

# МАТЕРИАЛЫ УРАЛЬСКОЙ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОЙ ДЕКАДЫ

9-18 апреля 2007 г.

ГЕОЛОГИЯ, ГЕОФИЗИКА И ГЕОЭКОЛОГИЯ

## ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЗИМНЕЙ СВИТЫ БОВАНЕНКОВСКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*ЧЕСКИДОВ В. А.*

ОАО “Ямалгеофизика”, г. Лабытнанги

В пределах Ямальского п-ова ниже-среднеюрские отложения представлены морскими и прибрежно-морскими отложениями большехетской серии, в составе которой выделяются пять региональных резервуаров (зимний, ниже-, верхнеджангодский, вымский, малышевский) и последовательно перекрывающие их глинистые экраны (левинский, среднеджангодский, лайдинский, леонтьевский). Самыми древними вскрытыми осадками осадочного чехла на Бованенковской площади являются базальные разности зимнего горизонта плинсбахского возраста, с угловым и стратиграфическим несогласием залегающие на доюрском основании.

Предполагается, что к зимней свите могут быть приурочены резервуары с хорошими фильтрационно-емкостными свойствами. Этому способствует краевое расположение резервуара на борту геттанг-раннеплинсбахского осадочного бассейна, т. е. району полного выклинивания отражающих горизонтов, контролирующих данную толщу. Во время накопления отложений зимней свиты на севере Западной Сибири формировался шельфовый комплекс песчано-алевритовых осадков с прослоями гравийно-галечных турбидитов [Сурков и др., 1998]. Относительно высокий рельеф и низкий уровень моря того времени препятствовали широкому развитию приморских обстановок типа дельтовых платформ и прибрежных равнин. Речные системы имели слабо развитые долины и формировали в основном речной аллювий, а большой объем терригенного материала разгружался в палеодепрессиях.

Погруженная область на востоке Бованенковской площади генетически связана с надрифтовой впадиной, образовавшейся над Ямальским грабен-рифтом. На ранней стадии развития осадочного чехла с данным видом структур древнего рельефа связываются основные перспективы на обнаружение коллекторов. С востока на запад изучаемой территории происходит постепенное выклинивание геттанг-синемюрских отложений нижней юры по типу трансгрессивного налегания, которое фиксирует процесс последовательного расширения бассейна раннеюрской седиментации. Граница полного выклинивания отложений зимней свиты имеет сложную конфигурацию и связана с положением древней береговой линии седиментационного бассейна в раннеплинсбахское время. Наряду со сложной конфигурацией береговой линии необходимо отметить и неоднородность палеорельефа, который был сформирован к началу накопления осадков осадочного чехла.

Диагностирующим признаком на сейсмических разрезах зимнего резервуара являются несогласия типа налегания отражающей волны на поверхность фундамента, контролируемой отражающим горизонтом А. В связи с этим задача районирования зимней свиты сводится к картированию этих несогласий с помощью немногочисленных данных бурения.

Осадки зимней свиты на изучаемой территории также могли аккумулироваться в отрицательных формах палеорельефа доюрского основания, расположенных к западу от региональной линии выклинивания зимнего горизонта. Палеовпадины, выделяющиеся в структурном плане палеозойского фундамента, можно рассматривать как седиментационные изолированные бассейны, в которых шло накопление возможно грубообломочного материала. Основным источником терригенных осадков служили возвышенные участки местности палеозойского основания.

По аналогии с месторождениями Краснотенинского свода значительный поисковый интерес представляют структуры с характерным врезом в подстилающей субстрат. Данные тела образовывались в результате деятельности временных и постоянных палеодренажных систем и характеризуются вследствие этого повышенной концентрацией

песчаников, обладающих высокими коллекторскими свойствами. Вышеупомянутые особенности развития зимней свиты на Бованенковской площади позволяют выделить следующие нефтегазоперспективные объекты:

- 1) структурно-литологические ловушки выклинивания нижних горизонтов чехла, приуроченные к восточному склону Бованенковского поднятия;
- 2) палеодепрессии на участках повышенной мощности нижнеюрских отложений;
- 3) эрозионные врезы, осложняющие склоны положительных структур доюрского основания

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Девятов В. П., Смирнов Л. В., Сурков В. С., Сысолова Г. Г. Палеогеография и седиментогенез ранней и средней юры Западно-Сибирской равнины // Горные ведомости. 2005. – № 5. – С. 66-81.
2. Сурков В. С., Казаков А. М., Девятов В. П. и др. Перспективы ниже-среднеюрских отложений Ямало-Ненецкого автономного округа // Геология нефти и газа. – 1998. – № 11. – С. 8-20.

### ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ Г. САЛЕХАРДА

*ТАКТУЕВ Е. М.*

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Одним из главных факторов, определяющих особенности инженерно-геологических условий на территории г. Салехарда и в его окрестностях, является распространение многолетнемерзлых пород (ММП) и развитие опасных экзогенных геологических процессов.

Мощность и строение ММП определила история геологического развития территории, которую можно охарактеризовать как чередование этапов промерзания и оттаивания.

В пределах исследуемой территории выделяют ММП одно- и двухслойного строения, а также таликовые зоны сквозного и несквозного характера.

Однослойные мерзлые толщи развиты в пределах всех геоморфологических уровней. Занимают большую часть района исследований и фиксируются на западе вдоль побережья рек Обь и Полуй. Кровля ММП залегает с поверхности либо опущена до глубин 2-10 м.

ММП двухслойного строения занимают центральную часть площади и протягиваются в виде узкой полосы вдоль р. Оби с севера на юг, а также образуют отдельные фрагменты в юго-восточной части площади. Кровля верхнего слоя ММП двухслойного строения залегает с поверхности либо опущена до глубин 2-10 м. Мощность верхнего слоя меняется от 11,0 до 50,0 м.

Талые породы можно подразделить на два подтипа: I – сквозной талик, приуроченный к руслу и части поймы р. Обь. Кровля ММП здесь либо залегает с поверхности, либо опущена до глубин 2-10 м; II – несквозные подрусовые талики малых рек и щелевидные талые зоны водораздельной части. Было установлено, что под реками Васьеган и Шайтанка сформированы подрусовые талики несквозного характера. Такие талики характеризуются небольшой шириной, ограниченной, как правило, руслом рек. Мощность талых пород составляет от 80 до 90 м.

Повсеместно развито сезонное оттаивание пород. Одним из факторов влияния на его глубину является литологический состав горных пород. Установлено, что максимальные глубины сезонного оттаивания характерны для крупнозернистых пород, минимальные – для органоминеральных.

Наличие ММП предопределило развитие ряда опасных процессов, таких как заболачивание, термокарст, морозное пучение и т. д. В связи с этим возникают проблемы при строительстве и эксплуатации инженерных сооружений, происходит подтопление зданий, образование наледей, трещинообразование стен и несущих конструкций, а также выпучивание свай.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Геокриологические опасности. Тематический том./ Под ред. Л. С. Гарагуля, Э. Д. Ершова. – М.: Изд. фирма “КРЮК”, 2000. – 316 с.
2. Ершов Э. Д. Общая геокриология. – М.: Изд-во МГУ, 2002.

## ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА И ПРОБЛЕМЫ ГОРОДОВ В УСЛОВИЯХ КРИОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

ЖДАНОВ Д. В.

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

В данной теме я хочу сравнить инженерно-геологические особенности строительства г. Салехард и г. Надым. Так как данные города в последнее время интенсивно развиваются, на их примере можно рассмотреть различные условия развития криогенных процессов и проблемы, возникающие при строительстве сооружений.

В течение четвертичного периода мерзлые толщи Западной Сибири под влиянием различных факторов были весьма динамичны и подвергались неоднократной перестройке, следы которой запечатлены в их современном облике и состоянии. Мощность и строение криолитозоны характеризуются своими особенностями. Это прежде всего двухслойное строение мерзлых толщ к югу от Полярного круга, где мерзлая толща расчленена тальми породами на два слоя. На основании изучения палеогеографии и современной геокриологической обстановки историю многолетнего промерзания горных пород на этой территории можно разделить на 4 этапа:

I этап: начало четвертичного периода – первая половина верхнего плейстоцена;

II этап: вторая половина верхнего плейстоцена – нижний голоцен;

III этап: средний голоцен (климатический оптимум);

IV этап: верхний голоцен – настоящее время.

В пределах Салехардской площади все процессы делятся на 4 группы: собственно криогенные; флювиальные, эрозионные и водно-балансовые; гравитационные и эоловые.

К криогенным условиям в окрестности г. Салехард относятся: широко развитые толщи многолетнемерзлых пород, морозное пучение, сезонное промерзание и оттаивание, температурный режим многолетнемерзлых пород и воздействие сооружений на характер мерзлотных процессов и другие процессы. Одной из самых главных проблем г. Салехард является овражная эрозия. Изучаемая территория является примером проявления причин и условий образования оврагов в криолитозоне, к которым относятся: климатические особенности (количество выпадающих атмосферных осадков превышает испарение); направленный поверхностный сток дождевых и паводковых вод в условиях Обь-Полуйского водораздела; сплошное распространение рыхлых легкоразмываемых пород; нарушение растительного покрова; наличие многолетней мерзлоты и т. д.

Из современных физико-геологических процессов в пределах г. Надым развито заболачивание с образованием низинных и переходных травяных и травянисто-моховых болот, низкобугристых и крупнобугристых торфяников, минеральных бугров пучения, термокарстовых озер; на склоновых участках развита солифлюкция и оврагообразование.

Породы, слагающие разрез надпойменных террас, представлены аллювиальными, аллювиально-эстуарными и зрелыми отложениями, которые часто перекрыты делювиально-солифлюкционными образованиями.

Городская территория относится к категории, условно благоприятной для инженерно-геологического освоения. Значительная заболоченность прилегающей площади, широко развитые бугры пучения, термокарстовые процессы обуславливают малую пригодность ее для массового строительства. Использование площади возможно лишь после проведения определенных подготовительных мероприятий. Большая часть г. Надыма находится на такой территории первой надпойменной террасы, где погребенная реликтовая мерзлая толща расчленена тальми породами. Инженерные сооружения построены на ленточных фундаментах. Многолетнее (свыше 30 лет) тепловое воздействие зданий и водонесущих коммуникаций привело к деградации мерзлых пород, неравномерной просадке зданий или деформации, или разрушению. Эти и многие другие причины необходимо учитывать при строительстве инженерных сооружений в условиях криогенных процессов.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Отчет по комплексной гидрогеологической, инженерно-геологической и геоэкологической съемке М 1:5000 листа Q-42-50-А (г. Салехард) // Грязнов О. Н., Абатурова И. В., Петрова И. Г., Стороженко Л. А. и др. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2004.

2. Отчет по комплексной гидрогеологической, инженерно-геологической и геоэкологической съемке М 1:5000 листа Q-42-50-А (г. Надым) // Грязнов О. Н., Абатурова И. В., Петрова И. Г., Стороженко Л. А. и др. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2004.

## ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ТРАЕКТОРИЙ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН ГИРОСКОПИЧЕСКИМ ИНКЛИНОМЕТРОМ ИГН 73/100-80

ШИНКАРЮК А. А.

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Непрерывный способ измерения гироскопическим инклинометром траектории скважин имеет ряд особенностей, на которых хотелось бы заострить внимание.

1. Начальная азимутальная ориентация происходит автономно на устье скважины при полной неподвижности скважинного прибора. Одновременно с самонастройкой на географический меридиан происходит калибровка нулевых сигналов датчиков и дрейфа гироскопа. С момента окончания этого процесса система “помнит” направление на истинный север до окончания замера. Специфика физического принципа предусматривает, что нескомпенсированное изменение дрейфа гироскопического датчика может вызывать накопление ошибки от времени в азимутальном направлении. Поэтому чем выше скорость движения по стволу скважины, а соответственно меньше время измерения, тем меньшая ошибка будет накоплена, при этом траектория скважины, измеренная на спуске, как правило, более истинная, чем на подъеме. Кроме этого, поскольку скважинный прибор имеет определенную тепловую инерцию, а изменение температуры естественно влияет на точность, то при относительно высокой скорости движения по стволу скважины максимальная температура внутри прибора набирается не на забое, а уже при подъеме, при этом разница окружающей температуры на забое и внутри прибора может достигать 15-25 °, что достаточно важно на глубоких и “горячих” скважинах. В этих условиях основная задача оператора – используя интерактивные возможности системы, не допустить дрейфа по азимуту. Поскольку координаты ствола скважины выдаются оператору в реальном масштабе времени, а на подъеме дополнительно выдается и расхождение с траекторией, измеренной на спуске, измерение траектории на подъеме служит оператору для самоконтроля, а величина расхождения на устье в метрах – как критерий качества измерения и профессионализма оператора.

2. Основной выходной информацией для гироинклинометра ИГН 73-100/80 является траектория, а не углы, как это принято в точечных приборах. Это связано с высокой скоростью движения по стволу и соответственно динамикой скважинного прибора при движении. Траектория строится по элементам матрицы ориентации, как и углы зенита и азимута. Поскольку в матрице ориентации отсутствуют элементы неопределенности при любых углах, в том числе и при “нулевом” зените, погрешности построения траектории в математическом смысле не зависят от величин углов. Поэтому основная погрешность гироинклинометра выражается не в виде погрешности измерения углов, а в расхождении по координатам с эталонной траекторией от пройденного пути. В части ошибок от инструментальных погрешностей некоторые из них минимизируются в результате непрерывного движения, а именно – при вращении прибора на каротажном кабеле. Поскольку измерение происходит непрерывно (без пропусков), построение траектории отличается от точечного. Информация выдается один раз в секунду, но эти данные – лишь усредненное значение за такт движения, поэтому каждое измерение лишь условно можно считать точкой. В данном случае перестраивать траекторию по углам с большим (10-20 м) фиксированным шагом по глубине неверно.

