85\ \text{МэВ})$ /2

образующемуся из стабильного изотопа Мп55 по реакции (n, γ).

На рис. 25.3, а представлены диаграммы КМВ, ГГК-П и ННК по тепловым нейтронам, на которых уверенно выделяется интервал сплошных марганцевых руд на глубине от 47,6 до 54,7 м.

На рис. 25.3, б приведена диаграмма точечного нейтронно-активационного каротажа в сопоставлении с результатами химического опробования керна (по Музюкину Л.В. и др., 1967). Погрешность НАК на Мп - порядка 15-20% отн. Недостаток метода - низкая производительность. По этой причине НАК целесообразно использовать для опробования пластов, уже выделенных по ННК-Т.

3. Хром. Характерная особенность хромитов - их тесная связь с ультраосновными породами, серпентинитами, дунитами и перидотитами, среди которых и залегают рудные тела, имеющие форму жил и линз.

По магнитным, электрическим и упругим свойствам хромиты слабо отличаются от вмещающих пород: УЭС хромитов выше, а магнитная восприимчивость ниже, чем у вмещающих пород. Зато они очень хорошо выделяются по плотности. Для хромитовых руд характерна плотность 4,0-4,8 г/см3, для ультраосновных пород - 3,1-3,2 г/см3.

У хромитов повышенный эффективный атомный номер Zэф=\9, у перидотитов и дунитов Zэф=12,5.И еще Сг обладает повышенным сечением захвата тепловых нейтронов с испусканием жесткого $(E_\gamma = 8$ МэВ) γ-излучения.

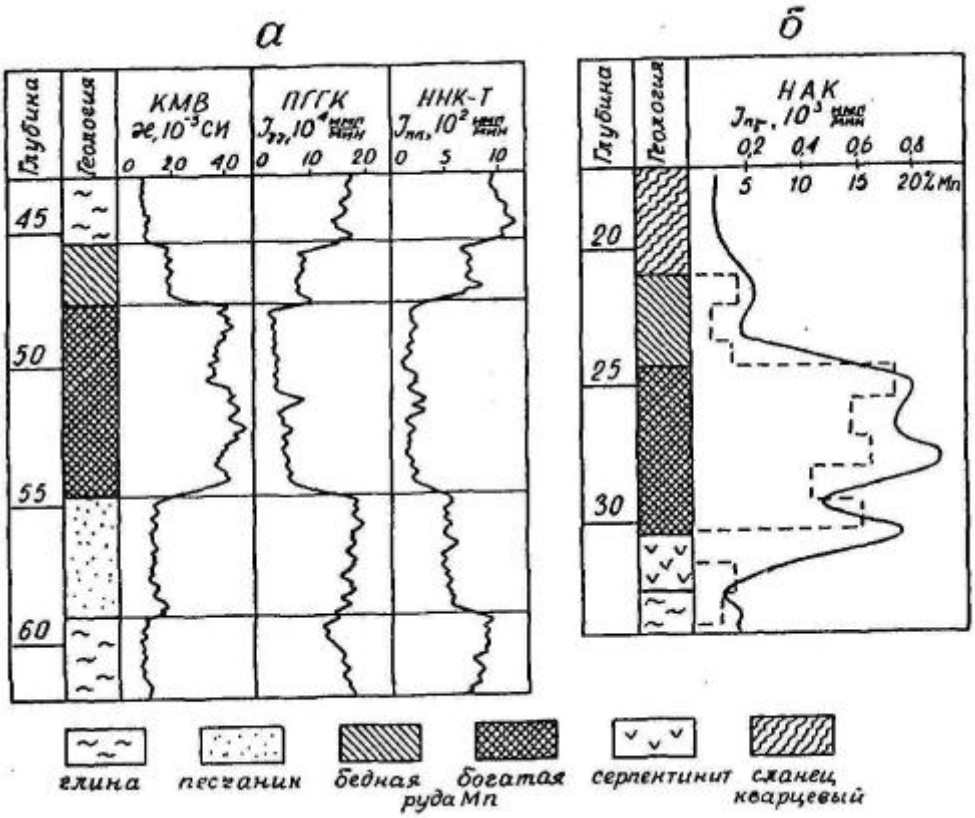

Рис. 25.3. Выделение марганцевых руд в разрезе скважины по данным комплекса методов ГИС (а) и сопоставление результатов нейтронно-активационного каротажа на марганец с данными опробования керна (б) (по Л.В. Музюкину и И.М. Сенько-Булатному, 1967)

Таким образом, для выделения хромитовых интервалов в разрезах скважин и оценки содержаний имеются благоприятные предпосылки к применению НГК-С, ПГПС и СГГК.

Этот вывод подтверждается результатами каротажа, приведенными нарис. 25.4.

Как показывают исследования (Карониколо В.Ф. и др., 1968), по НГК-С возможна количественная оценка хромитовых руд при содержаниях О203 До 20%, при более высоких содержаниях наблюдается концентрационное вырождение.

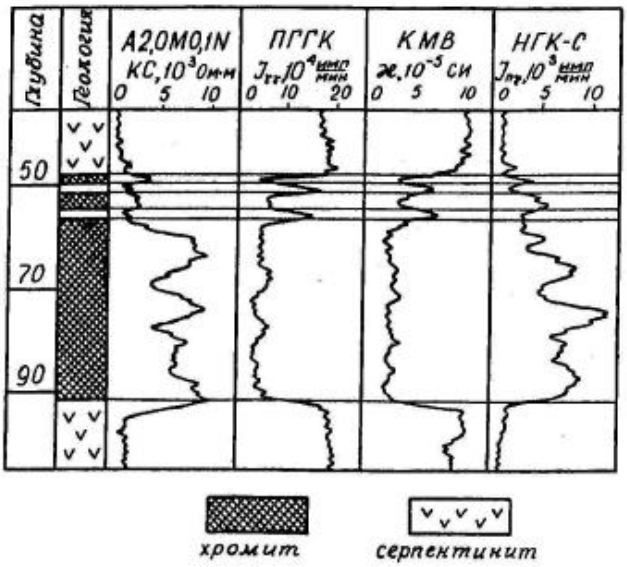

Рис. 25.4. Пример выделения хромитовых руд в скважинах по данным комплекса методов ГИС (по В.Ф. Карониколо и др., 1968)

4. Медь. Основными для России типами медных месторождений являются месторождения медноколчеданных руд и медистых песчаников.

Наиболее благоприятный для применения геофизических методов объект - это медноколчеданные месторождения. Среди минералов меди главное промышленное значение имеют сульфиды, как правило, обладающие высокой электропроводностью и повышенной плотностью, у них также повышено значение гэф. Обычно медноколчеданные руды комплексные и кроме Си содержат еще Zn, Pb, Fe, Аи и др. металлы.

На основном этапе ГИС на медноколчеданных месторождениях применяют методы КС, ПС, ГК, ПГГК, на детальном этапе - МСК и МЭП для уточнения границ рудных интервалов и метод наведенной активности для определения процентного содержания Си.

Исторически первым в 60-х годах XX века был разработан метод определения содержаний по долгоживущему изотопу $Cu^{64}(T_{1/2} = 12{,}6\ \text{ч};\ E_\gamma \approx 0{,}5\ \text{МэВ})$, образующемуся из стабильного изотопа Cu63, содержание которого в природной меди около 69%. Автором этого метода является профессор УГГГА Г.С. Возженников.

Наблюдения выполняют поточечно. Облучение нейтронами продолжают от 8 до 12 часов, затем на место источника нейтронов помещают детектор у-квантов и измеряют наведенную активность также в течение нескольких часов, чтобы избавиться от мешающего влияния других, более короткоживущих изотопов Na2*, Мп5в, Л/28.Результаты наблюдений приводят к бесконечному времени облучения и к единичной мощности источника, после чего делят полученный результат на пересчетный коэффициент, найденный опытным путем и выражающий наведенную активность, приходящуюся на 1% Си. Порог чувствительности этого метода 0,3-0,5%.

Позднее появление спектрометрической у-каротажной аппаратуры позволило отказаться от этого метода и перейти к определению меди по короткоживущему изотопу $Cu^{66}(T_{1/2} = 5{,}1\ \text{мин.},\ E_\gamma \approx 1\ \text{МэВ})$.

В этом методе от влияния мешающего излучения других изотопов избавляются с помощью энергетической селекции. Порог чувствительности - около 1%.

На рис. 25.5 представлены результаты комплекса методов каротажа на Гумешевском медноскарновом месторождении (Средний Урал). Рудные интервалы 50,8-54,8 и 98,7-100,8 уверенно выделяются по хорошей электропроводности (диаграммы КС и МСК) и повышенной плотности

(ПГГК).

На месторождениях медных руд для изучения строения рудных тел в межскважинном пространстве и поисков невскрытых (слепых) рудных тел успешно применяются все методы скважинной электроразведки - от метода заряда до метода радиоволнового просвечивания (РВП) и дипольного электромагнитного профилирования скважин (ДЭМПС).

На рис. 25.6 приведены результаты работ по методу электрической корреляции (МЭК) на одном из медноколчеданных месторождений Среднего Урала. Рудными телами являются кварцевые жилы, обогащенные сульфидными минералами (пиритом, халькопиритом, магнетитом, молибденитом и др.). Рудные жилы локализуются в рассланцованных породах среди плагиогранитов, диоритов и порфиритов. Сопротивление рассланцованных зон - около 200 Ом-м, вмещающих пород - свыше 2000 Ом-м.

По результатам бурения и геологического изучения керна предполагалось, что рудные подсечения в скважине С-58 и на глубине около 190 м в скважине С-190 объединяются в одно рудное тело, которое, сохраняя постоянный угол падения, уходит ниже забоя скважины С-219, остановленной в то время на глубине 277,6 м. Подсечение на глубине 263 м в скважине С-190 объединялось с подсечением в скважине С-190 на глубине 163 м в другое, параллельное первому, тело.

Однако корреляционные кривые, снятые при зарядах ЗП-1 в скважине С-219 и ЗП-2 в скважине С-190, убедительно показывают, что рудные подсечения в скважине С-58 и скважине С-190 на глубине 190 м соединяются с рудным подсечением в скважине С-219. Верхнее же подсечение в скважине С-190 является локальным и не имеет связи ни с одним подсечением в других скважинах.'

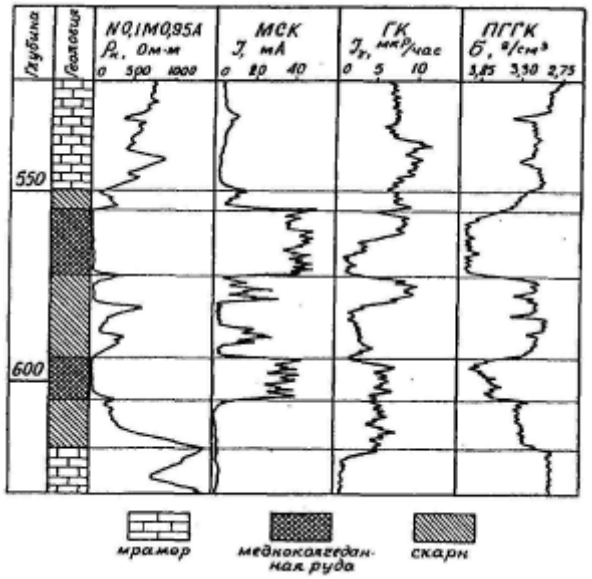

Рис. 25.5. Пример выделения медных руд по комплексу каротажных диаграмм на Гумешевском месторождении (по В.Т. Перелыгину)

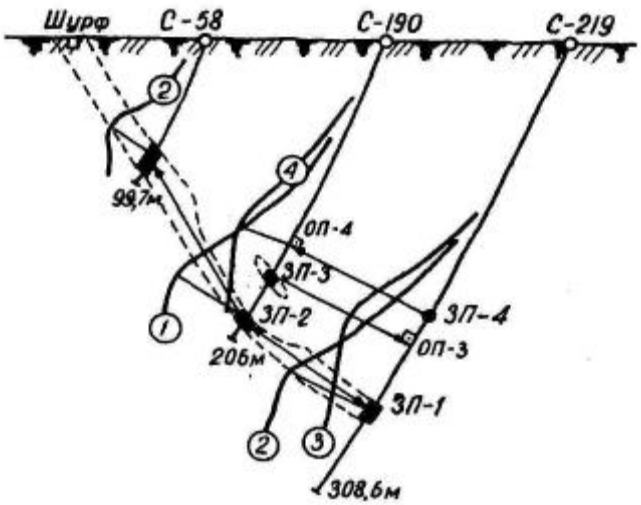

Рис. 25.6. Результаты метода электрической корреляции по одному из медноколчеданных месторождений Среднего Урала (по А.К. Козырину)

Контрольные вопросы:

1. Какие особенности физических свойств характерны для большей части рудных полезных ископаемых?
2. Какие задачи решаются ГИС при разведке рудных месторождений?
3. С помощью каких методов возможно определение процентного содержания Fe в рудных подсечениях скважин?
4. По данным каких методов можно оценить содержание Мп вскважинах?
5. По каким методам можно оценить содержание О в скважинах?
6. По каким методам можно оценить содержание Си в скважинах?

Урок №7.

Тема: Комплексирование ГИС на месторождениях различных руд

План:

1. Свинец и цинк
2. Алюминий
3. Берилий
4. Калий
5. Бор

1. Свинец и цинк. Свинцово-цинковые месторождения относят к полиметаллическим, т.к. в их рудах, кроме РЪ и Zn, бывают промышленные содержания Си, Ag, Аи и др. металлов. Основные минералы полиметаллических руд - галенит и сфалерит, кроме них в рудах много других сульфидов, в первую очередь, халькопирита и пирита. Как правило, полиметаллические руды отличаются низким сопротивлением (за исключением богатых сфалеритовых руд), повышенной плотностью и высоким гэф (т.к. для РЪ z=82, а для Zn z=30).

Комплекс ГИС такой же, как на медноколчеданных месторождениях. Основное отличие заключается в применении метода РРК для определения процентных содержаний РЪ и Zn.

Определение РЪ производят в геометрии прямой видимости с источниками 5е75или Со51, у-спектрометр настраивают на энергию Ка - линии характеристического спектра (в диапазоне 70-90

кэВ). Чувствительность определений - 0,2-0,3%, относительная погрешность -около 20%.

Определение Zn выполняют с источником Cd с измерением Ка излучения Zn в диапазоне 6,3-8,8 кэВ. Порог чувствительности - 0,1-0,2%. При этом возможно одновременное определение содержания РЪ по La излучению в диапазоне 20-24 кэВ.

На рис. 25.7 приведены результаты рентген-радиометрического каротажа по определению процентного содержания РЪ на одном из полиметаллических месторождений.

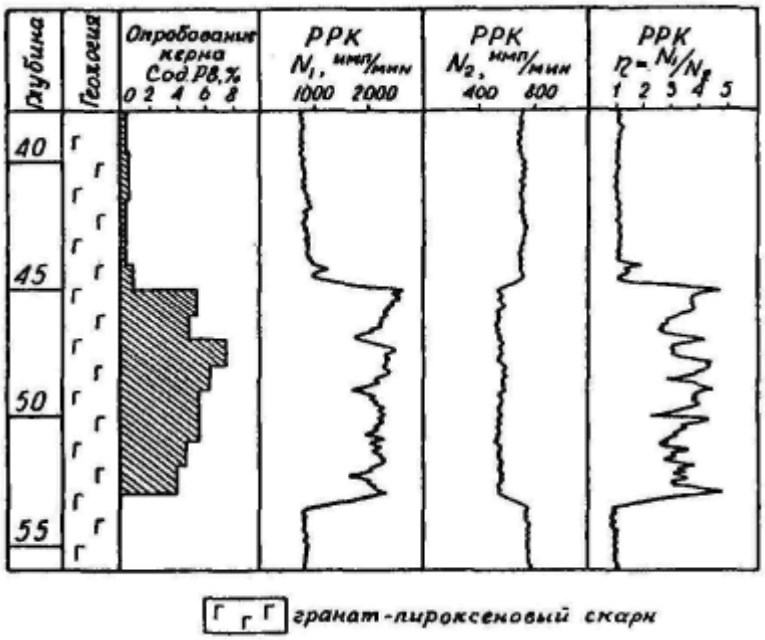

Рис. 25.7. Результаты рентген-радиометрического каротажа на свинец по одному из полиметаллических месторождений (по Ю.П. Яишсвскому и др., 1976)

Измерения проводились с источником $Co^{57}(E_\gamma = 123\,\text{кэВ})$ при длине зонда 1=30 см. Сопоставление кривой спектральных отношений $\eta = N_1/N_2$ с содержаниями РЬ, определенными по керну, показывает, что между значениями η и содержанием РЬ существует линейная зависимость.

На полиметаллических месторождениях так же, как и на медноколчеданных, широко применяются методы скважинной геофизики, многочисленные примеры которых приведены в специальной литературе.

2. Алюминий. Основным сырьем для получения A1 являются бокситы. В состав бокситов входит глинозем A12O3 (50-65%); от 2 до 20% окислов железа, от 2 до 10% окислов кремния SiO2 и от 10 до 30% конституционной воды. Бокситы образуют линзо- или пластообразные залежи в толще осадочных пород или коре выветривания магматических пород. По генезису выделяют платформенные и геосинклинальные залежи бокситов.

По своим физическим свойствам бокситы близки к глинам: у них низкое УЭС, повышенная естественная радиоактивность и несколько повышенная магнитная восприимчивость. На рис. 25.8 приведен комплекс каротажных диаграмм, хорошо выделяющих бокситы среди карбонатных пород.

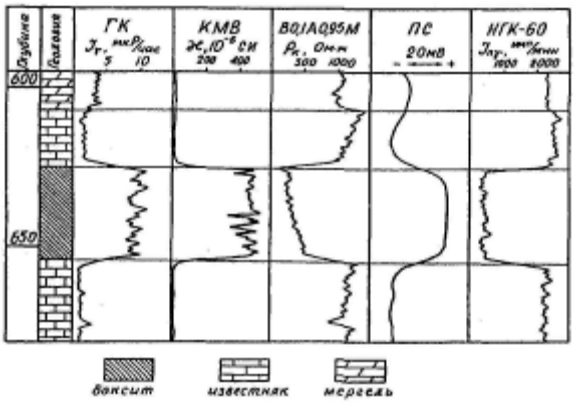

Рис. 25.8. Выделение бокситов в разрезе скважины по данным комплекса ГИС

Основным методом выделения и изучения бокситов в разрезах скважин является нейтронно-активационный каротаж по изотопу A1 . Причем, поскольку этот изотоп имеет короткий период полураспада $T_{1/2}$ = 2,3 мин., НАК возможен в непрерывном варианте.

Чтобы избежать активации Si, который также содержится в бокситах и активируется быстрыми, с энергией $E_n \geq 3{,}9$ МэВ нейтронами, в качестве источника используют Cf2S2, дающий нейтроны низких энергий (основное количество нейтронов, испускаемых Cf2il, лежит в диапазоне от 0 до 4 МэВ с максимумом в районе 0,6 МэВ) и имеющий $T_{1/2}$ =2,55 года. Длина зонда 1=2 м, скорость каротажа - 25 м/час.

Поскольку источник нейтронов располагается в нижней части зонда, то при спуске снаряда измеряют сумму наведенного и естественного у-излучения (НАК+ГК), а при подъеме - только естественное у-излучение (ГК). Разность показаний при спуске и подъеме дает чистый наведенный эффект, который пропорционален содержанию A1 в руде. Пример применения НАК на A1 представлен на рис. 25.9. Наведенный эффект пропорционален содержанию глинозема.

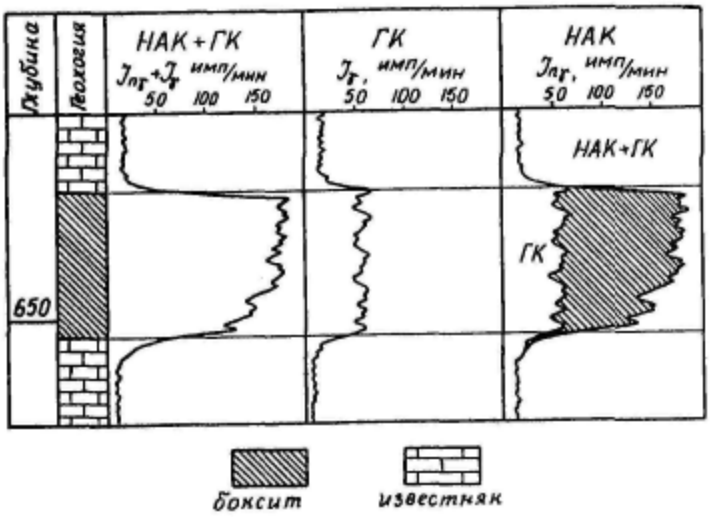

Рис. 25.9. Результаты нейтронно-активационного каротажа на алюминий

Для оценки такого технологического параметра руды как кремниевый модуль $M = \frac{C_{Al_2O_3}}{C_{SiO_2}}$ НАК выполняют дважды - с источником Cf^{252} для определения содержания А12О3, и с Ро-Ве источником для определения суммарного содержания Al_2O_3 и SiO_2.

Кремниевый модуль может быть определен также с помощью СГГК,. результаты которого зависят от общего содержания Fe в руде, а оно однозначно коррелируется с суммарным содержанием А!2О3 и SiO2.

Кроме НАК, в комплекс ГИС входят ГК (для учета естественной радиоактивности), ННК-НТ (для определения влажности) и ПГГК (для определения плотности руд).

3. Бериллий. К промышленным типам месторождений Be относят жилы, линзы и тела сложной формы гранитных пегматитов и бериллоносных магнетит-флюоритовых скарнов.

Эти тела характеризуются повышенным УЭС и минимальными значениями к. Но основной особенностью Be, как уже отмечалось в лекции 14, является способность к ядерному фотоэффекту при сравнительно невысокой $(E_\gamma = 1{,}67\ \text{МэВ})$ энергии у-квантов.

По этой причине основным методом для выделения бериллоносных интервалов в скважинах и определения процентного содержания Be является метод ГНК, на диаграммах которого эти интервалы выделяются четкими повышениями I_m (см. рис. 14.6).

4. Калий. Основным источником К являются месторождения калийных солей, которые приурочены к толщам гидрохимических отложений (каменная соль, гипс, ангидрит). Эти толщи включают также и песчано-глинистые и карбонатные породы. Минералы, содержащие калий: сильвинит (КС!), карналлит $(KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O)$ и полигаллит $(Ca_2MgK_2(SO_4)_4 \cdot 2H_2O)$.

Основная особенность физических свойств калийных солей - их повышенная радиоактивность, связанная с содержанием в природном К естественного радионуклида К40.

Калийные соли характеризуются очень высоким, как у всех гидрохимических осадков, УЭС и пониженной плотностью.

Основной метод выделения калийных солей в скважинах - ГК, по нему же определяют и процентное содержание К. Включение в комплекс ГИС методов НТК (или ННК) и ПГГК позволяет определить минеральный состав калийных солей. Карналлит и кизерит содержат много кристаллизационной воды и

поэтому на диаграммах НТК выделяются пониженными по сравнению с сильвинитом показаниями. ПГГК выделяет пониженными показаниями наиболее плотную соль - сильвинит.

На рис. 25.10 приведен фрагмент из геологического разреза скважины 419 Старобинского месторождения калийных солей (Белоруссия).

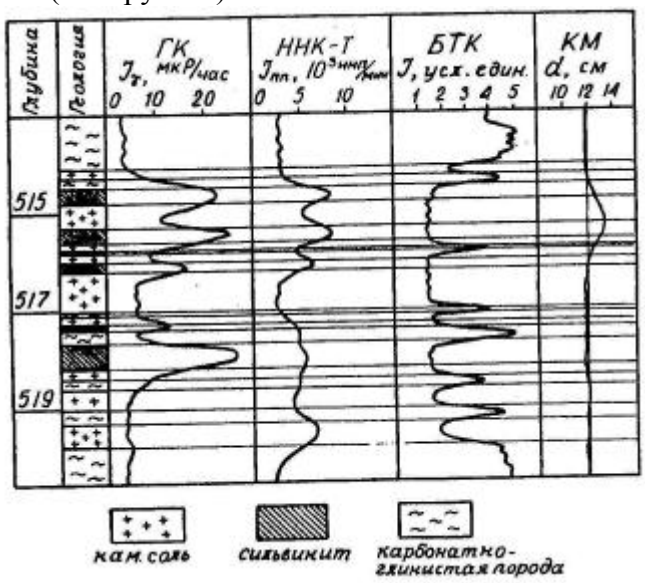

Рис. 25.10. Расчленение толщи гидрохимических отложений по данным комплекса ГИС (по И.А. Зыкову и Л.И. Родионову, 1977)

Кроме калийных солей, толща гидрохимических отложений содержит карбонатно-глинистые породы пониженного сопротивления и каменную соль - галит. На приведенном фрагменте калийные соли представлены сильвинитом, который характеризуется повышенной (до 27 мкР/ч) естественной радиоактивностью и повышенными показаниями на диаграмме ННК-Т с большим зондом. Карбонатно-глинистым отложениям соответствуют максимумы силы тока на диаграммах БТК и пониженные показания ННК-Т. Каменной соли соответствуют пониженные значения на кривых БТК и ННК-Т.