3. Регистрация и выдача результатов измерения. Во время начальной азимутальной ориентации (начальной выставки) и в процессе измерения скважины вся необходимая информация выводится на экран дисплея и фиксируется в файлах (каждую секунду 32 параметра от 2-х абонентов – канала глубины и скважинного прибора). Одновременно система собирает статистику по качеству (стабильности) начальной выставки и статистику по количеству измеренных скважин, статистику по общей наработке в диапазонах температур и др. Формат файлов первичного материала – 4-х байтный код с плавающей запятой. Графический экспресс-анализ позволяет оператору получить до 10-и графиков, характеризующих качество работы прибора и результаты измерения. Кроме этого оператор имеет возможность вывести в текстовый формат в виде таблиц любые параметры, зафиксированные при работе. Эти возможности предоставляет программное обеспечение, поддерживающее работу с аппаратурой.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что:

- измерения траектории осуществляются относительно географического меридиана в реальном масштабе времени;
- основным информационным замером считается измерение на спуске;
- измерение на подъеме используется для самоконтроля и оценки качества полученного материала;
- основной выходной информацией при замере является траектория;
- траектория строится от “нулевого” зенитного угла без потери точности;
- основная погрешность прибора определяется при полунатурном моделировании в реальном масштабе времени по согласованному типовому профилю скважины, с имитацией глубины на стенде;
- непрерывное (без пропусков) измерение позволяет построить траекторию наилучшим образом.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ГИРОИНКЛИНОМЕТРИИ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

ШИНКАРЮК А. А.

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Развитие кустового бурения, применяемого для освоения нефтяных месторождений Западной Сибири, предъявляет высокие требования к проводке нефтяной скважины в заданную точку в процессе бурения. С середины 60-х до конца 80-х годов прошлого века на месторождениях Западной Сибири при инклинометрических исследованиях скважин использовались магнитные инклинометры, обладавшие невысокой точностью и несовершенством. К тому же данный вид скважинных приборов предполагал регистрацию измерений зенитного угла и азимута вручную, оператором, что допускало возможность искажений данных замеров как ошибочно, так и сознательно.

Результатом таких измерений явилось то, что в 80 % скважин на отдельных месторождениях было отмечено несоответствие с проектными данными. Таким образом, скважины, формально попавшие в “круг” по проектным данным, фактически находятся иногда до 1500-2000 м в стороне от заданной проектной точки в сетке разбуривания месторождения. Основную погрешность в проводке скважин вносят измерения азимута наклона скважины, так как после спуска эксплуатационной колонны в скважину невозможен контроль азимута магнитным инклинометром.

Геологические модели месторождений, построенные с учетом вышеприведенных инклинометрических измерений, не могут претендовать на точность в отображении геологической обстановки региона. Основными проблемами при интерпретации геофизических исследований в нефтяных скважинах являются несоответствие реальным значениям абсолютных отметок кровли и подошвы нефтяного пласта и несоответствие геологических разрезов соседних скважин, что затрудняет корреляцию геологических данных и построение собственно геологической модели нефтяного месторождения.

Создание инклинометров нового типа высокой точности на основе гироскопического блока, независимого от влияния металлов на результаты измерений, позволяет исправить сложившуюся ситуацию и скорректировать уже имеющиеся геологические модели нефтяных месторождений.

Для этого необходимо произвести повторные инклинометрические замеры действующего фонда скважин гироскопическими инклинометрами, сравнить полученные результаты с имеющимся историческим материалом, затем произвести корректировку имеющейся модели. При невозможности глобального перемера всех имеющихся скважин возможен частичный, локальный перемер, или перемер отдельных скважин, выпадающих по геолого-геофизическим параметрам и измерениям из ряда соседних скважин. Для достоверности получаемой информации предпочтительнее максимально больший набор скважин с повторными измерениями.

Автор располагает базой данных более чем 3000 скважин, в которых были произведены повторные измерения при помощи гироскопического инклинометра. Из них порядка 500 скважин были перемерены автором лично. Измерения производились при помощи гироскопического непрерывного инклинометра ИГН-73-100/80 производства НПО “Темп-Авиа” (г. Арзамас).

Краткие технические данные аппаратуры (град.): диапазон измерений зенитного угла – 0-70; диапазон измерений азимута – 0-360; предел допустимой погрешности азимута – 1,5, в диапазоне зенитного угла – от 3 до 70, предел допустимой погрешности зенитного угла – 0,15.

Кроме того, в настоящее время создается программа, позволяющая произвести корреляцию данных инклинометрии с последующим графическим построением уточненной геологической модели месторождений. В качестве исходного материала используется первичная информация, полученная непосредственно при регистрации данных – файлы с расширением (\*.dat). Обработываемая и впоследствии коррелируемая группа скважин – до 100 шт. Результатом обработки является графическая модель месторождения в двух проекциях (план и профиль) и 3D-модель исследуемого участка месторождения.

Также результатом обработки являются десять параметров, получаемых после пересчета траектории скважины с любой степенью дискретности: глубина измерения (м); зенитный угол (град.); географический азимут (град.); горизонтальное смещение “север-юг” (м); горизонтальное смещение “восток-запад” (м); суммарное горизонтальное смещение (м); удлинение скважины (м); абсолютная глубина (м); дирекционный угол направления скважины (град.); интенсивность набора кривизны (град./м).

Так как в основе предлагаемого метода лежит непосредственное оперирование с наиболее значимыми данными продуктивных пластов – абсолютными отметками кровли и подошвы, построение новых моделей месторождений максимально облегчает увязку геолого-геофизических материалов соседних скважин, что позволяет наиболее полно и точно отразить реальное положение событий не только при получении общего представления о месторождении, но и улучшить качество мониторинга за месторождением в процессе его разработки на основе данных геофизических и гидродинамических исследований.



## АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОСАДКА ВОДОПОДГОТОВКИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

ТОМИН М. Н.

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Значительное количество осадков, поступающих в водоемы с водопроводных станций, тормозит, а иногда и полностью прекращает естественные биологические процессы водоема. Поэтому необходимо освобождение водоемов от осадков водоподготовки. Проблема дальнейшего использования осадка связана с его высокой влажностью, и как следствие – низкими показателями физико-механических свойств.

Установлено, что для улучшения водоотдачи необходимо полное медленное промораживание всего объема обрабатываемого осадка в естественных условиях.

Детальное изучение свойств осадков водоподготовки, динамики их изменения в связи с сезонным колебанием температурного режима необходимо, в первую очередь, для обоснования целесообразности использования осадков для рекультивации нарушенных земель.

Рассмотрим динамику изменения основных физико-механических свойств осадка, подверженного воздействию факторов внешней среды в течение двух лет (осадок водоподготовки, извлеченный из пруда-накопителя, подверженный механическому обезвоживанию на фильтр-прессах, был вывезен в искусственную выемку в августе 2002 г. для дальнейших наблюдений).

**Влажность** осадка водоподготовки начинает изменяться особенно интенсивно в период с мая по август 2003 г. Объясняется это изменением структуры осадка: за счет промораживания происходят разрушение коллоидной структуры и грануляция осадка с последующим увеличением водоотдачи. Увеличение температуры окружающей среды в течение летнего периода способствует более значительному подсыханию верхнего слоя осадка. В итоге на конец лета в августе значение влажности упало до 2,43 д. ед. С наступлением дождливого периода наблюдается повышение влажности за счет заполнения свободного порового пространства водой, к тому же гидрофильные свойства осадка после промораживания не исчезают полностью, а проявляются в незначительной степени [1, 3].

**Плотность осадка** после фильтр-прессов в среднем составляла 1,07 г/см<sup>3</sup>, но в течение месяца, после того как осадок был вывезен в искусственную выемку, значение плотности поднялось до 1,09 г/см<sup>3</sup>. Увеличение плотности происходит вначале за счет уплотнения осадка под собственным весом. Затем происходит уменьшение плотности осадка. В результате промораживания увеличивается водоотдача осадка вместе с его подсыханием и высвобождается поровое пространство. Причем структура осадка в первое время остается неизменной, затем происходит повышение плотности при увеличении влажности в осенний период.

На начало второго года вылеживания после вторичного промораживания происходит дальнейшее уменьшение плотности осадка, и она достигает своего минимума в мае 2004 г. (1,05 г/см<sup>3</sup>).

**Плотность сухого грунта** осадка водоподготовки изначально имела значение 0,169 г/см<sup>3</sup>. Затем с течением времени происходит увеличение этого показателя (максимальное значение плотности сухого грунта приходится на июль 2004 г. – 0,348 г/см<sup>3</sup>). Это происходит опять же за счет оттока свободной воды и последующего самоуплотнения.

В течение осеннего периода плотность сухого грунта уменьшается за счет его набухания. Подобное чередование увеличения и уменьшения плотности проявляется и на втором году вылеживания осадка в естественных условиях, но все же преобладает ее увеличение.

Таким образом, двухлетний цикл проморозки-оттаивания в естественных условиях приводит к увеличению рассматриваемого показателя в 2 раза.

**Плотность частиц грунта** (осадка водоподготовки) со временем возрастает. У осадка водоподготовки, не подверженного промораживанию, величина плотности частиц составляет 2,0 г/см<sup>3</sup>. Дальнейшее ее увеличение связано, в основном, с минерализацией органического вещества, о чем свидетельствует параллельное повышение зольности осадка. К тому же флокулянт, искусственно привнесенный в осадок при водоподготовке, из коллоидной формы переходит в минеральную, образуя минерал гиббсит (по данным рентгеноструктурного анализа) за счет изменения *pH*-среды.

По величине общей пористости осадок можно отнести к очень пористым грунтам. Первоначально значение пористости было равно 0,916 г/см<sup>3</sup>. С наступлением оттепели происходит достаточно резкое уменьшение пористости осадка. Причиной этого также является структурирование осадка с последующим уменьшением удельной поверхности и как следствие – переходом части связанной воды в свободную.

Изменение величины пористости в верхних горизонтах (0,25 м) происходит более интенсивно.

**Коэффициент пористости** осадка в отличие от пористости более представительная для анализа характеристика, так как определяет зависимость между объемом пор и объемом твердой компоненты, а не общим объемом породы. Рассматривая именно этот показатель, можно убедиться в том, насколько эффективным является обезвоживание осадка водоподготовки в естественных условиях с целью улучшения его физических свойств. Коэффициент пористости уменьшился в 2 раза на глубине 0,25 м, и это без каких-либо затрат на дополнительные

методы пригрузки осадка и т. д. С течением времени под действием факторов внешней среды в осадке параллельно уменьшению объема пор за счет уменьшения его удельной поверхности происходит прирост твердой компоненты в ходе минерализации органических остатков, в избытке содержащихся в осадке, а также за счет перехода в твердую фазу химических реагентов, ставших неотъемлемой частью осадков в процессе водоподготовки. Таким образом, за счет вылеживания на открытом воздухе в течение двухлетнего периода коэффициент пористости осадка уменьшился до минимального значения 5,186 д. ед. на глубине 0,25 м и до 7,537 – на глубине более 0,5 м.

**Коэффициент водонасыщения** осадка водоподготовки, извлеченного из пруда-накопителя, имеет значение 0,995 д. ед., что свидетельствует о практически полном заполнении его порового пространства водой.

Сразу же после процесса проморозки в зимний период происходит резкое уменьшение данного показателя. Наиболее ярко это выражено в интервале глубин от 0 до 0,5 м. Падение коэффициента водонасыщения продолжается до августа 2003 г. до величины 0,905 д. ед., а с наступлением осени возрастает до величины 0,923 д. ед. Увеличение коэффициента водонасыщения связано, во-первых, с наступлением дождливого периода, во-вторых, с уменьшением объема порового пространства при проседании осадка от собственного веса (в результате содержание в порах воды по отношению к объему пор становится больше) [2]. На втором году вылеживания осадка динамика изменения коэффициента водонасыщения протекает аналогично, минимальное значение показателя на глубине 0,25 м составляет 0,847 д. ед.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дерягин Б. В., Чураев Н. В., Овчаренко Ф. Д. и др. Вода в дисперсных системах. – М.: Химия, 1989.
2. Лысенко М. П. Состав и физико-механические свойства грунтов. – М: “Недра”, 1972.
3. Поверхностные пленки воды в дисперсных структурах / Под ред. Е. Д. Щукина. – М.: Изд-во МГУ, 1988.

### МИНЕРАЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БОКСИТОВ СРЕДНЕГО ТИМАНА

*МЕЛЬЦОВ В. П.*  
ОАО “Уралалюминий”

*ШЕМЯКИН В. С.*  
ЗАО НПК “Техноген”

Рассматривается Вежаю-Ворыквенское месторождение бокситов Среднего Тимана с тремя действующими карьерами по отдельным рудным телам. Бокситы по минеральному составу определяются как каолинит-шамозит-бёмитовые с примесью диаспора.

**Бёмит** – основной глинозем содержащий минерал. Вскрывается в байеровском процессе согласно его дисперсности от 0,01 до 0,05 мм. Недоизвлечение глинозема до 2 % связано с присутствием укрупненного перекристаллизованного метасоматического бёмита крупности от 0,02-0,05 мм. Наибольшая концентрация до 85 % наблюдается в элювиальных бокситах.

**Диаспор** – примесный (до 2 %) минерал бокситов. Сформирован, преимущественно, в разубоживающих руду карбонатных прослоях (доломитах и т. п.). В партиях руды с максимальными содержаниями диаспора недоизвлечение глинозема за счет диаспора не превышает 1 %. Наибольшая концентрация наблюдается в делювиально-коллювиальных бокситах.

**Железосодержащие минералы** – гематит, шамозит, в меньшей степени и алюмогетит с изоморфным насыщением  $Al_2O_3$  до 30 % молярных.