Методика определения процентного содержания К описана в лекции 12.

5. Бор. Боратовые руды залегают среди глин и песчаников, в турфогенных образованиях, а также среди ископаемых солей.

Основную роль при разведке месторождений В играют нейтронные методы, поскольку В обладает аномально высоким (755 барн) сечением захвата тепловых нейтронов. На диаграммах нейтронных методов интервалы руд В выделяются резкими понижениями показаний. Для исследования скважин на В применяют метод НТК с зондом длиной 40-50 см и ННК-Т с зондом 15-20 см. При невысоких (до 5%) содержаниях по данным этих методов можно провести количественные определения содержания В в руде.

На рис. 25.11 приведены результаты нейтронных методов каротажа в сопоставлении с данными спектрального анализа керна по одной из скважин Жолдыбайского рудопроявления в Казахстане. Содержащим В интервалам соответствуют пониженные значения и на диаграмме ННК-Т с малым зондом, и на диаграмме НТК с большим зондом.

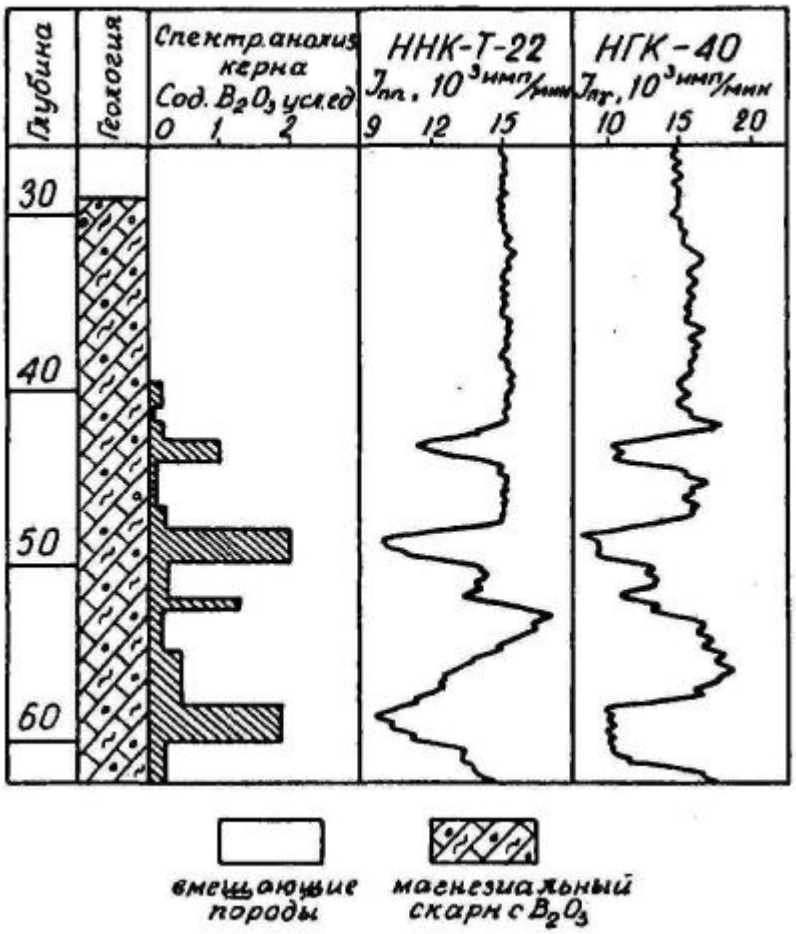

Рис. 25.11. Выделение содержащих B интервалов по данным нейтронных методов каротажа (по В.А. Щербакову и П.Д. Рябинову, 1984)

Контрольные вопросы:

1. По данным каких методов можно оценить содержание РЬ и Zn в условиях скважин?
2. По каким методам ГИС определяют содержание All
3. Каким методом ГИС можно определить содержание Be в рудах?
4. Какой метод ГИС применяют для определения содержания К в руде?
5. Какой метод ГИС может быть использован для определения содержания В в руде?

Практические занятия

Практическое занятие №1.

Подсистемы поисковых и разведочных работ на рудные полезные ископаемые

Практическое занятие №2.

Определение комплекса геофизических методов при поисках и разведки месторождении хромитов.

Общее задание. Определить и обосновать комплексы геофизических методов на стадиях и подстадиях:

I.Геологическое картирование и общие поиски (масштаб 1:50000);

II. Крупномасштабные специализированные поиски (масштаб 1:50000-1:25000);

III. Детальные поиски (масштаб 1:10000);

IV. Поисково-оценочные работы (масштаб 1:10000-1:5000);

V. Предварительная разведка (масштаб 1:5000-1:2000);

VI. Детальная разведка (1:2000-1:1000).

Дополнительные условия:

a) Месторождения выходят на дневную поверхность или перекрыты рыхлым покровом 1-5 м;

b) Месторождения залегают на глубинах до 100 м, рыхлый покров до 20 м;

c) Месторождения залегают на глубинах 250-500 м, рыхлый покров до50 м;

d) Месторождения залегают на глубинах 500 м и более, рыхлый покров до50 м.

Задание №1. Обоснуйте стадию или этап работ, сформулируйте их целевое значение, укажите целевой объект, определите основные геологические задачи, решаемые геофизическими работами на выбранной стадии.

Геологические предпосылки для постановки геофизических работ. Генетический тип месторождения-магматический. Месторождения образовались в геосинклинальной области и генетический связано с интрузией ультраосновного состава. Площадь интрузии 1200км2, длинна 65км, ширина 10-30км. Интрузия дифференцирована по составу и сложена в основном перидотитовыми серпентинитами. Оруденения локализуются в дунитовых серпентинитах, расположенных среди перидотитов в виде шлифов, полос и ядер различной мощности и размеров. В пределах интрузии развиты также породы жильного комплекса- габбро-диабазы, пироксениты, дайки которые имеют крутое падение, мощность-от единиц до первых десятков метров протяженность до 0,5-1км.

Форма массива лакколит, положение его контролируется глубинным разломом, вмещающие массив породы габброиды и сланцы. Рудовмещающие дуниты тяготеют к узлам пересечения глубинного разлома с разрывами других направлений. Месторождения располагаются в области максимальной мощности массива и крутого падения контактов и приурочены к линейным зонам и к сводным поднятиям массива. Месторождения включают группу рудных тел, разобщенных в плане на расстоянии 200-300м.

Мощность рудных тел десятки метров, протяженность несколько сот метров, глубины залегания от первых метров до 1500м, форма рудных тел-вытянутые линзы и жилы (простые и сложные), столбы или гнездообразные тела со склонением под углами 10-150;осложнена сбросами с амплитудами до 200м. Состав руд-хром-апинелиды, оливин, апоолиновый лизардит. Руды густо вкрапленные и сложные. В околорудном пространстве проявлена убогая мелкая вкрапленность хроммпинелидов. Зональность-дуниты слагают периферические части рудных тел, хромиты-внутренние. Контакты руд с вмещающими дунитовыми серпентинитами, как правило, резкие. Повсеместно развит чехол рыхлых отложении мощностью от первых метров до 50м. в делювии над дунитами отмечены повышенные содержания никеля. Рельеф дневной поверхности равнинный.

Задание №2. Сформулируйте геологическую модель объекта (рудного района, рудного узла, рудного месторождения, рудной залежи). Опишите его основные геологические характеристики;

Физические предпосылки. Плотность руд высокая-средние ее значения 3,55-3,60г/см3, но может изменятся в зависимости от состава и текстуры руд от 3,2 до 4,6г/см3. Избыточная плотность по отношению к вмещающим дунитовым серпентинитам изменяется от 0,8 до 1,2г/ см3 . Средняя плотность дунитовых и перидотитовых серпентинитов 2,4-2,57 г/ см3 и увеличивается с глубиной по мере затухания серпентинизации до 2,9-3,3 г/ см3 у неизменных перидотитов и серпентинитов. Плотность вмещающих габброидов 2,83-2,86 г/ см3, сланцев 2,65-2,75 г/ см3. Наименее плотными являются образования глинистой коры выветривания и рыхлого покрова (1,6-2,0 г/ см3).

Наиболее магнитными образованиями являются дунитовые (магнитная восприимчивость £ в учебнике дана в единицах СИ) £=[(700+ 1150)*10-5)] и перидотитовые (£ =(700+3550)* 10-5) серпентиниты. С глубиной их магнитная восприимчивость убывает (с затуханием серпентинизации) до 630*10-5 у дунитовых серпентинитов и до 380*10-5 у перидотитовых серпентинитов. Вмещающие породы менее магнитные, габброиды имеют £=(125+240)* 10-5 , сланцы 135*10-5 . Высокая магнитность ужильных пироксенитов (£=(2000+3000)*10-5). В близи контактов серпентинитов и вмещающих пород, а также рудных тел магнитность серпентинитов резко возрастает, что связана с увеличением степени серпентизации. Руды слабомагнитны: у густо вкрапленных и сплошных руд она пониженная £=(65+190)* 10-5 , у вкрапленных-повышенная (250+375)* 10-5 .Носителем магнитности хромитовых руд является вторичный магнетит из серпентинитового цемента руд. Наименее магнитны рыхлые отложения, перекрывающие коренные породы,(£=65*10-5).

По электрическому сопротивлению четко различаются рыхлые отложений покрова и коренные породы. Это различие может достигает двух-трех порядков (у первых оно изменяется от единиц до первых десятков, реже сотен ом-метров, у вторых-от первых сотен до многих тысяч и десятков тысяч ом-метров у неизменных гипербазитов 1*10-5 -1*10-6 Ом*м, габброидов 1*10-4 -6*10-4 Ом*м, сланцев 1*10-2 -4*10-5 Ом*м). Наименьшее сопротивления среди пород массива у дунитовых и перидотитовых серпентинитов-350-1000 Ом*м. У хромитовых руд высокое сопротивление (боле10-5 Ом*м). Повышенная поляризуемость наблюдается на контакте серпентинитов и рудных тел за счет вкрапленности магнетита и сульфидов.

Скоростной разрез района: наибольшие значения скорости у неизменных пироксенитов и перидотитов-7850-8700м/с; у вмещающих их габброидов и сланцев они более низкие, соответственно, 6500 и 4800-6600 м/с. С возрастанием серпентизации гипербазитов скорость понижается у серпентинизированных дунитов до 4500-5600м/с и у серпентинизированных

перидотитов до 3900-4900м/с. У хромитовых руд и околорудных пород значения скорости продольных волн ниже на 500-1000м/с, чем у вмещающих пород.

Рудным зонам месторождения отвечают повышенные значения коэффицента звукопоглощения α по сравнению с вмещающими серпентинитами. При частоте3,3кГц у рудных образовании α1 =0,05+0,90 Кп/м, у вмещающих серпентинитов α2 =0,01+0,03Кп/м. Резкое увеличение наблюдается у рыхлых образовании приповерхностной части разреза (α3 =0,08+0,14Кп/м).

Хром характеризуется высокими значениями сечения поглощения тепловых нейтронов и используемого интервала энергии гамма-излучения радиационного захвата нейтронов по сравнению с другими породообразующими элементами хромитовых месторождении (кремнии, алюминии, магнии, водород и другие). Вследствие этих свойств хром имеет относительно большую вероятность поглощения тепловых нейтронов, а его возбужденные ядра излучают более жесткие гамма-кванты. Породы и руды могут различаться также по своей способности рассеивать и замедлять надтепловые нейтроны. Измерения плотности надтепловых нейтронов может характеризовать изменение водородосодержания породы, а через него изменения содержания цемента в рудах, что можно использовать для разделения сплошных и вкрапленных руд. Поток рассеянного гамма-излучения (жесткой компонента спектра), зависеть от плотности (объемного веса) пород и руд хромитового месторождения. Он максимален у сплошных руд и минимален у вкрапленных. Мягкая компонента спектра рассеянного гамма-излучения зависит от типа руды и содержания окиси хрома.

Задание №3. Сформулируйте петрофизическую модель объекта исследовании. Опишите его основные петрофизические характеристики.

Задание №4. Определить модель геофизических полей над объектом исследовании на основе решения прямой задачи и обобщения имеющегося методического опыта. Опишите характеристики ожидаемых полей с учетом уровня эрозионного среза объекта.