**Шамозит.** Содержание этого минерала в бокситах месторождения наблюдается в весьма широких пределах до 30 % в низкокачественных спекательных сортах. Данные по таким значительным колебаниям содержаний шамозита были получены благодаря практической переоценке его поведения в гидротехническом процессе выщелачивания УАЗа и рационального химического анализа по содержанию в нем  $FeO$ . Степень его разложения колеблется в пределах 30-60 %.

Новообразование магнетита при разложении шамозита ухудшает седиментационные свойства шлама. С образованием магнетита происходит интенсивное выделение водорода. Наибольшая концентрация этого минерала наблюдается в делювиально-пролювиальных обеленных бокситах. При рентгенорадиометрическом методе обогащения концентрируется в “хвостах”.

**Алюмогётит** – встречается до 15 % (в среднем – 4-5 %) в любой генетической разновидности бокситов.  $Al_2O_3$  алюмогётита при стандартном выщелачивании легко переходит в раствор.

Резюмируя вышесказанное, следует отметить, что недоизвлечение глинозема по сравнению с теоретически

возможным связано с присутствием в товарной руде низкокачественного кускового материала генетических разновидностей бокситов с преимущественным содержанием в них трудновскрываемого шамозита, алюмогётита (до 30 моль %  $Al_2O_3$ ), диаспора и крупно-перекристаллизованного бёмита.

Потери щелочи связаны, в основном, с каолинитом и химически активной частью шамозита.

Контрастное распределение минералов по генетическим разновидностям бокситов и кусковому материалу руды позволяет получить обнадеживающие результаты обогащения бокситов на стадии рудоподготовки рентгенорадиометрическим методом.

## ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ГИС ДЛЯ ГЕОФИЛЬТРАЦИОННОЙ СХЕМАТИЗАЦИИ АПТ-АЛЬБ-СЕНОМАНСКОГО КОМПЛЕКСА

ПАЛКИН К. С.

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Подземные минерализованные воды апт-альб-сеноманского водоносного комплекса (ААС ВК) Западно-Сибирского сложного артезианского бассейна используются в системах поддержания пластового давления (ППД) разрабатываемых месторождений углеводородов с конца 60-х годов прошлого века. В частности, подземные воды ААС ВК используются в качестве одного из рабочих реагентов для систем ППД на территории деятельности ОАО “Сибнефть-ННГ” (Южная часть ЯНАО).

Апт-альб-сеноманский водоносный комплекс представлен на рассматриваемой территории породами покурской свиты, имеющими в рассматриваемом районе региональное распространение. Отложения комплекса представляют собой сложнослоистую толщу рыхлообломочных пород континентального и прибрежно-морского генезиса общей мощностью 900-1000 м, залегающую в интервале глубин от 1000 до 2000 м (ниже регионального турон-палеоценового водоупора).

Для целей оценки эксплуатации запасов подземных вод (ЭЗПВ) этого объекта на локальных участках недропользования важным является обоснование схематизации гидрогеологического разреза ААС ВК и значений расчетных гидрогеологических параметров.

В практике гидрогеологических работ по оценке ЭЗПВ зачастую ААС ВК схематизируется единым напорным безграничным изолированным пластом с обобщенными параметрами водопроницаемости и пьезопроводности. Соответственно, сооружение эксплуатационных скважин ведется с оборудованием их фильтрами на всю мощность ААС ВК, а гидрогеологические расчеты водозаборных сооружений для добычи подземных вод носят весьма приближенный характер.

Для оптимизации конструкций водозаборных скважин и гидрогеологических расчетов водозаборов необходимо литологическое и геофильтрационное расчленение мощной толщи ААС ВК с выделением в ней интервалов с наилучшими (максимальными) коллекторскими свойствами.

На практике для решения такой оптимизационной задачи используется метод, основанный на корреляционной зависимости между параметрами метода самопроизвольной поляризации (ПС), проницаемости и пористости. Коллекторские свойства пород оцениваются по изменению относительной амплитуды  $\alpha_{\text{сн}}$  с использованием корреляционных зависимостей между ее величиной и параметрами глинистости, пористости и проницаемости. Параметр  $\alpha_{\text{сн}}$  представляет собой относительное отклонение измеренного значения самопроизвольной поляризации по сравнению со значением в опорном пласте-коллекторе.

Обработка данных ГИС по этой методике позволяет получить распределение, например, коэффициента проницаемости ( $K_{\text{пр}}$ ) по исследуемому разрезу в нескольких скважинах (обычно используется выборка 6-12 скважин).

Затем полученные “первичные” данные по каждой скважине группируются в 50-метровые интервалы, по которым вычисляется эффективная мощность ( $M_{\text{эф}}$ ), произведение  $M_{\text{эф}} \cdot K_{\text{пр}}$  и  $K_{\text{пр}}$  (по  $M_{\text{эф}}$ ). Как конечный итог, для каждого 50-метрового интервала всех скважин определяется среднеарифметическое из обработанной выборки значение эффективной мощности (м и %), произведение эффективной мощности коэффициента проницаемости (м·Д), а также последнего по эффективной мощности в целом для исследуемого участка.

Построением и анализом вертикального профиля изменения проницаемости осуществляется выделение различных по фильтрационным свойствам горизонтов.

В качестве примера приводятся результаты геофильтрационной схематизации по Чатылькинскому нефтяному месторождению, на основе которой был выполнен расчет проектного водозабора и рекомендована оптимальная конструкция рабочей (фильтровой) части эксплуатационной скважины.



## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СКВАЖИНАХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД

ЗАБОЛОЦКИЙ К. А.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Для способа подземного выщелачивания (ПВ) детальное расчленение разреза по фильтрационным свойствам является одной из главнейших технологических задач.

Наиболее остро этот вопрос стоит для месторождений в корах выветривания с учетом их геолого-гидрогеологических особенностей. Как показывает уже имеющийся на Урале опыт изучения и отработки таких месторождений, полезные компоненты сконцентрированы в верхних, как правило выветрелых существенно глинистых горизонтах, а наиболее проницаемые и водообильные зоны приурочены к горизонтам дезинтегрированных и трещиноватых первичных пород.

В частности, такая ситуация сложилась на Рогожинском месторождении в Челябинской области, которое и является объектом настоящих исследований. Наиболее богатые рудные интервалы представлены глинисто-дресвянистыми корах выветривания серпентинитов, которые обладают невысокой проницаемостью. С другой стороны, трещиноватые серпентиниты, залегающие ниже, обладают значительной водопроницаемостью, но имеют существенно более низкие содержания никеля.

В такой ситуации одним из путей реализации ПВ является организация субвертикального потока выщелачивающих растворов от коротких закачных скважин или траншей до глубоких откачных скважин с фильтрами в трещиноватых первичных породах.

При этом для максимальной эффективности процесса ПВ необходимо как можно более точно определить интервал водопритока и оборудовать технологическую колонну откачной скважины фильтром именно в этом интервале.

Для выделения в разрезе наиболее проницаемых интервалов решено было использовать комплекс геофизических методов исследований скважин. Такой способ был выбран как наиболее оперативный и экономически эффективный.

Комплекс исследований включал в себя следующие виды каротажа: каротаж сопротивления, каротаж поляризуемости, токовый каротаж, гамма-каротаж, кавернометрия и расходомерия, резистивиметрия.

Для чистоты эксперимента специалисты, проводившие каротаж и обработку полученных данных, получили только общее представление о геологическом строении месторождения, хотя бурение всех скважин было произведено с отбором керна.

Обработка результатов каротажа показала хорошую сходимость различных методов между собой, что вселяло определенные надежды. Это особенно важно с учетом того факта, что исследования были проведены во всех скважинах опорного разведочного профиля, вскрывшего все литологические разности руд.

Далее полученные кривые были вынесены на геологические разрезы для проверки сходимости геофизических данных с геологическим описанием пород.

Наиболее наглядные результаты дает каротаж сопротивления. Работы проводились с использованием подошвенного градиент зонда, который на кривых КС четким максимумом отбивает подошву пласта повышенного сопротивления. Комбинация токового каротажа, методов КС и ПС позволила на разрезах выделить проницаемые и водоупорные интервалы с точностью до 1 м.

Кривые гамма-каротажа показали, что в данных условиях этот метод не отвечает поставленным задачам, поскольку аномалии выявлены лишь в верхней существенно глинистой части разреза.

Точное совпадение данных, полученных геофизическими методами, с фактическими материалами позволило сделать следующие выводы:

– выполненный комплекс геофизических исследований с высокой точностью позволяет выделять в разрезе интервалы с высокой проницаемостью (трещиноватые, дресвянисто-щебенистые зоны);

– данные каротажа хорошо коррелируют с полевым описанием пород, что значительно повышает их надежность;

– каротаж сопротивления можно выделить как основной метод, на основании которого допускается определять интервал установки фильтра;

– для более надежного расчленения разреза, особенно в очень сложных геологических условиях, рекомендуется проводить комплекс геофизических исследований, состоящий из трех методов: КС, ПС и токовый каротаж;

– выполненный комплекс позволяет сократить затраты на изучение месторождений под отработку их способом ПВ, проводя расчленение пород месторождения по фильтрационным свойствам всего по одной-двум эталонным скважинам, пробуренным с отбором керна, и затраты на оборудование полигонов ПВ, сокращая интервалы установки фильтров до достаточного минимума.

## СОЗДАНИЕ УЧЕБНЫХ МУЛЬТИПЛИКАЦИОННЫХ ФИЛЬМОВ ПО СПЕЦИАЛЬНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ ПО СПЕЦИАЛЬНО СОЗДАННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЕ

ЗАПЛАТИНА А. Е., БАДИН С., ГАЙНУЛИН Р.  
ГОУ СПО “Исовский геологоразведочный техникум”

Студенты специальности 130201 “Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых” начинают изучать специальный предмет “Электроразведка” со II курса. Методов, модификаций и методик исследований способом электроразведки более 50, и студенту, проучившемуся несколько месяцев в техникуме, различить, запомнить особенности и условия применения той или иной модификации, метода или методики весьма сложно. Кинофильмов, видеофильмов, слайдов, современных учебников по данной дисциплине нет.

Если учесть, что современные студенты почти все не читают книг и, как следствие, у них слабо развито абстрактное образное мышление, то можно смело утверждать: все, что рассказывается без демонстрации элементов предмета, слабо усваивается. Сопровождение лекции рисунками, схемами, чертежами, как на доске, так и на плакатах, конечно, увеличивает усвоение материала, но, в основном, успешными студентами. Студенты же со слабыми способностями, слабой общей подготовкой или незаинтересованностью процессом обучения требуют какого-то другого подхода к подаче материала по специальной дисциплине. Так и возникла идея о создании мультфильмов, видеофильмов по специальности, наглядность которых неоспорима, и если учесть, что это первое знакомство со специальностью, то студенты смотрят эти фильмы с большим интересом, ну и как следствие что-то остается и в памяти.

Создание мультфильмов и видеофильмов изначально предусматривало партнерство преподавателя и студентов, занимающихся одной и той же проблемой. Творческий союз, как предполагалось, позволит достигнуть намеченной цели – создание учебного фильма по специальной дисциплине. Как уже говорилось, фильмы предназначены для повышения эффективности учебной деятельности. Здесь просматривается несколько прикладных ценностей полученных результатов:

Во-первых, создатели фильмов, студенты II-III курсов, должны уметь работать на компьютере (или научиться), владеть навыками компьютерной графики, иметь теоретические знания по спецдисциплине в целом и конкретно того метода, о котором рассказывается в фильме. Полученный учебный фильм – это предмет гордости создателя фильма.

Во-вторых, созданный учебный фильм используется преподавателем при изучении соответствующей темы, следовательно, имеет большое практическое значение. Фильмы позволяют не только разнообразить занятия, а главное, способствуют лучшему усвоению новой информации по специальной дисциплине.

Первые мультфильмы появились в 2004 г., которые студент тогда II курса Баянкин Артём рисует в существующей компьютерной программе *Macromedia Flash MX V.6.0* под руководством преподавателя спецдисциплин Заплатиной А. Е. Мультфильмы с успехом применяются в учебном процессе, причем один и тот же фильм студентам показывается не один раз: первый просмотр – в начале изучения предмета, второй – при изучении соответствующей темы. Фильмы короткие, по 3-7 мин., имеющие высокую информативность. Третий просмотр можно проводить перед началом учебной практики, чтобы вспомнить изученный материал и успешно провести полевые учебные работы.

Решено было создать студию “Аниматор”. Для привлечения в нее ребят, слабо владеющих компьютером, Баянкин Артём предлагает учебник по рисованию мультфильмов “Учебник для чайников”. В нём подробно и поэтапно расписано, какие действия нужно выполнить для получения нужного кадра и т. д.

Чтобы создать фильм, необходимо хорошо изучить теоретический материал: методы электроразведки, их особенности, условия и факторы их применения.

Работа по созданию мультфильмов состоит из следующих этапов: 1) выбор темы; 2) написание сценария; 3) создание собственно мультфильма; 4) техническая корректура изображенных эпизодов; 5) озвучивание. Темы предлагают как преподаватели, так и студенты. В основном сценарии пишут студенты II-IV курсов, т. е. те студенты, которые изучили или изучают спецпредметы. Излагается кратко теория метода, методика (виды установок, способ съемки, аппаратура, регистрация полученных результатов и т. д.). Сценарии просматриваются преподавателями соответствующих спецдисциплин во избежание искажения, недопонимания студентом темы, технических ошибок. Комиссия из 5 человек отбирает лучший. Далее сценарий студентами-исполнителями разбивается на сцены, кадры, которые ложатся в основу фильма. Работа эта кропотливая, отнимает много времени. Руководитель студии должен постоянно смотреть за работой. После получения нужных кадров фильм монтируется, озвучивается.

## ОПЫТ СОЗДАНИЯ УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ ПО МИНЕРАЛОГИИ И ПЕТРОГРАФИИ

ТАЗЕТДИНОВА М. Х.