Задание №5. Сформируйте сводную физико-геологическую модель объекта и оцените возможности геофизических методов при решении основных геологических задач. Охарактеризуйте влияние возможных естественных помех.

Задание №6. Обоснуйте выбор комплекса методов. Определите геологические задачи, решаемые каждым из методов комплекса. Укажите роль и место в комплексе геохимических методов поисков и проверочных геологических работ.

Задание №7. Выясните основные элементы методики полевых и камеральных работ. Выберите рациональную последовательность проведения работ различных видов.

Задание №8. Определите ожидаемые геологические результаты и возможные рекомендации для постановки последующих геолого-геофизических работ.

Практическое занятие №3.

Определение комплекса геофизических методов при поисках и разведка месторождений олова.

Общие задание. Определить и обосновать комплексы геофизических методов на стадиях и подстадиях

1) Геологосъемочные работы (крупномасштабного геокартирования) с общими поисками (масштаб 1:50000-1:25000)

2) Крупномасштабные поиски (масштаб 1:50000-1:25000)

3) Детальные поиски (масштаб 1:10000)

4) Поисково-оценочные работы (масштаб 1:10000-1:50000)

5) Предварительная разведка (масштаб 1:50000-1:10000)

Условия залегания:

1) Открытые и полузакрытые районы, рудные объекты вскрыты эрозионным срезом и перекрыты рыхлым покровом от 1-2 до 10-50 м;

2) Закрытые районы, рудные объекты перекрыты рыхлым покровом от 15 до 50 м;

3) Открытые районы, рудные объекты в слепом залегании на глубинах до 100 м.

4) Геологические предпосылки. Эндогенные месторождения олова гидротермального типа относятся преимущественно к касситерит-кварцевой и кассетирит-сульфидной формации. Первые генетически связаны с интрузиями кислых и ультраосновных магм и тяготеют к гранитным куполам.

5) Рудные тела имеют жильную форму, жилы нередко группируются. Вкрапленность касситерита встречается также в штокверках, зонах грейзинизации и в самих гранитных куполах. Рудные минералы-кассетирит, вольфрамит, арсенопирит, молибденит, висмутин. Вмещающие породы грейзенизированы. Характерная первичная зональность оруденения: оловоносные грейзены – в приконтактовой зоне, кварцевые жилы – в области экзоконтакта, еще выше прожилки с сульфидами. Руды с неравномерным распределением кассетиррита.

Месторождения второй группы тяготеют к крупным рудоносным очагам кислых и умеренно кислых магм. Рудные тела располагаются прогрева вблизи гранитоидных массивов или несколько удалены от них, имея пространственную связь с медными интрузиями и дайками. Высокотемпературные рудные образования богаты минералами железа (магнетит, гематит, пирротин, пирит, арсенопирит, халькопирит и др.). Проявлены в виде минерализированных зон, трещин и жил; вторичные изменения пород-турмалинизация, хлоритизация, окварцевание, серицитизация. Сближенные трещины образуют мощные (до 10-15 м) зоны рудынх брекчий, протяженностью до 2-2.5 км. При наличии густой сети прожилков образуются штокверки. Низкотемпературные приповерхностные рудные образования удалены т гранитоидных интрузий и тяготеют к зонам крупных разломов. Для них характерны руды свинцово-цинкового ряда (кассетирит, галенит, сфалерит, станнин, халькопирит и др) Гидротермальные изменения вмещающих кислых эффузивов - пропилитизация, окварцевание, алунитизация; известняков – окварцевание, баритизация, пиритизация.

Физические предпосылки. Оловоносные граниты имеют низкую магнитную восприимчивость ($H<35*10-5$), остаточную намагниченность ($G<0.2$) и пониженную плотность (2.56-2.58 г/см2). Экзоконтактовые ороговиковые образования вокруг интрузий имеют намагниченность ($H=(200+500)*10-5$). Самые низкие значения H наблюдаются в центральной части оловорудного поля, где сосредоточена максимальная минерализация. Вмещающие осадочно-вулканогенные

породы также слабомагитны (н=(10+50)*10-5), но более плотные (б=2,65-2,78 г/см3). Биотизированные породы имеют плотность 2,75-2,77 г/см3). Электрическое сопротивление гранитоидов (104-105 Ом*м) значительно выше, чем у вмещающих пород, которое в зависимости от степени их вторичных изменений может быть у порфиритов (400-3000 Ом*м), сланцев (100-3500 Ом*м), алевролитов (200-1000 Ом*м), песчаников (200-3000 Ом*м).

Рудные обраования магнитны в случаях присутствия пиротина, их Н изменяется от (100-250)*10-5 до (5-10)*10-2. Остаточная намагниченность превышает индуцированную (Q=4-5). Направленность вектора In нередко противоположная современнному геомагитному полю. Присутствие в рудах магнетита поднимает значения Н до 250*10-2. Плотность руд кассетирит-кварцевой формации 2,65-2,7 г/см3, богатых сульфидных руд 3,56-3,8 г/см3.

Электропроводность руд зависит от соотношения содержаний рудных и жильных (кальцит, кварц, хлорит, турмалин и др.) минералов; при незначительном количестве сульфидов и магнетита удельное электрическое сопротивление равно 103-106 Ом*м, при большом содержании сульфидов от 0,1 до 100 Ом*м. Поляризуемость руд обычно не превышает 6%, у богатых сульфидных руд – 18-20 %. Наблюдается закономерное изменение радиоактивности образований; калий накапливается в верхней части рудного поля, а торий и уран – в центральной и прикорневой.

Задание №1. Укажите цель работ. Выберите стадию и подстадию работ. Определите целевой объект и основные геологические задачи, стоящие перед геофизическими работами.

Задание №2. Сформируйте и опишите геологическую модель рудного объекта (рудного поля, месторождения, залежи), относящегося к а) кассеиритквацевой и б) кассеирит-сульфидной формации.

Задание №3. Сформируйте и опишите петрофизическую модель и модель геофизических полей рудного объекта.

Задание №4. Разработайте и опишите физико-геологическую модель рудного объекта. Кажите какого рода помехи (геологические, геоморфологические и физические) ожидаются при произведении работ.

Практическое занятие №4.

Определение комплекса геофизических методов при поисках и разведке месторождений ртути.

Общее задание: разработать комплекс геофизических методов и сопровождающих их геологических и геохимических видов работ при:

1. Региональному геологическому изучении (масштаб работ 1:200000);
2. Крупномасштабных поисках и картирования (масштаб 1:50000; 1:25000);
3. Детальных поисках (масштаб 1:10000; 1:5000);
4. Поисково - оценочных работ(масштаб 1:5000; 1:2000);
5. Разведочных работах масштаб (1:2000; 1:1000)

Условия залегания:

1. Открытые горные районы, резкопересечённый рельеф, рудные объекты выходят на эрозионный срез, перекрытый осыпями;

2. Полузакрытые районы, всхолмлённые рельеф, рудные объекты перекрыты рыхлым покровом от 1-2 до 10-15 м.

3. Открытые и полузакрытые районы, горный рельеф, рудные объекты в слепом залегании на глубинах 10-100 м

Геологические предпосылки.

Месторождение ртути гидротермального генезиса. Представлены пластовыми и платообразными залежами в зоне контакта разнородных по составу (известняков, сланцев и др.) и сложными по морфологии залежами в зонах лиственитизации ультраосновных и основных пород, проявленных вдоль глубинных разломов. Руды как правила прожилково вкрапленные с очень не равномерным распределением минерализации в рудной зоне.

Месторождения располагаются в пределах пояса, положение которого определяет зону долгоживущего глубинного взброса-надвига. В пределах пояса орудения локализируется в рудоносных зонах, которые тяготеют к структурам типа прогибов и антиклинальев. Размещается оно преимущественно среди осадочных пород и приурочено к определенным стратиграфическим и литологическим комплексам пород – к верхам известняково- доломитовых толщ карбона, вблизи контакта известняков со сланцами. Последние сыграли здесь роль экрана, определяющего распространение промышленного оруденения в зоне шириной 30-40 м у контакта. Рудоотложение сопровождается образованием джаспероидных брекчий и верхней части разреза известняков и роговиково – кварцевых брекчий в нижний части сланцев, что может служить одним из признаков рудоносности.

Тектонический контроль оруденнения выражается в его приуроченности к крупным разломам. Особенно существенная роль в локализации оруденения надвиговой тектоники. Благодаря надвигам терригенные отложения с экранными свойствами надвинуты на карбонатные образования, являющиеся благоприятной средой для рудоотложения. Рудо проводящими каналами являются омоложения взброса – надвига пермскими разломами, контролирующими расположение рудных узлов и полей. Распределительными каналами послужили косные или диагональные нарушения, а благоприятными для рудоотложения оказались, пересечение диагональных нарушений с широтными разломами, с осложняющими складчатые структуры. Структурный контроль оруденения выражается в приуроченности большинства месторождений к шарнирам, реже крыльям антиклинальных складок, развивающихся на крыльях крупных региональных структур и осложненных разломами. Надвинутые породы вследствие их большей пластичности подвергнуты более интенсивному складко-образованию.

Важным поисковым признаком является наличие на месторождениях ртути обширных ореолов околорудных гидротермальных изменений рудовмещающих пород. Привнос кремнезема приводит к образованию джаопероидов и зон окварцованные в карбонатной толще и роговиков в над рудных сланцах. Максимальное (до м по мощности) обогащение кремнеземом над рудных сланцев наблюдается в свободных частях антиклиналей. Ореол пиритизации распространяется вверх от продуктивного контакта известняков и сланцев на расстояние 100-150 м и образует выдержанные плащеобразные залежи, повторяющие форму складчатых структур. Грифитизация

наблюдается во всех рудовмещающих породах, но максимальное обогащение углистым веществом наблюдается в роговиково-кварцевых брекчиях над рудных сланцев. Мощность зон графитизации достигает многих десятков метров протяженность – нескольких километров. В зонах лиственитизации отмечена пространственная связь лиственитов с серпентинитации.

Для месторождений характерна геохимическая зональность элементов-индикаторов и элементов –спутников. В дальней зоне рассеяния представлены ртуть, сурьма и мышьяк, в средней – свинец и цинк и в ближних – серебро, селен и талий. В местах, осложненных тектоникой, элементы спутники, могут удаляться по разломам вверх от рудоконтролирующего контакта на расстояние до 600 м и более, а по надвигам до 1000 м, при мощности ореолов до 100 м. На участках слабого проявления тектоники элементы – спутники удаляются в перекрывающие породы не белее, чем на 200-250 м. Основными рудными минералами являются киноварь и антимонит.

Геофизические предпосылки.

Киноварь и актимонит являются диэлектриками, обладают пониженной поляризуемостью и повышенным пьезомодулем, высокими значениями плотности (киновари-8,09-8,2 г/см3) и практически немагнитны. Однако в связи с рассеянным характером минерализации заметных изменений физических свойств рудовмещающих пород указанные минералы не вызывают. Поэтому определяющие значение при формировании комплекса имеют физические свойства самих рудовмещающих пород.

По удельному электрическому сопротивлению хорошо разделяются известняки продуктивной толщи и сланцы над рудной толщи, у первых его значения достигает 3200Ом*м, у вторых оно порядок ниже -250Ом*м. Увеличение содержания кремнезема в сланцах вызывает повышение электросопротивления. Значительно изменение его значения отмечается также в зонах нарушений, графитизации и пиритизации. Поляризуемость рудовмещающих брекчий зависит от содержаний полезных компонентов. На богатых сурьямо-ртутных месторождениях она колеблется от 12 до 20%, на средних –от 8 до 12%, на бедных непромышленных от 4 до 8%. Поляризуемость пиритизированных пород как правило заметно выше:16-30%. Нередко можно наблюдать относительно четкую корреляционную зависимость между поляризуемостью руд и содержанием ртути, сурьмы и мышьяка. Поляризуемость гидротермально измененных пород на месторождениях, связанных с зонами лиственитизации, изменяется в пределах от 6 до 20%.

Средние значения плотности у карбонатных образований (2,69 г/см3) ниже, чем у терригенных пород (2,72 г/см3). На отдельных месторождениях различие плотности пород достигает 0,3-1,0 г/см3. По магнитным свойства породы дифференцированы весьма слабо; магнитными являются джаспероиды, магнитная восприимчивость которых составляет (100-300)*10-5. Доломиты и известняки практически немагнитны. По радиоактивности породы дифференцированы незначительно. Наименьшие ее значения (менее 10 мкР/ч) у известняков и рудовмещающих брекчии, более высокие у глинистых (10-20 мкР/ч) и углистых (30-50 мкР/ч) сланцев. На одном из месторождений над рудной зоной наблюдаются повышенные содержания урана до (7-10)*10-4 % при фоновых содержаниях (2-3)*10-4) и пониженные содержания калия (от 2-4 до 1%).