ГОУ СПО “Исовский геологоразведочный техникум”

В Исовском геологоразведочном техникуме ведется работа по созданию учебных фильмов о минералах и горных породах. Предполагается создать 70 фильмов продолжительностью от 3 до 10 мин. Каждый фильм посвящен определенному минералу или горной породе, и может просматриваться отдельно или в любом сочетании с другими фильмами. В настоящее время закончена работа по созданию двух фильмов: “Базальт” и “Андезит”. При работе над фильмами мы рассмотрели 3 варианта их создания:

1. В стенах техникума в виде лекции преподавателя с демонстрацией образцов, фотографий.
2. В форме диалога специалиста-производственника и студента.
3. По материалам небольшого путешествия на месторождение данного полезного ископаемого.

Мы остановились на третьем варианте, хотя он оказался самым дорогим (в среднем, расходы по созданию одного фильма составят 8000 руб.). В основном, это транспортные расходы. Но мы рассчитываем, что съемочные группы доставят в техникум образцы для геологического музея и учебных коллекций, а студенты, входящие в состав этих групп, получают дополнительные знания по специальности.

Демонстрация уже созданных фильмов на занятиях, по мнению преподавателей, повышает качество подготовки техников-геологов. Студенты также положительно относятся к этим фильмам, повышающим интерес к предмету.

Руководители производственных организаций, просмотревшие наши видеоматериалы, считают, что они будут полезны геологам-производственникам для повышения их квалификации.

## ОПЫТ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ЗОЛОТА И ПЛАТИНЫ В МИНЕРАЛОГИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ ИСОВСКОГО ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНОГО ТЕХНИКУМА

ПАДЕРИНА Л. А.

ГОУ СПО “Исовский геологоразведочный техникум”

Минералогический анализ шлиха № 1 выполнялся с целью:

1. Определить количество шлихового металла (платины и золота) в пробе № 1, имеющей массу 1 т.

2. Определить среднюю продолжительность практической подготовки отдувальщика для его допуска к самостоятельной работе.

Перед отдувкой сухой шлик пробы № 1 был рассеян на 6 фракций: +1,0 мм; 0,5-1,0 мм; 0,28-0,5 мм; 0,14-0,28 мм; 0,07-0,14 мм; -0,07 мм.

Профессиональный отдувальщик “А”, имеющий большой опыт практической работы, выполнил работу за 4 ч. Контрольная отдувка дала потерю металла всего по платине и золоту 64 знака (4 %) и по массе металла – 4,0 мг (1 %).

Начинающий отдувальщик “В”, прошедший краткий инструктаж и практиковавшийся в отдувке 2 ч, отдувая шлик № 1 в течение пяти часов, получил результаты, в которых потери металла по количеству знаков составили 1036 (62 %) , а по массе – 87 мг (21 %). Результаты такой работы неприемлемы для заказчика.

Начинающий отдувальщик “С”, практиковавшийся в отдувке 8 ч, отдувая шлик № 1 в течение пяти часов, получил результаты, в которых потери металла по количеству знаков составили 379 (23 %), по массе 21 мг (5 %). Результаты работы отдувальщика “С” приближаются к результатам профессионального отдувальщика “А”.

На основании выполненных исследований, можно сделать следующие выводы:

1. Качество отдувки шлиховых проб в минералогической лаборатории ИГРТ удовлетворительное. Потери металла по количеству знаков составляют 4 %, по массе металла 1 %.

2. Практическая подготовка отдувальщика для допуска к самостоятельной работе должна включать в себя:

- инструктаж, демонстрацию приемов работы (2 ч);
- стажировку в течение 8 ч, но не более 2 ч в день.

3. Эффективность и качество работы отдувальщика резко снижаются после 3-х часов работы.

# ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОДСЧЕТЕ ЗАПАСОВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ (НА ПРИМЕРЕ СИБАЙСКОГО МЕДНО-КОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

МИЛЬЧАКОВ А. И.

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Основой устойчивой работы горного предприятия являются его минеральные ресурсы. Поэтому строжайший контроль над их разумным и экономным использованием, непрерывное и гибкое планирование последующих горных работ – это основа прибыльной работы производства в условиях жесткой конкуренции.

Сегодня российским горным предприятиям требуется мировой уровень технологии. Это, прежде всего, означает переход к информационным технологиям, которые позволяют значительно увеличить оперативность и полноту использования всей имеющейся информации, а также обеспечить качественно новый уровень принятия оптимальных управленческих решений.

В работе рассмотрена методика компьютерного моделирования одного из месторождений Урала, разработанная в отделе подготовки технологических проектов ООО “УГМК-Холдинг”. Автором доклада выполнено моделирование Сибайского медноколчеданного месторождения, расположенного на западном склоне Южного Урала в пределах Баймакского рудного района Республики Башкортостан.

Сибайское медноколчеданное месторождение включает в себя два участка: Новый Сибай и Нижняя залежь. К настоящему времени большая часть запасов участка Новый Сибай отработана открытым способом. Оставшиеся в недрах утвержденные ГКЗ РФ запасы медно-колчеданных руд будут добываться подземным способом.

Нижняя залежь располагается на глубине 300-400 м от поверхности и представлена 10-ю рудными телами, из которых промышленно значимыми являются только рудные тела 3 и 3а.

На рис. изображена блок-схема, характеризующая применяемую в настоящее время методику моделирования месторождения с применением ГИС-технологий.

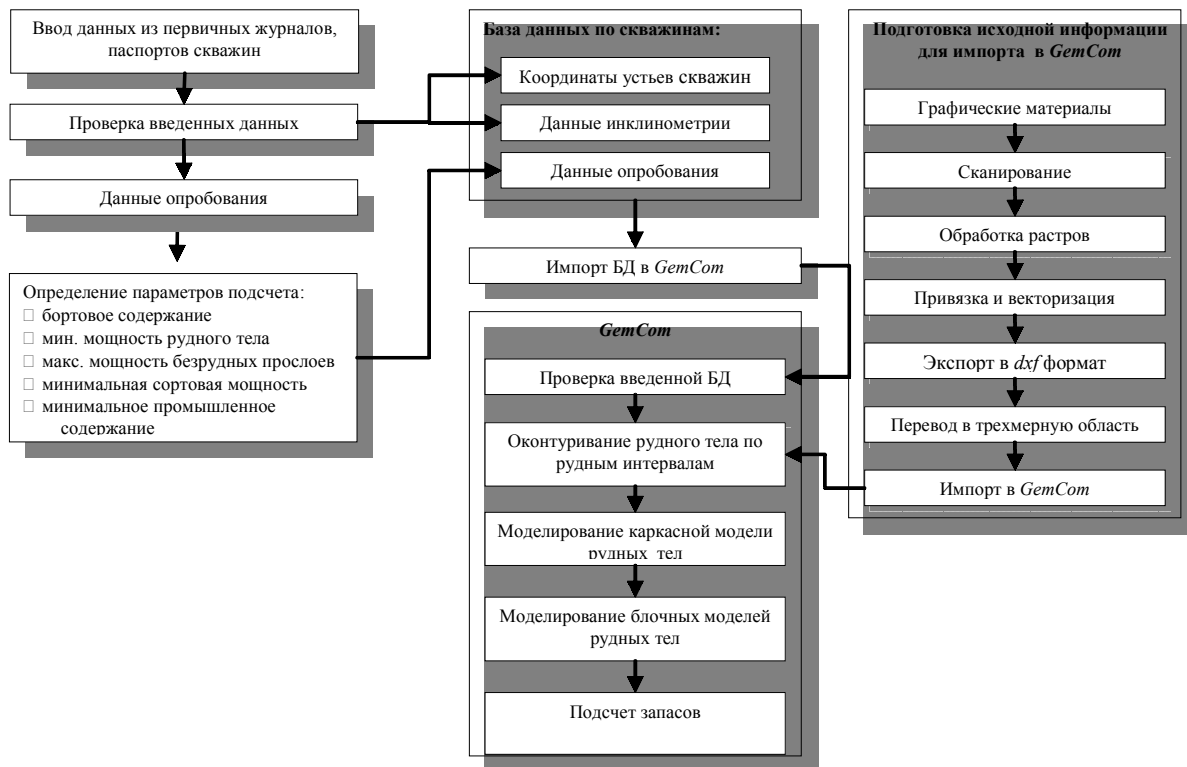


Рис. Блок-схема методики моделирования месторождения и подсчета запасов с применением ГИС-технологий

Исходной геологической информацией для оконтуривания рудных тел является база данных по скважинам, включающая в себя: координаты устьев скважин; данные инклинометрии; данные опробования.

По отстроеным контурам рудных тел производится построение каркасных моделей участков “Нижняя залежь” и “Новый Сибай”, включая объемную модель существующего карьера.

Каркасная модель в нашем случае служит базисом для построения блочной модели месторождения.

Основной задачей блочного моделирования является подсчет запасов как в пределах всего месторождения, так и по уступам карьера или отдельным рудным телам.

Суть блочного моделирования состоит в разбиении всего месторождения либо его участка на блоки, в которых рассчитывается содержание полезного компонента.

Созданная каркасная модель используется как контур, ограничивающий рудные тела в пространстве блочной модели. Эта операция необходима для последующего подсчета геологических запасов этих рудных тел.

Следующий этап — интерполяция всех показателей качества, учитываемых при геологическом опробовании, по ячейкам блочной модели или, другими словами, заполнение блочной модели.

Для подсчета запасов Сибайского месторождения использовался метод “обратных расстояний”. В упрощенном виде алгоритм вычислений содержаний полезного компонента в каждом блоке выглядит следующим образом.

Определяется некоторая точка  $A$ , в которой необходимо оценить содержание  $C_A$ . Задается рабочая область (эллипс поиска) вокруг этой точки. Все пробы, попавшие в эллипсоид поиска, участвуют в расчете полезного компонента в точке  $A$  ( $X_i$ ). Далее производится расчет расстояния между точкой  $A$  и центрами проб, попавшими в эллипсоид поиска. Это необходимо для определения соответствующего весового коэффициента  $b_i$ , который в нашем случае рассчитывается по формуле, учитывающей расстояние между точкой  $A$  и центром пробы.

Вычисление содержания полезного компонента для каждой ячейки модели производится по формуле:

$$C_A = \sum_i C_i b_i.$$

После определения содержания основных полезных компонентов (медь, цинк и сера) каждую ячейку модели относят к определенному сорту, учитывая процентные содержания этих компонентов. Заполненная таким образом блочная модель позволяет наиболее точно подсчитать запасы в любой части месторождения и является достаточно гибкой для последующего дополнения и редактирования. Созданная модель позволяет оперативно решать задачи, возникающие при разработке месторождения (например, подсчет запасов в горных этажах и т. д.) или уточняющей переоценке запасов месторождения.

Сложившаяся методика позволяет автоматизировать процесс многократного оконтуривания рудной залежи по заданным параметрам кондиций для подсчета запасов руды.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ СРЕДНЕГО УРАЛА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ЦЕЛЕЙ

*НЕЧАЕВА Н. Н.*

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Глинистые грунты находят применение в сфере строительства: на них в большинстве случаев возводят фундаменты зданий и различных инженерных сооружений, они используются как сырье для производства керамики, кирпича, цемента, а также в качестве наполнителя при изготовлении резины, бумаги, буровых растворов и т. д. [4].

Глинистые грунты, разнообразные по генезису, занимают большую часть Среднего Урала.

Аллювиальные отложения распространены в пределах аккумулятивных, эрозионно-аккумулятивных террас и речных пойм; в пределах террас представлены в основном суглинками, глинами, супесями и песками с включениями гравия и галечника; в пределах пойм — крупнообломочными и песчаными грунтами с суглинистым заполнителем.

Озерные отложения встречаются в понижениях, котловинах, старицах, погребенных долинах рек. По гранулометрическому составу преобладают пылеватые и глинистые разности.

Коллювиальные отложения чаще встречаются в горной части Урала и представлены крупнообломочными грунтами с суглинистым заполнителем.

Элювиальные грунты встречаются повсеместно, более мощные толщи наблюдаются на восточном склоне и в зоне пенеблена. Они представлены неустойчивыми к выветриванию компонентами горных пород. Элювий постепенно переходит в коренные породы, из которых он образовался, поэтому его минеральный состав зависит от состава этих пород, гидроокислы железа придают элювию буроватую окраску.

Делювиальные отложения формируются за счет смывания с верхней части склона продуктов выветривания. Мощные толщи делювиальных отложений характерны для Центрального Уральского поднятия (мощность до 60 м), в зонах расчлененного рельефа; по мере продвижения на восток делювиальные отложения меняются от крупнообломочных к суглинистым и глинистым разновидностям.

Формирование делювиальных отложений за счет коры выветривания привело к широкому развитию в регионе элювиально-делювиальных отложений, занимающих примерно 45 % Свердловской области.

Минеральный состав четвертичных отложений довольно постоянен. Изменчиво, иногда в значительной степени, лишь количественное соотношение отдельных компонентов. Среди легких минералов преобладают кварц, полевые шпаты и средние плагиоклазы. Глинистая фракция имеет каолинит-гидрослюдистый состав, иногда с небольшим содержанием монтмориллонита [1].



Величина набухания глинистых грунтов определяется минеральным составом, степенью уплотнения и водонасыщения, составом и концентрацией порового раствора, величиной внешнего давления и т. д. В зависимости от этих факторов величина набухания может меняться от 1 до 25 %. Минеральный состав определяет не только размер частиц, но и их форму, и взаимодействие с водой.

Грунты, в составе которых присутствует каолинит, гидрослюда, монтмориллонит, галлуазит и бейделлит, обладают большей способностью к набуханию.

Глинистые минералы обладают ярко выраженными ионно-обменными свойствами, что совместно с малым размером частиц и высокой удельной поверхностью определяет их повышенную адсорбционную способность. Это свойство позволяет использовать глины как природные высокоэффективные сорбенты для защиты почв, грунтов и подземных вод от техногенных загрязнений [3].