Оруденелым джаспероидами (флюритизированными) отвечает контрастный аномалии фтора до 16-20%, а вмещающими их породами повышенные содержания до 1-1,5% при фоновых содержаниях в непродуктивных образованиях (известняки, сланцы), не привышающих 0,1-1,15%.

На площади, перекрытой элювиально-делювиальными отложениями (до нескольких метров) интенсивность аномалий снижается; оруденелым джаспероидам отвечают аномалии фтора до 8-12%, а продуктивным известнякам –до 1,5%. Скорости распространения колебаний в карбонатных толщах (6000-7000 м/с) значительно больше, чем в перекрывающих их песчано-сланцеых отложениях (4000-5000 м/с).

Задание №1.

Определить цель работ. Укажите целевой объект, подлежащий изучению. Сформируйте геологические задачи, стоящие перед геофизическими работами на выбранной стадии.

Задание№2.

Сформируйте геологическую модель рудного объекта, укажите особенности модели в тектонических структурах и в зонах лиственитизации, поисковые критерии и признаки.

Задание №3

Разработайте и опишите петрофизическую модель и модель геофизических полей рудного объекта, определите его геофизические признаки.

Задание №4

Составьте физико-геологическую модель рудного объекта, отразите на ФГМ его условия залегания, опишите возможные геологические и геоморфологические помехи.

Задание №5

Оцените с использованием ФГМ возможности геофизических методов, сформируйте комплекс методов, выделите основные, вспомогательные и детализационные методы, укажите их задачи.

Задание №6

Определите элементы методики геофизических работ, укажите ее особенности при размещении объекта в тектонических структурах и в зонах лиственитизации, последовательность применения методов, ожидаемые результаты.

Практическое занятие №5.

Определение комплекса геофизических методов при поисках и разведке медно-скарновых месторождений.

Общее задание. Определить и обосновать комплексы геофизических методов на стадиях и подстадиях:

1) Геологосъемочные работы (крупномасштабные геокартирование) и общие поиски (масштаб 1:50000-1:25000)

2) Крупномасштабные поиски (масштаб 1:50000-1:25000)

3) Детальные поиски (1:10000)

4) Поисково-оценочные работы (1:10000-1:5000)

5) Предварительная разведка (1:5000-1:2000)

6) Детальная разведка (1:2000-1:1000)

Условия залегания:

1) Открытые районы, рудные объекты вскрыты эрозионным срезом или перекрыты рыхлым покровом от 1-2 до 10-15

2) Полузакрытые и закрытые районы, рудные объекты перекрыты рыхлым покровом от 15-20 до 50м

3) Открытые районы, рудные объекты в слепом залегании на глубинах до 100м

4) Открытые и закрытые районы, рудные объекты в слепом залегании на глубинах свыше 100м (до 500 м и более)

Геологические предпосылки. Медно-магнетитовые месторождения скарнового типа расположены в пределах карбоновой мульды. Мульда сложена преимущественно осадочными отложениями, в меньшей мере распространены эффузивы и их туфы. Центральная часть мульды прорвана крупными интрузивными массивами, представленные кварцевыми диоритами, гранодиоритами и гранитами и огромным количеством даек. Строение мульды осложнено антиклинальными седлообразными перегибами тектоническими нарушениями.

Оруденение тяготеет к скарновым полям, образовавшимся вследствие активного воздействия интрузий на вмещающие породы. Скарновые тела- пластообразные , реже в виде линз и длинных лент в контакте интрузивных пород с известняками. Из вторичных изменений проявлены также графитизация и пиритизация рудовмещающих пород. Наиболее интенсивная минерализация отмечена на участках антиклинальных перегибов, где породы несут интенсивную трещиноватость и сильно раздроблены. Оруденение приурочено к трещинам и зонам дробления в них. Рудовмещающие породы известняки и роговики. Рудные залежи имеют неправильную форму, определяемую сложной системой тектонических трещин. Образуются также жилообразные, линзообразные и штокверковые зоны.

Основными рудными минералами являются халькопирит, пирротин, пирит и магнетит. Вскрытым эрозионным срезом или близ поверхностного залегания месторождениям и рудным залежам отвечают отчетливые ореолы рассеяния меди с содержанием металла в делювии 0,03-0,1%. Медь в богатых ореолах сопровождается молибденом, кобальтом, висмутом и другими элементами. Большинство ореолов рассеяния приурочено к экзоконтакту интрузий гранодиоритов и, как правило, соответствует медной минерализации в коренных породах. В разрезе присутствует титано-магнетитовые песчаники. Мощность рыхлого покрова в районе изменяется от 0 до 50м.

Задание №1. Сформируйте и опишите геологическую модель рудного объекта (рудного района, рудного поля, рудного месторождения, рудной залежи), подлежащего изучению на выбранной стадии.

Задание №2. Определите цель геофизических работ, их основные геологические задачи при изучении объекта.

Физические предпосылки. Плотностные характеристики:

Интрузивные образования (гранитоиды) 2,5- 2.6 г/см3; вмещающие их вулканогенно-осадочные образования – 2,6-2,7 г/см3; скарны – 2,85-3.12 г/см3, массивные медно-магнетитовые руды- 3,9-4,6 г/см3, прожилково-вкрапленные руды – 3,5-3,8 г/см3. Плотность образований рыхлого покрова 2,1-2,2 г/см3.

Магнитная восприимчивость гранитоидов изменяется в пределах (50-1000)*10-5; гранитов-(50-150)*10-5; кварцевых диоритов – (200-300)*10-5; гранодиоритов-(500-1000)*10-5. Песчаники, известняки, роговики образования рыхлого покрова имеют χ в пределах(0-50)*10-5, скарновые образования- (100-н*1000)*10-5. Наиболее магнитными, благодаря присутствию магнетита, являются руды, которых в зависимости от содержания последнего изменяется в пределах (100-н*100)*10-5.

Массивные руды, содержащие в большом количестве пирит и пирротин имеют УЭС в пределах 0,01-1 Ом*м; прожилково-вкрапленные – 10-20 ом*м. У гранитоидов этот пример имеет значения n*1000-n*10000 Ом*м; у песчаников и эффузивов – n*100-1000 Ом*м. У роговиков и известняков – 1000-n*1000 Ом*м, у рыхлых образований покрова – 10-20 Ом*м.

Поляризуемость руд η=15+25%, вмещающих пород-4+5%. Скорость распространения упругих волн в гранитоидах 4800-5200 м/с, в вулканогенно-осадочных породах 5500-6200 м/с. Отражения отмечены в разрезе осадочных образований, на пологих контактах интрузий с вмещающими образованиями, в зоне тектонических нарушений (при их наклоне не более 30-40%).

Задание №3. Сформируйте и опишите петрофизическую модель рудного объекта, выбранного для изучения.

Задание №4. Сформируйте и опишите модель геофизических полей (рассчитанных или наблюденных), характерных для объекта изучения при заданных условиях его залегания.

Задание №5. Разработайте обобщенную физико-геологическую модель объекта. Опишите какие помехи (геологические, физические, геоморфологические, промышленные) ожидаются при изучении рудного объекта.

Задание №6. Выполните оценку возможностей геофизических методов на выбранной стадии изучения, определите и обоснуйте состав комплекса геофизических методов и сопровождающих их геологических и геохимических видов работ, подразделите методы на основные, вспомогательные и детализационные.

Задание №7. Укажите задачи, решаемые каждым из методов, основные элементы методики их применения; определите последовательность выполнения работ; дайте прогноз ожидаемых результатов работ.

Практическое занятие №6.

Определение комплекса геофизических методов при поисках и разведке месторождений никеля силикатного типа

Общее задание. Определить и обосновать комплексы геофизических методов на следующих стадиях:

1) Геологосъемочные работы (крупномасштабное геокартирование) с общими поисками (масштаб 1:50000)

2) Поисковые работы (масштаб 1:25000)

3) Поисково-оценочные работы (масштаб 1:10000 – 1:5000)

Условия залегания :

Проузакрытые районы, рудные обьекты перекрыты рыхлыми покровом мощность от 1 – 2 м до 10 – 15 м :

Закрытые районы, рудные обьекты перекрыты рыхлым покровом мощность от 15 до 50 м.

Геологические предпосылки. Месторождения приурочены к коре выветривания пород ультраосновного состава. Состав корнотронитовый. Благоприятными для сохранения продуктивной коры выветривания является депрессивные зоны в кровле складчатого фундамента ,повышенная мощность кор выветривания и перекрывающих ее отложений. Форма залежей : плащеобразная или площадного типа с большими запасами сравнительно бедных руд; линейно вытянутая или трещинная с богатыми рудами ; контактово-карстовая с линзами и гнездами богатых руд в контакте известняков и серпентинитов . Руды представлены охрами, гидрохлоритовыми оторочками даек в зонах трещиноватости, придайковыми нонтромито-магнетито - марганцевыми породами. Среднее содержание : в охрах никеля – 0.7 – 0,8 %; кобальта -0,1 % ;в нонтронитах никеля около 1 %; кобальта – сотые доли процента .

Физические предпосылки. Магнитная восприимчивость ультраосновных пород, по которым образовались коры выветривания составляет (6300-19000) * 10 в пятой степени. Охры , содержащие магнитный минерал- магтемит , обладает высокой магнитностью (до 12500 * 10 в минус пятой степени)

Плотность ультраосновных пород изменяется от 2.8 до 3.2 г/см в кубе, избыточная их плотность по отношению к вмещающим образованиям 0,2-0,6 см в кубе ;силикатные никелевые руды по сравнению с материнскими и вмещающими породами обладают недостатком плотности от -0,3 до -0,6 г/см в кубе.

Удельное электрическое сопротивление никеленосной коры выветривания имеет низкие значения – единицы , десятки и реже сотни ом – метров, в отличие от материнских и вмещающих пород, обладающих более высоким сопротивлением. Так, значения сопротивления нонтронитов от 2 до 150 ом*м , у охр и охриотых образований 10 – 100 Ом*м, у выщелоченных серпентенитов 14 – 40 Ом*м, у серпентенитов 100 – 300 Ом*м, у невыветреных ультраосновных пород 180 – 1000 Ом*м. В пределах кор выветревания могут быть встречены блоки с аномально высокими значениями поляризуемости.

Повышенная гамма – активность отвечает нонтронитам, в то время как у материнских пород она имеет низкие значения ; никелевым компонентам руд отвечает также аномальные значения излучения захвата тепловых нейтронов.

Геофизические поля :

Магнитное поле – интенсивные аномалии от 300 до 3500 нТл над интрузиями ультраосновного и основного состава (300 – 500 нТл над габбро и до 3500 нТл над перидотитами и пероксенитами) ; над рудными телами , сложены железистыми охрами (с богатым содержанием никеля , кобальта, железа) магнитные аномалии до 600 нТл и более ; вмещающие породы матеморфичесекого комплекса (сланцы, гнейсы, кварциты) фиксируются пониженным (до отрицательных значений) полями : осадочно – вулканогенной толщи с развитием эффузивного состава - мозаичным полем с знакопеременными аномалиями.

Гравитационное поле – локальные положительные аномалии (4 – 6 мГл и более) над телами гипербазитов и габброидов ; пониженные значния поля над вмещающими породами метаморфического комплекса и повышение поля над осадочно – вулканогенными толщами с основными эффузивами ; локальные минимумы гравитационного поля (до 2мГл) над впадинами в серпентинитах с силикатными рудами ;

Электрическое поле – пониженные значения сопротивления над участками с повышенной мощностью рыхлых отложений, заключающих образование кор выветривания трещинного типа; высокие значения сопротивления над плотными серпентинитами и вмещающими осадочно – эффузивныи образованиями ; аномалии ВП (до 15 % на фоне 2,0 – 2,5 %) над продуктивными корами, богатыми содержанием никеля, кобальта, железа ; проявлен определенной связи между продуктивностью коры и поляризуемости ее образований

Поле радиоактивности – повышенная гамма - активность над участками с промышленным содержанием нонтрита , пониженная гемма- активность над материнскими породами ультраосновного состава и вмещающими толщами с широким развитием эффузивного состава.

Геофизические поля тесно ассоциируются с вторичными ареолами рассеивания никеля и кобальта в делении : содержание никеля достигает 0,3 – 0,6 % и более.

Задание №1. Укажите цель работы. Определите целевой объект для выбранной стадии. Перечислите основные геологические задачи.

Задание №2. Сформируйте и опишите геологическую и петрофизическую модели рудного обьекта. (месторождения , залежи)

Задание №3.Представьте физико –геологическую модель объекта с геофизическими полями.

Задание №4.Произведите выбор комплекса, обоснуйте его , выделите основные, вспомогательные и детализационные методы.

Задание №5.Укажите задачи , применяемые каждым методом ; определите элементы методики и техники работы, последовательность применяемых методов, опишите ожидаемые результаты.

Практическое занятие №7.

Определение комплекса геофизических методов при поисках и разведке редкометальных кварцево-жильных месторождений

Общее задание. Разработать комплексы геофизических методов и сопровождающих их геологических и геофизических видов работ при:

1) Геолог-съёмочных работах и общих поисках (масштабов 1:50 000);
2) Крупно-масштабных поисках (масштаб 1:50000- 1:25000);
3) Детальных поисках (масштаб 1:1000 – 1:5000);
4) Поисково-оценочных работах (масштаб 1:5000 – 1: 2000);
5) Разведочных работах(масштаб 1:2000 – 1:1000)

Условия залегания:

а) открытые и полузакрытые районы, рудные объекты выходят на эрозионный срез, обнажены или перекрыты рыхлым покровом 1-10м;

б) открытые районы, рудные объекты в слепом залегании на глубинах от 10 до 100м;

в) закрытые районы, рудные объекты перекрыты рыхлым покровом – 15-50 м.

Геологические предпосылки. Месторождения представлены кварц-вольфрамитовыми, кварц-молибденитовыми, кварц-шеелитовыми жилами, прослеживаемыми по простиранию на сотни метров и километров, по падению –на первые сотни метров, при мощности до 0,5-1,0 м. Жилы размещены в грейзинизированных породах и контролируется нарушениями и разломами. Они совмещены с шток-верстками в над интрузивных зонах или залегают среди гранитных массивов , тяготея к зонам дальних экзо-контактов интрузии. Вмещающая среда – осадочно – эффузионные породы. Жилы и прожилки сложены кварцем, топазом, флюаритом, слюдой и сод. Вольфрам, гюбнерит, молибденит, шеелит висмутин, арсенопирит, пирротин и др. Руды крупнокристаллические. Содержание вольфрама в кварц вольфрамитовых жилах до 1-3 %,молибдена в кварц-молибденовых жилах до 0,5-0,1%.

Физические процессы. Физические свойства жильных образований зависят от присутствия сульфидов, магнетита и пирротина. Они тяготеют к слабомагнитным разновидностям гранитоидов. Рудовмещающие породы имеют слабо повышенную намагниченность ($\varkappa$ до $60*10^{-5}$); сами же рудные образования магнитных при наличие магнитных минералов ($\varkappa$до $500*10^{-5}$) и весьма слабомагнитными при их отсутствии ($\varkappa$ $15*10^{-5}$). Плотность: гранитоидов 2,55-2,60 г/см3, рудовмещающих породах неизменных 2,6-2,7 г/см3, изменённых 2,5-2,65 г/см3, рудных образований 2,67-2,69г/см3. Без сульфидные кварцевые жилы и гейзеры с вольфрамитом и касситеритом кварц-гюбнеритовые жилы обладают более значительным удельным электрическим сопротивлением (300-500 Ом*м), чем вмещающие породы (200-300 Ом*м), и повышенным пьезоэлектрическим эффектом. Поляризуемость прожилков вкрапленных медно-молибденовых руд 10-24%, в то время как у вмещающих породах она не превышает 6 %. Высокая проводимость и поляризуемость и поляризуемость соблюдается при наличии над индузиями гранитов.

Геофизические поля. Магнитное поле месторождений характеризуется аномальным проявлением интрузии гранитоидов, пониженной интенсивностью над измененными породами околорудного пространства, локальными линейными аномалиями интенсивностью до 800 нТл над магнитными жильными образованиями и отрицательными аномалиями над другими жилами. Гравитационное поле месторождений определяется наличием минимума над интрузиями, усиленного влияния измененных пород. В поле вторых производных гравитационных потенциала локальными минимумами отличается кварцевые жилы, тектонические нарушения. В электрических полях месторождения проявленные не однозначно. Им отвечают аномалии повышенности сопротивления, в случае слабой нерешённости и минерализованности, или повышенной проводимости и поляризуемости в случае интенсивной нерешённости и сульфидизации. Аномалия проводимости наблюдается так же над сульфидизированными гейзерами, а аномалии вызванной поляризации над зонами пиритизации. При благоприятной физико-химической обстановке наблюдается отрицательная аномалия естественного электрического поля.

Задание№1. Укажите назначение работ, целевой объект для выбранной стадии, основные геологические задачи, стоящие перед геофизическими работами.

Задание №2.Оформулируйте и опишите геологическую модель рудного объекта, укажите поисковые критерии и рудоконтролирующие факторы, использованные на выбранной стадии

Задание №3. Составьте и опишите петрофизическую модель геофизических полей объекта (детерминированную или вероятностно – статическую)

Задание №4.Сформулируйте ФГМ объекта, охарактеризуйте возможные естественные и искусственные помехи.

Задание №5. Выполните оценку возможностей геофизических методов при изучении рудного объекта и осуществите комплекс методов при изучение рудного объекта и осуществите выбор комплекса, укажите и обоснуйте альтернативные варианты комплексов.

Задание №6. Определите задачи каждого из методов, элементы методики , последовательность их применения , ожидаемые результаты.

Практическое занятие №8.

Определение комплексов геофизических методов при поисках и разведке месторождений корунда.

Общее задание. Разработайте комплексы геофизических методов при:

1) Крупномасштабных поисках (масштаб 1:50000-1:25000);

2) Детальных поисках масштаб 1:10000 – 1:5000);

3) Разведочных работах (масштаб 1:5000-1:2000)

Условия залегания:

А) открытые районы, рудные объекты выходит на эрозионный срез ,рыхлый покров от 0,5 до 5,0 м;

Б) полузакрытые районы ,рудные объекты в слепом залегании на глубинах до 100 м, рыхлый покров от 5 до 10-15м.

Геологические предпосылки .месторождение корунда относится к типу гидротермального во вторичных кварцитах . к промышленным рудам относится горные породы с содержанием корунда не менее 10-15 %: максимальные содержания 40-50% . Естественная смесь корунда с магнетитом , пиритом и другими минералами называется наждаком. Корунд имеет твердость 9, удельный вес 3,95 -4,40. Месторождение расположена в пределах массива вторичных кварцитов, который слагает крыло антиклинали с падением пород на юго-восток под углом 15-300.окаймляется массив интрузивными породами, представленными нормальными гранитами . Вторичные кварциты образовались по эффузивным, интрузивным и осадочным породам. Наиболее широко представлены монокварциты, серицитовые и серицито-кварцевые кварциты; реже встречаются алунитовые, серицит-андалузитовые и андалузитовые кварциты с пиритом ,гематитом и корундом. Корундовые залежи крутопадающие , как правило ,тяготеют к зонам разломов и представлены штоками, линзами и гнездами; их размеры в поперечнике от нескольких метров до 50-60м. руды по составу разделяются на корундово-андалузитовые и корунд-гематит-андалузитовые и независимо от состава сопровождаются вкрапленностью пирита. В пределах продуктивных кварцитов установлены повышенные содержания в делювий свинца, бария, молибдена и других элементов. Физические предпосылки . Безрудные вторичные кварциты месторождения характеризуется плотностью в среднем 2,67 г/см3. Серицит-кварцевые кварциты с андалузитом, являющиеся рудовмещающими ,имеют избыточную плотность порядка 0,2 г/см3, а корунд андалузитовые породы от 1,0 до 1,5 г/см3. Эффективная избыточная плотность рудных тел ,включая оторочку андалузитовых пород (мощностью от 1-2 до 10 м и более). Равна в среднем 0,6-0,8г/см3.наиболее плотными образованиями являются корундовые породы с включениями гематита и лимонита (3,8-4,0 г/см3) и корундово-гематитовые породы (4,0-4,2 г/см3) . Гравитационный эффект , рассчитанный для минимально промышленной залежи. Имеющей размеры вместе с андалузитовой оторочкой 60*60*60 м ,составляет 0,4 мГл

при ширине аномальной зоны 110м. наблюденные аномалии g над реальными рудными залежами достигают 0,6-0,7 мГл, а аномалии Wxz над залежами –(30-60) *10-9с-2.

Магнитная восприимчивость –æ вторичных кварцитов и руд не превышает 5*10-5 ; слабомагнитными являются только граниты, восприимчивость которых в среднем составляет 35*10-5. Вследствие этого магнитные поля над кварцитами имеют спокойный характер , а над гранитами –несколько повышенный. Руды и вмещающие их породы практически не радиоактивны и слабо дифференцированны по электрическому сопротивлению . Можно ожидать повышенную поляризуемость руд за счет присутствия пирита. Залежи наждака имеют избыточную плотность (до 1,13 г/см3) и повышенную магнитную восприимчивость , благодаря чему они отмечаются локальными максимумами силы тяжести и вертикальной составлющей магнитного поля .

У кварцитов повышенные значения пъезомодуля .

Задание № 1 Укажите полевой объект, подлежащий к изучению на выбранной стадий, геологические задачи стоящие перед геофизическим работами.

Задание №2 ; Составьте и опишите геологический модуль рудного объекта с учетом условий его залегания. Определите поисковый критерий.

Задание№3. Сформируйте и опишите петрофизическую модель рудного объекта; выберите петрофизические характеристики наиболее благоприятные для применение геофизических методов.

Задание№4. Составьте модель геофизический полей, определите степень физической контрастности и обьекта .

Задание №5. Разработайте физико-геологическую модель рудного объекта .опишите основные его геологические и геофизические признаки .Укажите возможные геологические и геоморфологические помехи.

Задание №6.Оцените возможности геофизических методов, определите состав комплекса, укажите геологические задачи каждого вида работ.

Задание№7 Охарактеризуйте элементы методики ,выберите рациональную последовательность применения методов ,укажите проверочные работы ожидаемого виды работы.

Практическое занятие №9.

Определение комплекса геофизических методов при поисках и разведке месторождений талька.

Общее задание. Разработайте комплексы геофизических методов при:

1) Крупномасштабных поисках (масштаб 1:50000 – 1:25000);

2) Поисково-оценочных работах (масштаб 1:10000 – 1:5000);

3) Разведочных работах (масштаб 1:5000 – 1:2000).

Условия залегания:

А) Открытые и полузакрытые районы, рудные объекты вскрыты эрозионным срезом, рыхлый покров от 1 до 10-15 метров;

Б) Открытые и полузакрытые районы, рудные объекты в слепом залегании на глубинах до 50-100 метров;

В) Закрытые районы, рудные объекты залегают под рыхлым покровом мощностью 20-50 метров;

Геологические предпосылки. Месторождение талька относят к гидротермальному типу. Образовывались по ультраосновным, интрузивным и эффузивным породам и серпентинитам и по магнезиальным карбонатным породам. Первые тяготеют к ультраосновным породам, преобразованным в серпентиниты и сланцы. Их последующее замещение тальком и карбонатами произошло под воздействием вод поступающих из магматического очага по разломам, зонам рассланцевания, трещиноватости. Рудные залежи имеют форму линзо- и жилообразных тел с длинной до 80-100 метров, при мощности от 2-3 до 10-40 метров. У залежей тальковых камней (содержание талька от 30 до 70%) размеры более значительные – длина 3-4км, мощность до 200-250 метров. Месторождения в магнезиальных карбонатных породах образовывались на контакте последних с интрузивными телами и дайками кислого состава или с осадочными или метаморфическими силикатными породами (песчаники, алевролиты, филлиты и др.) Их образование связывается с растворами, циркулирующими вдоль контактов и тектонических нарушений. Рудные залежи имеют форму линз, пласто- и жилообразных форм со следующими размерами: для талькитов (руды талька) длина 500м, мощность 10-15м, реже до 40-50 м, для талькитовых камней – длина до 1000м, мощность до 200 м. Парагенетическими тальку явл-ся минералы: в месторождениях 1-го типа – хлорид, биотит, магнезит, гематит, пирит, магнезит, амфибол и другие; в месторождениях 2-го типа – кварц, диопсит, актинолит, магнетит, гематит, графит, некоторые сульфиды, хлорит, серпентин.