Оценка сорбционной способности грунтов может позволить прогнозировать опасность загрязнения подземных вод металлами, сбрасываемыми со сточными водами и просачивающимися через грунты, а также проследить за особенностями сорбционных процессов в таких технологиях, как подземное и кучное выщелачивание.

Различные типы грунтов можно использовать как защитные экраны (суглинки и глины), в качестве сорбирующего слоя в водоотводных канавах (торф с примесью песка), в качестве хорошего дренирующего материала для отвода воды с тела полигона твердых бытовых отходов.

Способы подготовки грунта для использования в качестве защитного экрана зависят от его влажности, коэффициента фильтрации, сорбционной способности, уплотняемости, липкости.

Торф с примесью минеральной части ультраосновных и кислых пород является эффективным средством по очистке вод, поступающих с поверхности полигонов от различных форм нефтепродуктов и тяжелых металлов [3].

Уплотнение грунтов вибрационными и трамбующими механизмами широко используется в строительстве для увеличения прочности, снижения водопроницаемости и сжимаемости грунтов. Хорошо уплотняются маловлажные рыхлые песчаные и неводонасыщенные грунты со слабым сцеплением между частицами. Для неполностью водонасыщенных глинистых грунтов степень уплотнения зависит от влажности и прикладываемой работы уплотнения. Наиболее эффективное уплотнение при минимальной затрачиваемой на это уплотнение работе получается при “оптимальной” влажности, которая для глинистых грунтов в большинстве случаев несколько меньше влажности на границе раскатывания.

Для элювиально-делювиальных грунтов Среднего Урала, на основе анализа опытных данных, выведена зависимость “оптимальной” влажности и максимальной плотности грунта от влажности на границе раскатывания. По этой зависимости составлена номограмма, которая позволяет определить характеристики грунта не экспериментальным путем, а расчетным методом.

Укатка элювиально-делювиальных, делювиальных и аллювиальных грунтов Среднего Урала не представляет особой трудности. Грунты обычно слаболипкие или очень слаболипкие. Укатку глинистых грунтов следует производить стальными катками [2].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гуман О. М., Нечаева Н. Н. Использование природных грунтов в качестве защитных экранов. Техногенная трансформация геологической среды / Материалы международной практической конференции. – Екатеринбург: Изд-во УГГА, 2002. – С. 144-147.
2. Нечаева Н. Н. Физико-механические свойства элювиально-делювиальных грунтов Свердловской области // “Геологи XXI века”. Молодежная сессия / Материалы Всероссийской конференции молодых ученых. – Саратов, 2001. – С. 45-47.
3. Нечаева Н. Н. Исследование сорбционной способности грунтов Свердловской области // Известия Уральской государственной горно-геологической академии / Материалы Уральской горнопромышленной декады. – Екатеринбург: Изд-во УГГА, 2003. – С. 42-46.
4. Соколов В. Н. Микромир глинистых пород // Соросовский Образовательный Журнал. – 1996. – № 3. – С. 56-64.

### **К МЕТОДИКЕ ИЗУЧЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СКАЛЬНЫХ ГРУНТОВ ПРИ БУРЕНИИ ГЛУБОКИХ СКВАЖИН**

*БОБРОВ Д. В.*

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Для получения первичной информации об инженерно-геологических условиях строительства шахтных стволов необходимо выполнить бурение контрольных скважин для прогноза устойчивости горных выработок и оценки водопротоков в них.

Физико-механические свойства скальных и полускальных пород в образце всегда существенно отличаются от их свойств в условиях естественного залегания – массиве. В массиве они могут быть более неоднородными по

составу и строению, анизотропными по свойствам, иметь поверхности и зоны ослабления, трещиноватыми и выветрелыми, иметь неодинаковые текстурные и структурные признаки, иметь крупные зоны тектонической переработки напряженно-деформированного состояния в зависимости от положения в геологических структурах [1].

Сложность оценки вышеперечисленных факторов состоит в том, что по материалам бурения скважин получают информацию, необъективно отражающую закономерности массивов из-за ограниченности объектов исследований.

Структурно-текстурные особенности породы и свойства в образце возможно оценить по керну скважины. Для этого используют общепринятые геологические методики и методы лабораторных испытаний.

При изучении трещиноватости по керну буровых скважин особое внимание обращается на учет количества трещин на 1 м керна, высоту столбиков керна, количество и характер раздробленного материала, на наличие зеркал скольжения, морфометрические и геометрические параметры трещин. По керну буровых скважин можно определить показатель качества, который характеризует относительное содержание столбиков керна высотой более 10 см в определенном интервале бурения. Важно оценить ориентировку в пространстве, что выполняют только относительно оси скважины (параллельно, перпендикулярно, наклонно) [2].

Напряженно-деформированное состояние скальных массивов определяет устойчивость стенок выработки. По керну скважин о напряжениях судят по появлению зон расслоения, так называемое “шелушение” керна, по изменению геофизических параметров при прозвучке образцов и акустическом каротаже скважин.

Подземные воды в скальном массиве распространены неравномерно. Наиболее часто встречаются следующие типы подземных вод: поровый, трещинный, трещинно-поровый, порово-трещинный. Механика воздействия этих типов различна, но все они приводят к усложнению условий производства инженерных работ и снижению прочностных характеристик массива. Особо важно определить степень обводненности в местах предполагаемого размещения проектируемых выработок, что можно сделать посредством поинтервальных откачек [2].

Таким образом, при изучении инженерно-геологических свойств скальных пород необходимо обратить внимание на такие характеристики, как напряженное состояние, обводненность, степень трещиноватости, степень выветрелости, структурно-текстурные особенности. Для более детального изучения свойств необходимо проводить лабораторные исследования. Чтобы учесть масштабный фактор, необходимо сочетать различные методы каротажа с изучением свойств в образце.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ломтадзе В. Д. Инженерная геология. Специальная инженерная геология. – Л.: Недра, 1978.
2. Афанасиади Э. И., Грязнов О. Н., Гуман О. М. Гидрогеология и инженерная геология. Кн. 2. Инженерная геология: учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 1996.

## ГИДРОГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕТРОПАВЛОВСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

*ЛУКЪЯНОВ А. Е.*

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Исследования на территории Петропавловского рудного поля проводились в 2006 г. с целью обеспечения рудника “Хайбуллинский” источником питьевого и технического водоснабжения. Вблизи рудника основное гидрогеологическое значение имеют юрский водоносный горизонт и палеозойский водоносный комплекс. Поскольку юрский водоносный горизонт малоприспособлен для устройства питьевого водозабора ввиду низких фильтрационных свойств рыхлых отложений и сомнительного качества подземных вод, поисковые работы преимущественно велись в восточной части Петропавловского рудного поля на участке выхода на поверхность скальных пород палеозойского водоносного комплекса. Перспектива устройства подземного водозабора на скальных выходах палеозоя имела под собой два положительных момента:

1. Обеспечение рудника “Хайбуллинский” требуемым количеством воды высокого качества;
2. Снижение водопритока в существующий карьер и проектируемые горные выработки за счет перехвата потока подземных вод в области питания палеозойского водоносного комплекса.

Изучение закономерностей формирования проницаемого пространства в массиве скальных горных пород в рамках гидрогеомеханического анализа значительно упрощает поисковые работы на подземные воды. Гидрогеологические свойства скального массива напрямую связаны с наличием раскрытых трещин, формирующих его проницаемость. При этом неоднородность фильтрационных свойств связана с присутствием локальных зон повышенной или пониженной проводимости, имеющих тектоническое происхождение. Совершенно ясно, что формирование открытой трещиноватости, образование и активизация тектонических нарушений невозможны без

значительных силовых воздействий на массив горных пород. Открытые трещины не могут существовать длительное время. Геостатическое и геодинамическое давление, осаждение минеральных солей, выпадение глинистых частиц являются основными факторами, которые способствуют залечиванию трещин. Высокие фильтрационные свойства водоносных зон сохраняются за счет образования новых трещин или постоянного подновления существующих в результате современного тектонического воздействия. Таким образом, поиск водоносных зон в пределах скального массива горных пород связан с выделением тектонических нарушений, активных в современном поле напряжений.

В результате предварительного геофизического профилирования, по данным сейсморазведки, на исследуемой территории были выделены участки повышенной трещиноватости горных пород, связанные с тектоническими нарушениями разного порядка. Структурно-геологический и геомеханический анализ скального массива опирался на данные глазомерной съемки линияментов рельефа и замеры трещиноватости пород. В результате последующей обработки на основе существующей методики была определена ориентировка осей максимальных действующих напряжений. Образование молодых тектонических структур и активизация древних разломов связаны с их пространственным положением относительно осей максимальных действующих напряжений.

Основные действующие напряжения в пределах Петропавловского рудного поля имеют направления 295 °, 270 ° и 245 °. Наиболее сильно в настоящее время проявляется максимальное напряжение, действующее в широтном направлении.

Благодаря комплексу геофизических, буровых и опытно-фильтрационных работ на поисковом участке “Скальный” была обнаружена водоносная зона субширотного простирания. Указанная зона связана с тектонической структурой раздвигового характера, образованной под действием напряжения с азимутом 270 °. Фильтрационные свойства зоны представляются весьма высокими для скальных пород – значение параметра водопроницаемости (Т) превышает 100 м<sup>2</sup>/сут.

По результатам работ, на рассматриваемой территории следует выделить целый ряд разломов, активных в современном поле напряжений. К наиболее подвижным тектоническим структурам следует отнести те разломы, которые активизируются под действием сразу двух направлений действия максимальных напряжений с азимутами 270 ° и 245 °.

Таким образом, максимальная подвижность, а следовательно и повышенная водоносность, будут характерны для следующих типов структур:

- раздвигов с простиранием плоскости шва 270 °;
- надвигов субмеридионального простирания;
- правых хрупких и хрупко-пластичных сдвигов с азимутами простирания в пределах 210-230 °.

В результате поисковых работ в восточной части Петропавловского рудного поля в пределах поискового участка “Скальный” была обнаружена водоносная тектоническая зона, подземные воды которой соответствуют всем требованиям, предъявляемым к качеству питьевых вод. Производительность разведочной скважины, оборудованной для проведения кустовой откачки, составила 100 м<sup>3</sup>/сут.

Методика ведения поисковых работ на подземные воды, основанная на анализе гидрогеомеханических особенностей скального массива, показала достаточно высокие результаты и может быть применена как на следующем этапе поисковых работ на территории Петропавловского рудного поля, так и в других районах распространения скальных горных пород.

## МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ОПАЛОВ ИЗ ВОСТОЧНОГО ОРЕНБУРЖЬЯ

*СОКОЛ-КУТЫЛОВСКИЙ И. О.*

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Целью работы является сравнение микроэлементного состава опалов в ультрабазитовой коре выветривания на Буруктальском, Кимперсайском и Киембаевском месторождениях, а также выявление их отличительных признаков.

Методом *ICP-MS* были определены редкие, рассеянные и редкоземельные элементы (см. табл.). Метод обеспечивает низкие пределы обнаружения, хорошую воспроизводимость результатов и экспрессность. Химическая пробоподготовка и анализирование опалов проводились по стандартной методике в лаборатории физико-химических методов исследования Института геологии и геохимии УрО РАН (спектрометр *ELAN-9000*, фирмы *Perkin Elmer*; аналитики Киселева Д. В., Чердниченко Н. В.).

## Микроэлементный состав опалов

Содержание редкоземельных элементов, г/т (ppm)			
Элемент	Буруктальский опал	Кимперсайский опал	Киембаевский опал
<i>La</i>	150,321	0,4573	0,9078
<i>Ce</i>	0,1185	0,1579	1,8227
<i>Pr</i>	27,7429	0,1064	0,31
<i>Nd</i>	106,968	0,4714	1,2375
<i>Sm</i>	14,538	0,0904	0,2926
<i>Eu</i>	3,0708	0,0204	0,0552
<i>Gd</i>	13,6908	0,158	0,2172
<i>Tb</i>	1,0227	0,0176	0,0289
<i>Dy</i>	4,9238	0,118	0,1729
<i>Ho</i>	0,758	0,0288	0,03
<i>Er</i>	1,4288	0,0793	0,0836
<i>Tm</i>	0,1391	0,0095	0,0142
<i>Yb</i>	0,9516	0,0587	0,1279
<i>Lu</i>	0,206	0,0101	0,0217
<i>Li</i>	3,20	0,75	0,72
<i>Be</i>	7,30	0,01	1,03
<i>B</i>	7,60	0,76	2,2
<i>Al</i>	242,7	496,9	344,9
<i>Sc</i>	0,83	1,6	0,57
<i>Ti</i>	7,53	16,8	11,44
<i>V</i>	0,63	3,16	0,49
<i>Cr</i>	15,1	42,1	4
<i>Mn</i>	53,4	71,9	1007,5
<i>Co</i>	5,2	12,97	64,7
<i>Ni</i>	7796,2	506,2	738,5
<i>Cu</i>	3,50	6,8	3,4
<i>Zn</i>	53,9	5,4	33,2
<i>Ga</i>	1,2	0,15	0,15
<i>Sr</i>	6,6	2,56	222,6
<i>Y</i>	19,7	1,52	0,54
<i>Zr</i>	1,0	1,23	1,26
<i>Nb</i>	0,1	0,06	0,04
<i>Ba</i>	3,98	9,74	39,2
<i>Pb</i>	1,13	0,71	1,17
<i>Bi</i>	0,01	0,01	0,005
<i>Th</i>	0,01	0,01	0,01
<i>U</i>	5,90	0,055	0,68

В Буруктальском опале характерно *La/Yb*-отношение от 7 до 150. В одном случае отмечается аномально высокое содержание *La* в празопалах из Буруктальского месторождения, которое достигает 150 г/т (в остальных образцах опалов с других месторождений оно было менее 1 г/т). Весьма низкие значения *Ce* можно отметить в образцах опалов из Буруктальского и Кимперсайского месторождений, а в дендропалах Киембаевского оно достигает 2 г/т. Остальные РЗЭ укладываются в диапазоне менее 1 г/т и примерно соответствуют друг другу из всех трех месторождений. В образцах празопала содержание *Pr*, *Nd* и *Sm* и остальных РЗЭ во много раз выше и убывает по экспоненте от *Pr* до *Ho* со значений от 100 до 10 г/т.