Физические предпосылки. Талькиты практически немагнитны или очень слабо магнитны ($\varkappa$=(0+10)*10-5) в то время как у вмещающих их гипербазитов ($\varkappa$=7+10-2), у серпентенитов 40*10-2 серецит-кварцево-хлоритовых сланцев (12+120)*10-5, у доломитов 0, у алевроитов (3+700)*10-6 $\varkappa$и у гранитоидов – (60+360)*10-5. Удельное эл. Сопротивление талькитов может доходит до 1500 Ом*м; у вмещающих пород оно более высокое (от 10-3 до 10-6 Ом*м) за исключением серпентенитов (350-1000 Ом*м) и алевроллитов (20-1000 Ом*м). Плотность талькитов 2.55-2.69 г/см3, отдельные виды сланцев и доломитов. Плотности большинства вмещающих пород малоразличимы и перекрываются с ее значениями у талькитов. Наиболее низкие значения плотности характерны для серпентенитов и отдельных разновидностей алевролитов (1.70-2.54 г/см 3) и доломитов (1.90-2.55 г/см3).

Скорость распространения упругих волн изменяется у талькитов в интервале значений 4.6-5 км/с, а у вмещающих пород 0.9-1.5 до 6-7.7 км/с. Наиболее высокие значения у гипербазитов (7-7.7 км/с) наименьшее у отдельных разновидностей сланцев (4.4 до 5 км/с) и алевролитов (1.5-4 км/с).

По естественной радиоактивности среди всех образований рудных полей выделяются только гранитоиды, для которых характерен повышенный уровень радиоактивности (30-500 мкр/ч, против 7-15 мкр/ч).

Задание №1. Укажите цель работы, целевой объект (подлежащий изучению на выбранной стадии), геологической задачи (стоящие перед геофизическими работами стадий).

Задание №2. Составьте геологическую модель рудного объекта.

А) В ультраосновных породах

Б) В магнезиальных карбонатных породах; определите поисковые критерии.

Задание №3. Сформируйте петрофизическую модель и модель геофизических полей для апогипербазитовых и апокарбонатных объектов; укажите наиболее контрастные физические характеристики основных структурно-вещественных комплексов.

Задание №4. Разработайте физико-геологическую модель объекта. Определите и опишите основные геологические и геохимические, геофизические признаки рудного тела.

Задание №5. Оцените возможности методов и ограничения в их применении. Сформулируйте комплексы геофизических методов для каждого из указанных типов объектов.

Задание №6. Геологические задачи, решаемые каждым из методов. Элементы методики, последовательность применения методов. Ожидаемый результат.

Практическое занятие №10.

Определить комплекс геофизических методов при поиске и разведки месторождений барита.

Общее задание: Разработать комплекс геофизических методов.

1) Крупномасштабного картирования и поисковых работ (масштаб 1:50000 – 1:25000)

2) Детальных поисков и поисково-оценочных работ (масштаб 1:10000 – 1:5000)

3) Разведочных работ (масштаб 1:5000 – 1:1000)

Условия залегания месторождений и залежей.

1) Вскрытые эрозионным срезом или перекрыты рыхлым покровом мощностью от 1 до 10 метров;

2) Невскрытые эрозионным срезом, в слепом залегании на глубине до 50 метров, рыхлый покров незначительный;

3) Погребены под рыхлым покровом мощностью 10-20 метров;

Геологические предпосылки. Месторождение гидротермального генезиса, представлены жильными рудами. Типы баритовых руд – мономинеральные, кварц-баритовые, флюорид-баритовые, сульфидно-баритовые. Источник бария – магматический очаг или боковые породы, из которых он может быть выщелочен. Генетический барий связан с магматическими породами. Рудные тела 2-ух типов:

А) Возникшие при прямой кристаллизации барита из растворов в открытых полостях тектонической трещины (форма тел – правильные плитообразные и линзовидные жилы, длина по простиранию до 1-2 км., мощность от первых метров до десятков метров, глубина распространения – 10-ки – 100-ни метров);

Б) Образовавшиеся путем метасамотического замещения баритом карбонатных пород (форма тел неправильная, жилообразная, линзовидная и пластовая, размеры значительные)

Барит концентрируется главным образом в приповерхностных частях рудных тел, с глубиной увеличивается роль кварцев, флюарита, сульфидов. Баритовые метасамотические месторождения встречаются значительно реже, чем жилы выполнения. Барит встречается в крупно- и мелкозернистых агрегатах, в нем присутствует в виде посторонних примесей окислы железа и марганца. Месторождениям отвечают ореолы рассеивания элементов-индикаторов, в том числе баритовых ореолов, ореолов фтора.

Физические предпосылки. Минеральное образование барита практически немагнитные, высокоомные и обладают повышенной плотностью. Плотность барита 4.3-4.7 г/см 3, тогда, как у флюорита 2.8-3.2 г/см3 и у кварца 2.4-2.9 г/см 3. Вмещающие терригенные породы имеют плотность 2.5-2.7 г/см3, карбонатные 2.7-2.8 г/см 3. Баритизированные разности кварцита имеют плотности порядка 3-3.5 г/см 3, во вмещающих кварцитах она на 0.4-0.8 г/см 3 ниже.

Удельное эл. Сопротивление мономинеральных баритовых пород составляет 10 4 – 10 6 Ом*м и более; низкие его значения (h*10 Ом*м) у барит-сульфидных руд. Теригенные образования имеют электрическое сопротивление = h*100 Ом*м, карбонаты h*1000 Ом*м, кварциты h*100+h*1000 Ом*м.

Барит-сульфидные руды хорошо поляризуются (ήк=10+15)); аномалии ЕП могут достигать – 100 мВ и более. Руды барита преимущественно немагнитные ($\varkappa$=(0+10)*105)), исключение составляют только их разности, включающие примеси железа ($\varkappa$=(100+200)*10). Вмещающие породы немагнитные (карбонаты, кварциты) или слабомагнитные (терригенные породы).

Баритовые руды нерадиоактивные. Установлен эффект резкого понижения уровня интенсивности естественной радиоактивности над баритизированным горизонтом в сравнении с вмещающими породами. Отмечена также повышенная способность поглощения рудами гамма-квантов и их выделение по эффективному атомному номеру (Z эф.)

Задание №1. Укажите цель работ, задачи решаемые на выбранной стадии, сформируйте геологическую модель, определите поисковые критерии и признаки.

Задание №2. Разработайте и опишите петрофизическую модель, модель физического поля и обобщенную физико-геологическую модель объекта, определите геофизические признаки монобаритового и барит-сульфидного оруденения.

Задание №3. Оцените возможности геофизических методов на разные типы оруденения; обоснуйте комплекс методов, укажите геологические задачи, решаемые каждым из методов.

Задание №4. Выберите и опишите методику работ, определите последовательность применения геофизических методов, ожидаемые геологические результаты.

Практическое занятие №11.

Разработка комплексов геофизических методов для изучения кор выветривания пород складчатого фундамента.

Элементы и параметры подлежащие изучению: мощность и состав рыхлого покрова, положение в разрезе кор выветривания, площадь ее развития, суммарная и раздельная мощность рыхлых отложений и кор выветривания, их слоистость, условия залегания, состав коренных пород, наличие в разрезе многолетнемерзлых пород.

Задание № 1. Оформируйте геологические задачи, которые могут быть поставлены перед геофизическими работами.

Геологическая характеристика объекта исследований: рыхлый покров неоднороден, сложен глинистыми, песчано-глинистыми и песчаными отложениями; мощность рыхлого покрова – 10 (1-й вариант), 50 (2-ой вариант) и 200м (3 –й вариант); коры выветривания представлены тремя слоями- щебенкой, щебенисто-глинистыми и глинистыми образованиями; мощность кор выветривания- соответственно 1, 10, 50 м; рыхлый покров и кора выветривания залегают в виде покрова или выполняют погребенные долины и депрессии; в разрезе присутствуют (1-й вариант) или отсутствуют (2-ой вариант) многолетнемерзлые породы; в разрезе рыхлого покрова присутствуют водоносные и водоупорные горизонты, воды- пресные(1-й вариант) или минерализованные (2-й вариант); коры алюмосиликатных пород- продуктивны на бокситы (2-й вариант), коры ультраосновных пород- на силикатный никель(3-й вариант).

Задание №2. Сформируйте геологическую модель раздельно для каждого заданного варианта.

Петрофизическая характеристика объекта исследований: Удельное электрическое сопротивление рыхлого покрова глинистого состава составляет 2-3 Ом*м, песчаного – 50-200 Ом*м, галечников 500-2000 Ом*м, песчаных образований с пресными водами 100- 300 Ом*м; с минерализованными водами – 5-10 Ом*м; щебенистой коры 400- 1000 Ом*м, щебенисто-глинистой коры – 30-100Ом*м, глинистой коры – 10-15 Ом*м; коренных пород _ алюмосиликатных - 200-300 Ом*м, известняков – 2000-3000 Ом*м, ультраосновных – 5000-6000 Ом*м. Плотность образований рыхлого покрова 1,5-2,0 г/см3, коры выветривания – 1,7-2,3г/см3, коренных пород – 2,9- 3,0 г/см3 (ультраосновного состава). Магнитная восприимчивость образований рыхлого покрова – глинистых (3-5) *10¬(-5) (степень) , песчано-глинистых и песчаных – (10-20)* 10(-5) ; кор выветривания алюмосиликатных пород – (20-25)* 10(-5) , известняков – 0, пород ультраосновного состава – (700-1500)* 10(-5). Скорость распространения упругих волн в плотных глинах 2,0- 3,0 км/с, в песчано-глинистых отложениях – 2,0-2,7 км/с, в песках – 1,4-2,1 км/с.

Задание №3. Разработайте петрофизическую модель объекта.

Задание №4. Опишите характер ожидаемых геофизических полей.

Задание №5. Обоснуйте состав комплекса геофизических методов для изучения кор выветривания.

Задание №6. Укажите геологические задачи, решаемые каждым из методов, основные элементы методики (модификации, способы, масштаб, сеть, установки, точность), последовательность применил.

Задание №7. Ожидаемые результаты.

Практическое занятие №12.

Разработка комплекса Геофизических методов для изучения погребенных долин, выполненными аллювиальными отложениями.

Элементы погребенных долин , подлежащие изучению мощность и состав рыхлых образований, выполняющих структуры , контуры размеры морфология погребенных долин наличии в разрезе многолетнемерзлых пород, водоупоров и водоносных горизонтов глубина и условия залегания состав коренных пород складчатого фундамента.

Задание №1

Оформируйте геологические задачи, которые могут поставлены перед геофизическими работами. Геологическая характеристика объекта исследований: рыхлые образования представлены глинистыми, песчано-глинистыми и песчаными образованиями; плащеобразного рыхлого покрова 10(1 вариант), 50(2 вариант) и 100 м (3 вариант), в пределах погребенных долин соответственно15, 60 и 100м; долины представляют собой вытянутые, ветающиеся геоморфологические структуры, протяженность которых составляет первые км, ширина 300-500 м, борта долин осложнены продольными террасами, дно долины и в ее пределах русло осложнено локальными углублениями, по отношению к тектоническим структурам могут быть продольными и поперечными; в разрезе рыхлых отложений присутствует многолетнемерзлые породы (3 вариант), водоносные и водоупорные горизонты (1 и 2 вариант); складчатые основания сложены осадочными – известняки (1 вариант); метаморфическими – песчаники, сланцы(2 вариант) и магматическими гранитоидного состава (2 вариант) образованиями. В погребенной долине присутствует металлоносная россыпь (1 вариант).

Задание №2

Составьте геологическую модель погребенной долины раздельно для каждого варианта.

Петрографическая характеристика объекта исследований .

Удельно электрическое сопротивление; покровных отложений глинистых 3-5 Ом*м, песчаных сухих 200-300 Ом*м; с пресными водами 50-100 Ом*м; с минерализованными водами 5-6 Ом*м; галечников 300-500 Ом*м, многолетнемерзлых 2000-2500 Ом*м; коренных пород – известняков 1000-1500 Ом*м, песчаников и сланцев 300-350 Ом*м, гранитов 3000-4000 Ом*м.

Плотность покровных отложений – глинистых 1,9-2,0 г/см3, песчаных – 1,5-1,6 г/см3, галечников – 1,7-1,8 г/см3, коренных пород – известняков 2,7 г/см3, песчаников и сланцев 2,5-2,6 г/см3, гранитов 2,4-2,5 г/см3.

Магнитная восприимчивость: покровных отложений – глинистых (10-15)*105, песчаных – (20-30)*105, галечников (50-60)*105, коренных пород – известняков – 0, песчаников –(100-150)*105, сланцев –(50-100)*105, гранитов –(300-500)*105; образований металлоносных россыпей (125-500)*105.