Сравнивая содержания микроэлементов в опале Буруктальского *Co-Ni*-месторождения, можно отметить следующее: количество *Ni* в празопале составляет порядка 7796 г/т, *Al* – 242, *Zn* и *Mn* – по 53, а также *Y* – 19, *Cr* – 15 г/т. Содержания *Be*, *B*, *Ti*, *Co*, *Sr*; *U* находятся в пределах 6 г/т.

В фисташково-зеленых дендропалах Киембаевского месторождения содержание *Mn* достигает 1007 г/т (по всей видимости, из-за примеси гидроокислов марганца), *Ni* – 738, *Al* – 344, *Sr* – 222 (возможна примесь целестина, который встречается в зоне окисления месторождения в ассоциации с опалом). Можно также отметить присутствие *Co* в пределах 64 г/т, *Ba* – 39, *Zn* – 33 и *Ti* – 11.

Кимперсайские опалы имеют повышенные содержания *Al* и *Ni* – по 500 г/т, *Mn* – 71, *Cr* – 42, *Ti*, *Ba* и *Co* – порядка 10.

Таким образом, Буруктальские опалы характеризуются аномально высоким количеством никеля, Киембаевские – марганца, а Кимперсайские – алюминия. Геохимический фон опалов зачастую связан не только с субстратом пород, в которых они образовались, но и механической минеральной примесью.

## ПЛАТИНОИДЫ И СОПУТСТВУЮЩИЕ ИМ МИНЕРАЛЬНЫЕ ПАРАГЕНЕЗИСЫ В ВЕРХНИХ ГОРИЗОНТАХ РУДОНОСНЫХ ЗОН ЕКАТЕРИНИНСКОЙ ПЛОЩАДИ (СЕВЕРНЫЙ УРАЛ)

АЛЕКСАНДРОВ В. В., КОСТРОМИН Д. А.  
ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

В последние годы при проведении поисковых работ на рудное золото в пределах Екатерининской площади (Северный Урал) обнаружены проявления платиноидной минерализации, выявлены некоторые минеральные формы ее нахождения.

Район работ характеризуется сложным геологическим строением, он располагается в пределах Центрально-Тагильской структурно-формационной зоны, тяготея к ее восточной границе с Восточно-Уральской мегазоной. Граница между ними проходит по Серовско-Маукскому глубинному разлому. Зона глубинного разлома сопровождается телами интрузивных пород, а также серией оперяющих разрывных нарушений более высокого порядка. К таковым следует отнести Лозьвинский разлом взбросо-сдвигового характера, примыкающий к изученному участку с востока.

На участке распространены осадочные, вулканогенно-осадочные и вулканогенные образования ранне-среднедевонского возраста с горизонтами карбонатных пород. Установлено значительное развитие малых интрузий и даек основного и среднего состава (габбро-долериты и диориты ауэрбаховского комплекса –  $D_{2a}$ ) и даек субщелочного состава (монцодиориты боровского комплекса –  $C_{2b}$ ).

Рыхлые образования представлены мезозойскими континентальными образованиями лангурской свиты ( $J_{2-3}In$ ) и неоген-четвертичными отложениями. С ними связана россыпная золотоносность.

Химические коры выветривания мезозойского возраста имеют широкое распространение, их мощность колеблется от 20 до 50 м.

Перспективные золоторудные зоны тяготеют к области влияния Лозьвинского разлома. В его пределах установлены зоны брекчирования и дробления. Они сопровождаются областями развития линейных кор выветривания, нередко сопряженными с зонами проявления рудоносной аргиллизитовой формации.

Наиболее ранняя золоторудная минерализация отмечена в метасоматитах скарновой формации. С ней связано широкое развитие в породах магнетита и пирита ранней ассоциации. Следующая стадия, связанная с внедрением даек ауэрбаховского комплекса, сопровождается развитием метасоматитов березит-лиственитовой формации. С этими метасоматитами связана пирит-халькопирит-галенитовая ассоциация. Именно за счет разрушения коренных источников отмеченного типа были сформированы богатые россыпи мезозойского возраста, впоследствии испытавшие неоднократный переувлажнение. Наиболее позднее оруденение мы связываем с процессами мезозойской тектоно-магматической активизации, им свойственны минеральные ассоциации аргиллизитовой формации. Наблюдается парагенезис поздней генерации пирита с марказитом, халькопиритом, галенитом, а также широкое развитие самородных металлов как в коренных породах, так и в корах выветривания мезозойского возраста. За счет гипергенного преобразования полигенных ореолов скарновой, березит-лиственитовой и аргиллизитовой формаций были сформированы золотоносные коры выветривания.

Методом *HR/ICP-MS* (на 54 элемента, Институт геологии и геохимии УрО РАН, аналитик Ю. Л. Ронкин) проанализированы пробы с содержаниями золота от 0,2 до 0,8 г/т. При этом во всех пробах обнаружены содержания следующих элементов (г/т): платины – от 0,22 до 1,4; родия – от 0,16 до 1,3; осмия – до 0,03; иридия – от 0,05 до 0,15; рутения – от 0,045 до 0,29. По палладию также получены высокие данные, но они требуют уточнения.

Наличие минералов платиновой группы подтверждается при исследовании отмеченных проб на растровом электронном микроскопе (аналитик Черемных В. П.), а также с использованием оптических методов. В образце бурого железняка по сидеритизированному известняку обнаружены микроскопические частицы самородной платины и интерметаллида платины, палладия, свинца и мышьяка. Среди других рудных минералов отмечены пирит, марказит, грейгит, халькопирит, галенит, а также пока не идентифицированный самородный металл. Эти минералы имеют явно наложенный характер относительно гидроксидов бурого железняка. В образцах из измененного монцодиорита обнаружены зерна самородного палладия, интерметаллическое соединение палладия, цинка и меди в виде включения в самородной цинкистой меди. Помимо платиноидов в образцах также присутствуют окисленный пирит, халькопирит, самородное серебро и другие пока не идентифицированные самородные металлы.

Есть основания полагать, что отмеченные минеральные парагенезисы следует связывать с низкотемпературными гидротермальными процессами аргиллизитовой формации, проявившими себя в мезозое одновременно или сопряженно с процессами корообразования [1, 2].

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Азовскова О. Б., Малюгин А. А., Кузнецов В., Александров В. В. Новый тип гипогенно-гипергенного золотого оруденения на Среднем Урале. Особенности минералогии // Геология, генезис и вопросы освоения комплексных месторождений благородных металлов (Материалы Всероссийского симпозиума). – М.: ООО “Связь-Принт”, 2002. – С. 100-102.



## ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ И НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАФЕДРЫ ГЕОИНФОРМАТИКИ УГГУ

*ШИЛИНА Г. В.*

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

В работе кафедры геоинформатики УГГУ можно выделить несколько приоритетных направлений работ:

– подготовка и переподготовка специалистов в области геоинформационных технологий;

– освоение, разработка и внедрение современных методик и технологических приемов при использовании ГИС-технологий;

– разработка геоинформационных проектов на территорию недропользования.

Все перечисленные направления тесно взаимосвязаны между собой и при решении каждой из задач успешно дополняют друг друга.

Основным направлением деятельности кафедры, несомненно, является подготовка специалистов. Подготовка кадров при реализации геоинформационных технологий является в настоящее время одной из важнейших проблем во всех отраслях производства. Это обусловлено чрезвычайно высокими темпами распространения компьютерных методов обработки данных. Целью обучения студентов на кафедре является подготовка специалистов, способных решать задачи в геоинформационных проектах.

Основная цель таких проектов – информационное обеспечение прикладных задач, разработка и поддержка принятия научных и управленческих решений. Применение ГИС-технологий при решении задач недропользования предполагает использование мощного аналитического аппарата систем, и только в этом случае использование систем можно считать эффективным.

Для обучения специалистов такого уровня недостаточно теоретических и практических предметов учебного плана. Основным способом приобретения практических навыков организации геоинформационных проектов является обязательное участие в практической их реализации.

С целью получения таких навыков студенты старших курсов кафедры в обязательном порядке участвуют в разработке геоинформационных проектов. Это курсовые и дипломные работы учебного плана, а также участие в производственных проектах кафедры.

Участие в проектах сторонних организаций интересно еще и тем, что позволяет постоянно развивать и совершенствовать методику и технологию проектирования для решения новых и разнообразных задач. География таких проектов весьма обширна – Урал, Западная Сибирь, Татарстан, Таймыр, Казахстан, Киргизия. Круг прикладных задач очень широк – это геология, экология, сейсмология, мониторинг состояний окружающей среды.

Разработка проектов ведется в двух направлениях. Первое направление – электронные атласы, позволяющие интегрировать разнородные и разномасштабные данные. Использование таких атласов в территориальном управлении имеет большое значение, поскольку основной задачей ГИС является обеспечение функциональной информацией в процессе решения различных задач.

Вторая форма проектов – аналитическая, где ГИС рассматривается как система обработки интегрированных данных для получения качественно новой информации. ГИС как система накопления, хранения и отображения данных в этом случае играет вспомогательную роль.

На кафедре более 5 лет работают над геоинформационным проектом на территорию Урала. Структура этого проекта представлена тремя уровнями организации информации (геоинформационными пакетами) и включает как составляющие обе формы существования.

Геоинформационный проект построен по принципу набора электронных атласов, единым для которых является координатная привязка. Объединяющим началом каждого атласа является возможный круг пользователей и решаемых прикладных задач.

Геоинформационные пакеты (ГИП) проекта представляют собой базу картографических и атрибутивных данных, структурированных и топологически связанных между собой по трем масштабным уровням. Региональный уровень содержит набор цифровых карт различного содержания на всю территорию Урала. Территориальный уровень содержит пространственную и содержательную информацию по территории Свердловской области в виде электронных атласов: “Перспективные участки подземных вод”, “Техногенные месторождения”, “Месторождения строительных материалов” и т. д. Геоинформационные пакеты локального уровня разрабатываются для решения прикладных задач по отдельным участкам. В качестве примера можно привести следующие ГИП: “Сейсмораионирование опасных территорий”, “Технополис Заречный”, “Экология г. Верхняя Пышма”, “Маминское золоторудное поле”, “Сафьяновское месторождение меди” и многие другие.

Все перечисленные выше проекты проведены в тесном сотрудничестве с заказчиками. При создании проектов отработана методика систематизации материалов и анализа полученных данных, разработаны технологические приемы, позволяющие повысить качество работ и снизить затраты на выполнение проекта.

Участие в разработке таких проектов позволяет студентам накапливать необходимый опыт и приобретать навыки, которые помогут стать им хорошими специалистами.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ В УРАЛЬСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ГОРНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

*ПИСЕЦКИЙ В. Б., СИЛИНА Т. С.*

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Успешная деятельность добывающих и сервисных компаний в ресурсных областях зависит от образовательного и научно-методического уровней специалистов, обеспечивающих процессы разведки и разработки недр. Если в этом направлении попытаться обозначить наиболее общие и сложно решаемые проблемы, то в первую очередь необходимо назвать следующие:

– Уровень себестоимости продукции в добывающих и перерабатывающих компаниях горного профиля так или иначе зависит от возможностей производителя активно реагировать на скоротечные процессы развития научных, методических и технологических подходов к совершенствованию процессов недропользования и переработки минерального сырья.

– Свойство скоротечности названных подходов требует, с одной стороны, непрерывного развития технологического уровня процессов производства и поддержки соответствия этому уровню квалификации работников предприятия, а с другой – минимизировать все виды необходимых затрат, влияющих прямым или косвенным образом на качество, объем и расширение спектра продукции и услуг. Удовлетворить весь комплекс названных условий практически невозможно в границах одного предприятия. Вся история прогресса в производстве ресурсов и продуктов их переработки свидетельствует о фундаментальном значении тактики распределения функций и затрат Производителя (подрядчика) в среде корпоративной информационной сети Подрядчиков (субподрядчиков).

Одним из перспективных путей взаимовыгодного сотрудничества научно-образовательной и производственной сфер является система дистанционного интерактивного общения с использованием современных информационных коммуникаций и технологий.

Если учесть быстрое развитие коммуникационных сетей и средств информационного обмена в Российской Федерации, то стратегия и тактика деятельности любого предприятия вне зависимости от его удаления от крупных агломератов науки и производства выстраивается на основе следующих очевидных элементов корпоративной системы:

- средства информационного обмена в интерактивном и отложенном режимах;
- абонентские узлы технологического, методического, научно-образовательного и иных специализированных назначений, совокупность которых определяет структуру корпоративной сети и ее функциональные возможности;
- программные технологии управления информационными потоками в распределенной сети абонентов;
- программные технологии поддержки специализированных функций сетевого обмена по аналитическим, измерительным, тренажерным, справочным и другим направлениям горного профиля;
- технические и системные средства дистанционного образования и научно-методического оперативного обмена в интерактивных режимах.

В УГГУ развивается система интерактивных коммуникаций, основанная на лицензированных системах дистанционного образования (ПРОМЕТЕЙ) и модулях специализированного назначения. Настоящие технологии позволяют общаться, проводить консультации в режиме *of-* или *on-line*, заниматься самоподготовкой с использованием информационных ресурсов банка данных. Реализована система проведения практических занятий по тренинговым программам, тестированию и промежуточной аттестации.

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В МЕДНОРУДНОМ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

СЕМЯЧКОВ А. И., ПОЧЕЧУН В. А., ХИСМАТУЛИН Д. Р.  
ГУО ВПО “Уральский государственный горный университет”

Горнопромышленный комплекс Свердловской области является одним из старейших в России и в значительной степени определяет динамику развития Уральского региона. Интенсивная разработка месторождений полезных ископаемых существенно изменила экологическое состояние окружающей среды. В зоне размещения горно-металлургических предприятий практически не осталось природных экосистем. Устойчивое загрязнение имеет место во всех компонентах биосферы: атмосфере, гидросфере, литосфере, биоте.

Геоэкологическая оценка состояния зон влияния горно-металлургических комплексов позволяет объективно оценить не только состояние окружающей среды, но и установить потенциальные возможности по ее восстановлению и воспроизводству ресурсов Природы Человеком [1].

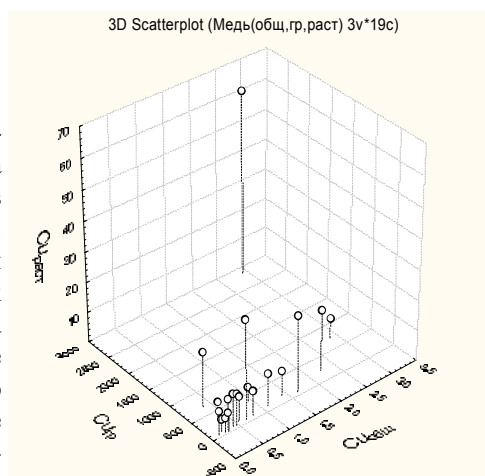
В качестве полигона для проведения исследований выбраны Первоуральско-Ревдинский, Кировградский и Красноуральский промышленные узлы, характеризующиеся широким спектром техногенных загрязнителей и типовым для Среднего Урала набором ландшафтных обстановок.

На территории полигона проведена площадная геохимическая съемка с отбором проб снега, почв, грунтов, поверхностных и подземных вод, растительности, насекомых, а также на территории Первоуральско-Ревдинского промузла заложена экологическая трансекта в западном направлении (минимальных аэрогенных переносов) от СУМЗа длиной 30 км. Вдоль экологической трансекты выделены зоны нагрузки: техногенная пустошь, импактная, буферная и фоновая зоны. В каждой из зон заложены ключевые участки для текущего многолетнего мониторинга состояния основных компонентов окружающей среды: почвы, растительности и животных.

По данным геохимического обследования, концентрация меди на изучаемых территориях превышает ПДК в несколько десятков раз. Участки с максимальным загрязнением расположены в центральных частях и приурочены к промышленным площадкам предприятий.

На основании статистического анализа данных выявлены значимые коэффициенты корреляции содержания элементов в различных средах и приведены уравнения множественной регрессии, которые более полно отражают взаимосвязь между содержанием элементов в биоте и в окружающей среде (см. рис.).

Рис. Точечная диаграмма зависимости содержания меди в растениях от ее содержания в грунтах и снеге (Кировградский промузел)



Экологические исследования горно-лесных бурых и дерново-подзолистых почв на ключевых участках в окрестностях СУМЗа показали, что техногенная трансформация ярко выражена как в морфологическом облике, так и в химических свойствах почв. Основными признаками очень высокого уровня техногенной нагрузки на почвы является эрозия органогенных горизонтов, вплоть до их полного исчезновения; появление оголенных пятен, промоин на поверхности почвенного покрова. Химический состав почв также сильно изменен. В техногенной пустоши и импактной зоне произошло сильное закисление верхних горизонтов почв (до  $pH=3,8$ ), снижение их степени насыщенности основаниями (в 1,5 раза). В толще почв 30-45 см накоплены высокие концентрации тяжелых металлов и железа.

Превышения фоновых концентраций в органических горизонтах ( $A_{от}$ ) по *Cu* и *Pb* достигают 30-50 раз, по *Cd* и *Zn* – 5-10 раз. Содержания тяжелых металлов в гумусовых горизонтах достигают 10-30 ПДК. В почвенно-грунтовых водах отмечены повышенные концентрации углерода (потечный гумус) и тяжелых металлов.

Аккумуляция поллютантов в природных средах вблизи источника эмиссии создает предпосылки для токсического поражения живых организмов, населяющих эти участки.

Детальный анализ особенностей концентрирования поллютантов выполнен для рыжей полевки. Уровни накопления токсикантов в депонирующих средах зависят от возраста и репродуктивного статуса зверьков, а также степени их оседлости. Следствием такой гетерогенности является избирательная элиминация из популяции особей с максимальными уровнями загрязнителей, что в свою очередь ведет к деформации демографической структуры и изменению ряда важнейших популяционных характеристик.

Таким образом, геохимическая съемка позволяет оценить уровни загрязнения и общую площадь техногенной геохимической аномалии, а экологические исследования на трансекте методом ключевых участков дают возможность детально изучить реакцию отдельных компонентов окружающей среды на загрязнение. Комплексное применение

этих подходов может быть положено в основу геоэкологической оценки состояния окружающей среды для предприятий цветной металлургии.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Теория, методика и практика геоэкологической оценки окружающей среды горно-металлургических комплексов: Учебное пособие / А. И. Семячков, В. А. Почечун, В. Л. Советкин; под ред. Ю. Г. Ярошенко. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. – 76 с.

### ШЛИХОМИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ АССОЦИАЦИИ СУСАНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

*АЛЕШКИНА С. В.*

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Сусанская площадь в административном отношении находится на территории южной части МО “Город Алапаевск” и северной части МО “Режевской район”.

Площадь сложена вулканогенными, вулканогенно-осадочными и осадочными породами девонского возраста, перекрытыми мезозойскими корами выветривания и песчано-глинистым чехлом кайнозоя. Интрузивные образования представлены ультраосновным среднеордовикским асбестовским и тремя гранитными комплексами: среднекаменноугольным кривчанским, позднепермским мурзинским и позднепермско-раннетриасовым юго-коневским.

Сусанская площадь расположена между двумя зонами широтных глубинных разломов: Режевского на юге и Луковского на севере. Из разрывных нарушений северо-восточного простирания выделяются Новокривчанский, Ленеvский и Клевакинский разломы. В строении района проявляется влияние магмоконтролирующего Асбестовского разлома, к зоне которого пространственно приурочены гранитоидные массивы.

Сусанская площадь располагается в одном из самых старых горнопромышленных районов Урала. Месторождения россыпного золота разрабатывались здесь с 1819 г. В 2002 г. в районе проведены прогнозно-поисковые работы на золото ОАО “СУГРЭ”. Была выделена Восточно-Мурзинская рудная зона, включающая Сусанское рудное поле, и в его пределах участок Сусанский Детальный. На Сусанском золотокварцевом месторождении Сусанской геологоразведочной партией производились канавные и шурфовочные работы с целью обследования уже известных жил и поисков новых.

Генезис золоторудных объектов площади до сих пор является дискуссионным. Большинство авторов считают их полигенными и полихронными гидротермальными образованиями, связанными с околорудными метасоматитами разных формаций: березитами-лиственитами, аргиллизитами, кварц-серицитовыми и др.

Изучение шлихо-минералогических ассоциаций участка Сусанский Детальный проводилось с целью определения формационной принадлежности золотого оруденения и сопряженных с ним метасоматитов.

Для анализа были использованы три шлиха-протопочки из элювиально-делювиальных отложений, развивающихся по девонским породам.

Шлихо-минералогическим анализом установлен следующий состав шлиха: рудные и акцессорные минералы – золото (1 %), оксиды железа (1-2 %), турмалин, циркон, пирит, кварц, эпидот (<0,5 %); породообразующие – ожелезненный серицит (96-98 %).

**Золото.** Встречено во всех трех шлихах в количестве от единичных до первых десятков знаков. Размер золотин колеблется от 0,03×0,01 до 0,28×0,25 мм. Зерна почти не окатанные, слабо окатанные, комковидной, комковидно-изометричной и изометричной формы с ячеистой, иногда раковистой поверхностью золотисто-желтого цвета. Коррозии зерен не наблюдается.

**Турмалин.** Отмечен во всех шлихах в количестве 4 знака. Зерна турмалина характеризуются размерами от 0,20×0,10 до 0,15×0,09 мм. Формы зерен угловатые. Цвет бурый, блеск стеклянный, минерал прозрачен.

**Циркон.** Встречен в двух шлихах в количестве 3 знаков. Размеры зерен от 0,20×0,11 до 0,20×0,09 мм. Зерна почти не окатаны. Цвет розовый, блеск алмазный, минерал прозрачен.

**Пирит.** Установлен в двух шлихах в количестве 2 знаков. Зерна пирита характеризуются размерами от 0,15×0,18 до 0,10×0,11 мм. Зерна почти не окатаны, латунно-желтого цвета, блеск металлический, минерал непрозрачен.

**Кварц.** Наблюдается в количестве 3 знаков. Размеры зерен от 0,17×0,15 мм до 0,16×0,15 мм. Зерна угловатые, слегка окатаны. В большинстве случаев кварц ожелезнен.

**Эпидот.** Обнаружен 1 знак. Зерно размером 0,15×0,1 мм, цвет зеленый, блеск стеклянный, минерал прозрачен. Зерно угловатое, неправильной формы.

**Алмаз.** В одном из шлихов встречено зерно, которое минералогическими методами определено как алмаз. Рентгеноструктурный анализ не проводился.

Все минералы имеют почти неокатанные или угловатые формы, что свидетельствует о незначительной их транспортировке.

Рентгеноспектральный анализ золотин, выполненный на растровом электронном микроскопе, показал высокую пробу золота (910-930). Установлено также присутствие серебра в количестве 6-10 % и незначительная (<0,5 %) примесь меди. Другие типичные элементы-примеси золота (*Hg, As, Sb, Pd*) не обнаружены.

Рентгеноструктурный анализ слюды, выполненный Н. Г. Сапожниковой, показал ее принадлежность к мусковитовому типу модификации  $2M_1$ . Это наиболее распространенный и энергетически устойчивый политип, характеризующийся неупорядоченным расположением катионов *Si* и *Al* в тетраэдрических сетках, типичен для относительно высокотемпературных условий образования (580-720 °). Появляется обычно ближе к рудным зонам.

Циркон и турмалин являются акцессорными минералами гранитоидов и связаны, по всей вероятности, с Кривчанским гранитным массивом, к которому участок приурочен пространственно и, видимо, генетически. Кварц, пирит, эпидот, серицит и золото – типоморфные минералы березитов.

Совокупность полученных данных говорит о том, что золото имеет гидротермальный характер и, скорее всего, принадлежит к золото-сульфидно-кварцевой березит-лиственитовой формации.

## ТРЕЩИННАЯ ТЕКТОНИКА МАЛОХАДАТИНСКОГО БЛОКА МАССИВА СЫУМ-КЕУ (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

ЛАДЕЙЩИКОВА С. А.

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Сыум-Кеу является самым северным из ультраосновных массивов Урала и располагается на пересечении крупных тектонических структур, которые разделяют Восточно-Европейскую, Западно-Сибирскую и Арктическую плиты. Он вытягивается в меридиональном направлении на 60 км при ширине 12-15 км и имеет серповидную в плане форму. На западе массив имеет тектонический контакт с метаморфическими породами харбейского (*PR*) и няровейского (*R*) комплексов, с востока его окружают габброиды Щучьинского синклиория.

Л. И. Гурская (ВСЕГЕИ), детально изучившая особенности строения и состава массива Сыум-Кеу, считает, что слагающий его габбро-пироксенит-дунит-гарцбургитовый комплекс представлял собой единый магматический расплав, характеризующийся отчетливой дифференциацией гомодромной направленности от ультраосновных членов к основным (снизу вверх). По ее мнению, массив обладает скрытой расслоенностью, аналогичной платиноносному массиву Стиллуотер в США. Возраст массива, определенный самарий-неодимовым методом, составляет  $604 \pm 39$  млн. лет, что соответствует позднему протерозою.

Месторождения МПГ стиллуотерского типа приурочены к ритмично расслоенным, чаще всего протерозойским, плутонам средних размеров, располагающимся в крупных рифтогенных структурах, как правило, в их обрамлении. Рудные тела представляют собой платиноносные малосульфидные маломощные пластообразные горизонты норитов, анортозитовых габбро, лейкогаббро и т. д., обычно протягивающиеся на единицы-десятки километров и характеризующиеся достаточно выдержанными содержаниями МПГ. Наиболее характерными типовыми объектами являются Стиллуотерское месторождение США, месторождение Пеникат в Финляндии и Лак-дез-Иль в Канаде, платиноносные массивы Манни-Манни и Уиндимурра (Австралия), Федорово-Панское рудопроявление в России.

По геологическим, геохимическим и геофизическим данным Л. И. Гурская выделяет Малохадатинский участок как наиболее перспективный на обнаружение платиноносности стиллуотерского типа. На этом участке выполнен анализ массовых замеров мелкой трещиноватости для определения возрастных взаимоотношений между породами мафит-ультрамафитовых комплексов массива Сыум-Кеу.

На участке выделено 5 разновидностей горных пород. Ультрамафиты представлены небольшими телами дунитов и сопровождающими их выходами полосчатого комплекса дунит-верлит-клинопироксенитового состава (ДВК). Среди габброидов визуальнo выделяются гранатовые метагаббро, габброамфиболиты и габбронориты. Наиболее перспективным на платину считается полосчатый комплекс.

Массовые замеры трещин выполнены на 8 станциях. Обработка замеров трещиноватости проведена графо-статистическим способом на круговых диаграммах.

Полученные результаты приводятся ниже в табл.

Обобщение представленных данных позволило сделать следующие выводы.

Планы деформаций в ультраосновных и основных породах участка резко различны. В дунитах и ДВК ориентировка оси сжатия северо-восточная. Она соответствует северо-западному направлению структур, который



существовал на Урале в докембрийское время и был связан с внутриконтинентальным рифтогенезом. Ориентировка осей сжатия в основных породах субширотная. Направление геологических структур при этом является субмеридиональным (уральским), то есть габброиды предположительно принадлежат палеозойскому этапу развития Урала, к его островодужной стадии. Таким образом, плутониты Хадатинского участка представляют собой два разновозрастных комплекса.