Упругие свойства; покровных отложений – глинистых 2,5-3,0 км/с, песчаных 2,0-2,5 км/с, галечников 2,2-2,6 км/с; коренных пород – известняков 5,6-6, км/с, песчаников 4,5-4,8 км/с, сланцев 4,8-5,0 км/с.

Радиоактивность металлоносных россыпей – повышенная.

Задание №3

Сформируйте петрофизическую модель объекта.

Задание №4

Определите модель геофизических полей объекта.

Задание №5

Обоснуйте комплекс геофизичеких методов для выявление и изучения объекта.

Задание №6

Укажите задачи решаемые каждые из методов для выбранного комплекса.

Задание№7

Определите основные элементы методики работ и последовательность их выполнения.

Практическое занятие №13.

Определение комплекса геофизических методов при поисках и изучении нефтеперспктивных, солянокупольных структур.

Общее задание. Определить и обосновать комплексы геофизических методов:

1 При региональном геологическом изучении солянокупольных областей (масштаб 1:10000-1:20000);

2 При поисках соляных куполов и их предварительном исследовании (масштаб 1:20000-1:10000)

3 При изучении солянокупольных структур определение их морфологии и пространственного положения(Масштаб1: 100000 – 1:50000)

4 При подготовке структур к глубокому разведочному бурению(масштаб1:50000-1:25000)

Условия залегания структур:

1. В бортовых частях солянокупольных областей;
2. В центральных частях солянокупольных областей
3. При близповерхности залегания соляного купола (h до500м)
4. При глубоком залегании соляного купола (h более 500м)

Геологические предпосылки. Солянокупольные структуры образовались в результате взаимодействия соли с вмещающими терригенными породами. Соленосные отложения накапливается в отрицательных структурах геосинклинальных и платформенных областей. В их составе преобладает каменная соль, обладающая повышенной пластичностью. В результате напряжений появляется пластические деформации и разрывы, что приводит к образованию сложенных штокообразных соляных тел, прорывающих или смещающих вышележащие образования в куполовидные структуры. Протяженность таких структур может быть от нескольких километров до первых десятков километров, амплитуда – многие сотни метров, углы наклона – десятки градусов.

В районе развития солянокупольных структур выделяют несколько структурных этажей: верхний- слабо дислоцированный отложения, средний- сильно дислоцированные отложения и прорывающие их купола , нижний- подсолевые отложения, перекрывающий кристаллический фундамент.

Солянокупольные структуры имеют сложное строение. Ядро структуры сложено солью, крылья структуры – терригенными образованиями: песчаниками, известняками, доломитами. Залежи приурочены к краевым частям куполов или экранированы многочисленными сбросами. Однако на каждый купол имеет залежи.

Физические предпосылки. Плотность каменной соли , как правило , меньше плотности вмещающих пород: (соль-2.15-2.20 г/см3, песчаник – 2.1-2.5 г/см3, известняк -2.4 -2.7 г/см3, глина- 2.1-2.4 г/см3. С увеличением глубины залегания перепад плотности возрастает. Соль ввиду своей пластичности с глубиной практически не уплотняется. Соляным куполам отвечают локальные минимумы силы тяжести интенсивностью до 10-20 мгал и более.

Форма аномалий близка к изометричной.

Наблюдается значительная дифференциация по своим упругим свойствам : каменная соль-4.5-5.2км/с, известняк- 3.5-6.0 км/с, глина- 1.7-2.8 км/с , песчаник -2.5- 4.0 км/с. Перепад упругих свойств между солью и вмещающими породами нередко достигает 1.5-2.0 км/с.

Имеется также дифференциация соли и вмещающих пород по электрическим свойствам. УЭС соли 70-100Ом*м, песчаников h*10-103Ом*М.

Методы структурной электроразведки могут быть применены при изучении спокойных форм рельефа соли, при определении глубины залегания кристаллического фундамента и изучении его рельефа.

Дополнительные условия: рельеф местности - равнинный.

Задание№1 Укажите цель работ, объект подлежащий изучению, стадию исследований, задачи, стоящие пред геофизическими работами данной стадии.

Задание№2 Сформулируйте геологическую модель объекта, опишите ее основные геологические характеристики. Определите поисковые характеристики и его геологические признаки.

Задание№3 Составьте петрофизическую модель объекта, укажите изменение физических параметров в вертикальном разрезе. Опишите модель геофизического поля, выделите опорные геосейсмические и геоэлектрические границы разреза, укажите геофизические признаки оюъекта.

Задание№ 4 Сформируйте и опишите сводную физико-геологическую модель объекта, оцените на ее основе возможности геофизических методов, определите комплекс методов. Укажите альтернативные варианты комплкса.

Задание №5 Определите геологические задачи , решаемые каждым из методов комплекса, обоснуйте основные элементы методики, последовательность применения методов.

Задание№6 Укажите какие результативные карты будут построенные по геофизическим материалам, на основании будут выбраны места заложения глубоких поисково –разведочных скважин.

Практическое занятие №14.

Комплексная интерпретация геофизических материалов при региональном изучении рудных районов поисках и разведки рудных месторождений.

Общее задание: Выполнить комплексную интерпретацию геофизических материалов :

При региональном глубинном геологическом изучении (масштаб 1:000000-1:500000);При средне –(масштаб 1:200000), крупномасштабном (масштаб 1:50000) и детальном (масштаб 1:10000-1:5000) геологическом картировании рудных районов , рудных полей и

месторождений;При крупномасштабных (1:50000-1:25000) и детальных (масштаб 1:10000-1:5000) поисках рудных месторождений и поисково-оценочных работах (масштаб 1:5000-1:2000); При предварительной и детальной разведке и до разведки месторождений металлических и не металлических руд; При гидрогеологических и инженерно-геологических изысканиях.

Основные этапы и операции выполнения работы.

1.Определить соответствие материалов, вовлекаемы в интерпретацию , требованиям по их полноте к качеству. Полнота обусловлена охватом данных всех видов работ комплекса; качество исходных материалов оценивается в соответствии с действующими инструкциями.

2.Подобрать соответствующие геологические материалы предшествующих работ и составить прогнозную геологическую модель объекта (двухмерную или объемную) с отражением основных геологических элементов, наиболее характерных для объекта данного класса.

3.Собрать и обобщить сведения о физ. свойствах пород и руд с условием обеспечения их должной представительности (достаточный объем определения по каждой разновидности пород, привязка образований к стратиграфическому уровню, определение связи изменений свойств пород с различными вторичными процессами) и достоверности (качество, современный технический уровень, соответствие техническим требованиям).

4.Сформировать прогнозную физико-геологическую модель объекта, основываясь на сведениях о прогнозной геологической модели и данных о физических свойствах и ожидаемых геофизических полях.

5.Выделить по каждому методу основные типы геофизических полей, выполнить районирование территорий по особенностям проявления геофизического поля (аномальные поля , поля «фонового» типа или близкие к нормальному, но имеющие отличия в маро- или микроструктуре, уровне интенсивности , динамике проявления). Выяснить геологическую природу каждого типа поля и осуществить районирование площади по геолого- геофизическим условиям.

6.Выделить аномалию по каждому методу , в том числе близких к уровню помех, для последующего изучения и количественных расчетов . Установить геологические связи аномалии в приделах каждого элемента районирования ; Классифицировать их по геологической природе, районировать по размерам , интенсивности, морфологии; дифференцировать по вероятности связи с искомыми объектами на перспективные и не перспективные.

7.Выполнить количественную интерпретацию наиболее интересных и перспективных аномалий каждого метода с применением комплекса способов: исходящих из единых представлений о модели комплекса и источника ;независимых и взаимно заполняющих друг друга ; использующих как двухмерную так и трехмерную идеализацию источника: реализуемых по одному и одновременно по двум полям; отличающихся по разрешающей способноститрудоёмкости и точности расчетов.

8.Выполнить совокупный анализ и синтез методных материалов путем выделения, сравнения и группирования аномальных эффектов равных методов от основных элементов строения объекта. Установить совпадения и несовпадения решений, выделить достоверные элементы

модели объекта по данным нескольких методов и предполагаемые эле¬менты по одномуиз методов.

9.Применить способ аналогий и сравнений для выяснения с некоторой степенью вероятности природы несовпадений и принятие решения о геологической приуроченности однометодных аномальных эффектов.

10.Выполнить оценку корреляционной связи физических полей; выяснить наличие связи между различный физическими свойствами и параметрами геологических образований; уточнить районирова¬ние территории по совокупности геофизических полей (по статичес¬ким характеристикам, комплексным параметрам и т.п.).

11.Изучить корреляционные связи между физическими полями и параметрами объектов (размерами, глубиной залегания, морфоло¬гией и другими). Использовать индикаторы, мультипликативные и комплексные параметры. Выполнить определенно интересующих эле¬ментов залегания и параметров объекта.

12.Произвести оценку природы геофизических аномалий: выя¬вить петрофизические границы аномалиеобразующих объектов; изу¬чить корреляционные связи физических свойств и параметров о петро- физическим и минералогическим составом геологических образова¬ний; определить с применением статистических методов физические свойства петрофизических комплексов.

13.Произвести метасоматическое моделирование аномальных объектов, путем решения прямых задач, рассчитывая аномалии при разных соотношениях физических свойств объекта и его вменяющей среды, при различных размерах, глубинах залегания, морфологиии элементах залегания. Сформировать объемную математическую модель объект и оценить ее адекватность геологическим границам.

14. Составить физико-геологическую модель объекта: выпол¬нить увязку частных петрофизических моделей и моделей геофизических полей; осуществить формирование разрезов, погоризонтных планов, различных проекций, отображающих объемное геологическое строение.

Примечание: выбор операций комплексной интерпретации осуществляется в зависимости от стадии работ, типа изучаемого объекта, наличия и характера априорной информации.

Ожидаемые результаты и материалы

1.По отдельным физическим полям: планы, карты по составляющим (локальным, региональным) разного порядка физических полей; планы, карты объемных полей, составленных по наблюдениям на различных уровнях и высотах или с использованием трансформаций; карты распределения поля в вертикальной плоскости с предварительной оценкой пространственного положения к морфологии аномалиеобразущих объектов; карты районирования каждого физического поля с выделенными однородными по статическим характеристикам областями.

2.По комплексу физических полей: карты районирования по совокупности физических полей с выделенными областями, характеризующимся однородной их структурой; разрезы, карты, отражающие приближенное распределение аномалиеобразующих объектов по глубине залегания

и морфологию их верхних кромок; разрезы, таблицы, вариограммы, описывающие дифференциацию геологических (петрофизических) разностей по физическим свойствам; разрезы, по горизонтальные планы, характеризующие контуры распределения выделенных петрофизических объектов и объемное геологическое строение; физико-геологические модели типизированных рудных районов, полей, месторождений, залежей; таблицы информативных признаков; прогнозные карты и разрезы.

Примечание: при выполнении работы выбираются материалы, которые наиболее полно характеризуют исследуемый объект.

Практическое занятие №15.
Комплексирование геофизических методов исследования скважин

Общее задание:
Определить и обосновать комплекс ГИС.

Индивидуальные задания:
1. Комплексирование ГИС для литорасчленения при разведке месторождении нефти и газа. Песчано-глинистый разрез.
2. Комплексирование ГИС для литорасчленения при разведке месторождении нефти и газа. Карбонатный разрез.
3. Комплексирование ГИС для определения пористости коллекторов нефти и газа.
4. Комплексирование ГИС для определения нефтегазонасыщености коллекторов нефти и газа
5. Комплексирование ГИС для определения проницаемости коллекторов нефти и газа
6. Комплексирование ГИС для определения положения ВНК и газожидкостного контактов
7. Комплекс ГИС для изучения процессов вытеснения нефти водой
8. Комплексирование ГИС для определения границ водоносных горизонтов при разведке подземных вод
9. Комплекс ГИС определения фильтрации подземных вод
10. Комплекс ГИС для оценки минерализации подземных вод
11. Комплекс ГИС для определения элементов динамики подземных вод
12. Комплекс ГИС при разведке месторождении железных руд
13. Комплекс ГИС при разведке месторождении марганца
14. Комплекс ГИС при разведке месторождении хрома
15. Комплекс ГИС при разведке месторождении меди
16. Комплекс ГИС при разведке месторождении свинца и цинка
17. Комплекс ГИС при разведке месторождении алюминия
18. Комплекс ГИС при разведке месторождении бериллия
19. Комплекс ГИС при разведке месторождении калия
20. Комплекс ГИС при разведке месторождении бора