Таблица

Результаты анализа мелкой трещиноватости, Малохадатинский участок

№ пп	№ площади	№ станции	Горные породы	Ориентировка оси сжатия, °	Направление перемещений	
					горизонтальных	вертикальных
1	1	1	дуниты	65	-	взброс
2		3	ДВК	40	правый сдвиг	взброс
3		5	габброамфиболиты	345	левый сдвиг	взброс
4		6	гранатовые габбро	290	правый сдвиг	взброс, сброс
5	2	7	ДВК	75	правый сдвиг	взброс
6		8	габброамфиболиты	295	-	взброс
7		2	габбронориты	285	правый и левый сдвиг	взброс
8	3	4	ДВК	45	правый сдвиг	взброс

По кинематике тектонические деформации также неоднородны. В дунитах проявились только взбросовые перемещения, в породах ДВК тектонические движения отвечают правому сдвигу-взбросу. Кинематика смещений в породах габброидного ряда различна: в габброамфиболитах и габброноритах фиксируются левые сдвиги-взбросы, но в отдельных системах габброноритах отмечаются и правые сдвиги. В гранатовых габбро горизонтальные перемещения отвечают только правым сдвигам, а вертикальные – взбросам и сбросам. Габброиды разной степени метаморфизма соответствуют, очевидно, разным стадиям тектонических подвижек.

Таким образом, анализ трещинной тектоники не подтверждает предположение о едином магматическом расплаве и возможности обнаружения платиноидов стиллуотерского типа. Вероятно, платиноносность массива Сьум-Кеу следует связывать с хромититами.

### МЕССБАУЭРОВСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ И ОКСИТЕРМОБАРОМЕТРИЯ ХРОМОВЫХ ШПИНЕЛЕЙ АРКАШОРСКОГО И ПАЙТОВСКОГО РУДОПРОЯВЛЕНИЙ ВОЙКАРО-СЫНИНСКОГО МАССИВА (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

ШИРЯЕВ П. Б.

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Окситермобарометрия является распространенным методом петрологических исследований. Благодаря появлению новых методов анализа вещества, мы можем производить достаточно точные расчеты температур образования минеральных парагенезисов и поведения флюидов в системе. Нами были исследованы рудообразующие хромовые шпинели северной части Войкаро-Сынинского массива. Исследования подобного рода, когда изучению подвергаются рудообразующие шпинели, впервые были выполнены для полярноуральских ультрамафитов.

Монофракции хромовых шпинелей отобраны из двух рудопроявлений – Пайты и Аркашорское. Степень окисления железа во всех образцах рассчитана на основании данных мессбауэровской (ЯГР) спектроскопии. ЯГР-спектры хромитов получены на временном спектрометре с источником излучения  $Co-57$  в матрице  $Rh$  (естественная ширина линии 0,26 мм/с) в режиме постоянных ускорений с пилообразной формой управляющего сигнала. Анализ был выполнен в ИМин УрО РАН, аналитик Миронов А. Б. Мессбауэровские спектры рассчитаны на три дуплета. Дуплет с меньшими значениями изомерного сдвига и квадрупольного расщепления был отнесен к ионам  $Fe^{3+}$ . Составы оливинов определялись при помощи микрозондового анализа (ГЕОХИ РАН, аналитик Н. Н. Кононкова).

Составы хромовых шпинелей относятся по классификации Н. В. Павлова к субферриалюмохромику [4]. Отмечается зависимость изомерного сдвига и квадрупольного расщепления мессбауровских спектров от состава минерала. Разница между степенью окисления железа, определенной по спектрам и из предположения о стехиометрии состава, значительна, несоответствия характерны для более железистых хромшпинелидов. Эта особенность отмечалась и в литературе [2].

Информация о составах минералов позволяет рассчитать температуру равновесия “оливинхромовая шпинель” при помощи ионообменного геотермометра О’Нела–Вола–Большауза–Бери–Грина (*O’NWBBG*). Температура (табл.) для Аркшорского рудопроявления находится в пределах 881-611 °С. Хромиты участка Пайты показывают сходные температуры, составляющие 820-601°С.

Таблица

Данные окситермобарометрии хромовых шпинелей и геохимические характеристики их состава

№	$t, K$	$t, ^\circ C$	$dfO_2(FMQ)$	$fO_2(FMQ)$	$Fe^{3+}/\Sigma Fe$	$Cr/(Cr+Al)$
1	1052	779	0,715	-13,631	0,41	0,634
2	1004	731	0,926	-14,511	0,75	0,551
3	1154	881	-0,174	-12,505	0,27	0,832
4	911	638	0,599	-17,251	0,75	0,445
5	884	611	0,665	-18,003	0,77	0,464
6	954	681	0,287	-16,386	0,76	0,274
7	921	648	0,675	-16,814	0,26	0,722
8	1010	737	0,583	-14,718	0,70	0,453
9	874	601	0,13	-18,859	0,24	0,349
10	1093	820	1,193	-12,200	0,38	0,760
11	1074	801	0,167	-13,540	0,27	1,020

Примечание. № 1-5 – Аркашорское рудопроявление; № 6-11 – рудопроявление Пайты.

Летучесть или фугитивность кислорода – крайне изменчивый показатель, характеризующий степень окисления пород и руд в данной геотектонической обстановке. Для равновесия аксессуарная хромовая шпинель – оливин альпинотипных ультрабазитов, он зависит от степени деплетирования, при возрастании которой фугитивность уменьшается [1, 3]. Шпинели Вокаро–Сыньинского массива имеют широкий спектр значений фугитивности. Даже в пределах одного рудного тела она может существенно варьировать, относительно буфера *FMQ* на 1.1 ед. В общем случае  $fO_2$  находится в пределах – 0,174 до 1,193 ед. относительно *FMQ* (рис. 1). Зависимость хромистости хромшпинелида от фугитивности – прямая, как и в рудовмещающем дунит-гарцбургитовом комплексе (рис. 2) [1, 3].

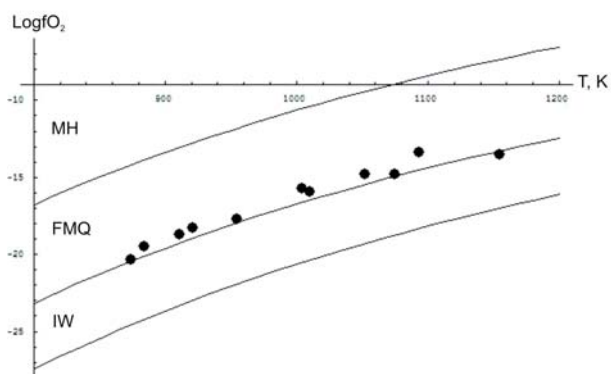


Рис. 1. Зависимость  $\log fO_2$  от температуры

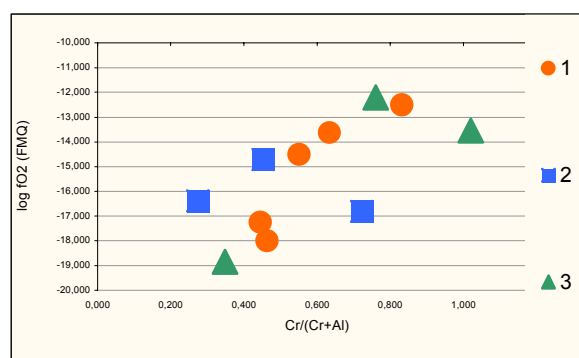


Рис. 2. Зависимость фугитивности кислорода от хромистости рудообразующих шпинелей: 1 – р. т. 3415, Аркашорское р. п.; 2,3 – р. т. 31, 33, р. п. Пайты

Представленные данные являются предварительными. Цель дальнейших работ изучение закономерностей изменения  $P$ - $T$ - $fO_2$  параметров в пределах отдельных рудных тел, что требует большего объема данных.

1. Чашухин И. С., Вотяков С. Л., Уймин С. Г., Борисов Д. Р., Быков В. Н. ЯГР-спектроскопия хромшпинелидов и проблемы оксибарометрии хромитоносных ультрамафитов Урала. – Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 1996.
2. Макеев А. Б. Минералогия альпинотипных ультрабазитов Урала. – С.-Пб: Наука, 1992.
3. Чашухин И. С., Вотяков С. Л., Щапова Ю. Л. ЯГР-Кристаллохимия хромшпинели и окситермобарометрия ультрамафитов складчатых областей. – Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2007.
4. Павлов Н. В., Кравченко Г. Г., Чупрынина И. И. Хромиты Кемпирсайского Плутона. – М.: Наука, 1968.

## **ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И СОСТАВ РУДООБРАЗУЮЩИХ ХРОМОВЫХ ШПИНЕЛЕЙ ЯМБОТЪВИССКОГО УЧАСТКА (ВОЙКАРО-СЫНИНСКИЙ МАССИВ, ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)**

*СЕЛИВАНОВ Р. А.*

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Ямботьвисский участок расположен на водоразделе ручья Ямботьвис и р. Левая Пайера в северо-восточной части Войкаро-Сынинского ультраосновного массива вблизи тектонического контакта с габброидами и принадлежит к верхам типичного разреза ультраосновных пород офиолитовых ассоциаций.

Дунит-верлит-клинопироксенитовый комплекс развит незначительно и проявлен в развитии пироксеновых и пироксенсодержащих дунитов на контакте ультрабазитов с вышележащими габброидами, измененными в амфиболитовой фации. Гарцбургиты (оливин – 80-85 %, ортопироксен – 15-20 %, клинопироксен – 3-5 %, хромовая шпинель – около 1 %) развиты на участке повсеместно в составе пород дунит-гарцбургитового комплекса. Структура породы протогранулярная, гипидиоморфнозернистая (идиоморфизм убывает в ряду оливин-энстатит-диопсид), среднезернистая. Метаморфические изменения гарцбургитов проявлены в образовании псевдоморфоз мелкозернистого тальк-амфиболового агрегата по энстатиту и развитию пластинчатого серпентина (антигорита) по оливину. Степень амфиболитизации и серпентинизации пород локально изменяется от слабо- до сильноизмененных по всей площади. В гарцбургитах развиты дуниты в виде прожилков, жил мощностью 0,1-0,3 м, образующих сетку и секущих полосчатость в гарцбургитах, и линзовидных тел мощностью более 1 м. Простираение дунитовых тел, также как и участков с повышенным содержанием дунитовой составляющей, северо-восточное, от 20 до 40°. Количество и мощность дунитовых жил уменьшаются с удалением от крупных дунитовых тел. Контакты между дунитами и гарцбургитами резкие, без следов дробления или изменения зернистости минералов пород. Дуниты (оливин – 90-95 %, ортопироксен – 2-8 %, хромовая шпинель – 1-5 %) развиты в составе пород дунит-гарцбургитового комплекса от 15 до 70 %, с фоновым содержанием 15-20 %. Структура породы протогранулярная, панидиоморфнозернистая, от мелко- до среднезернистой. По породам дунит-гарцбургитового комплекса развиты ультраосновные метаморфиты – войкариты, слагающие зоны резко переменной мощности в виде полос в центральной части участка и крупных площадей в северной части участка северо-восточного простираения. Войкариты представлены в основном оливин-антигоритовыми породами и сопутствующими им амфибол-оливин-антигоритовыми, образованными по гарцбургитам. Дуниты, присутствующие среди метаморфизованных гарцбургитов, перекристаллизованы, нередко с образованием пегматоидных структур. Структура метаморфитов порфирукластическая до лейстовой, гранолепидобластовая. В сильно катаклазированных разновидностях угловатые и округлые зерна оливина, дислоцированные по краям, погружены в массу криптозернистого гранобластового оливина и антигорита. Этот агрегат имеет турбулентную структуру и обволакивает порфирукласты, на границе с ними появляется тонкозернистый рекристаллизованный оливин без антигорита. Породы распространены в центральной и северной частях площади. На Ямботьвисском участке с юга на север наблюдается последовательная смена низкотемпературных минеральных ассоциаций более высокотемпературными в следующей последовательности: амфиболитизированные серпентинизированные гарцбургиты – амфибол-оливин-антигоритовые породы – оливин-антигоритовые породы.

Проявления хромовых руд локализованы в дунитовых телах. Наиболее изученным в пределах Ямботьвисского участка является Морковкинское рудопоявление, открытое в 60-х г. XX в. В. Ф. Морковкиной. Рудопоявление представлено одним рудным телом линзовидной формы. Мощность тела (м) – от 5,0 до 11,2, в среднем 6,4; протяженность – 37. Хромовая руда нодулярной текстуры, плотная; нодулы округлой или правильной октаэдрической формы, размером 0,7-1,5 см, до 3 см. Руды представлены двумя типами: густовкрапленными и средневкрапленными, в равном соотношении. Контакты между рудами и вмещающими породами резкие, тектонические, сопровождаются оторочкой из брекчированного серпентинита. Рудообразующая хромовая шпинель высокоглиноземистая, среднехромистая. Химический состав минерала определен с помощью электронно-зондового микроанализатора

(ГЕОХИ РАН, аналитик Н. Н. Кононова).  $Cr_2O_3$  варьирует от 39,08 до 43,31 %, в среднем 40,80 %,  $Al_2O_3$  – от 25,96 до 27,67 %, в среднем 26,92 %.

В пределах Ямботывисского участка исследован состав рудообразующих хромовых шпинелей из нескольких рудопроявлений (р. п. 118, 24, 25, 32, 28). Предположительно, часть из них (рудопроявления 24, 25, 28) приурочена к одной серии дунитовых тел, образующих полосу северо-восточного простирания. Рудопроявление 28 расположено в юго-западной части участка и представляет собой серию рудных линз в дунитовом теле. Выделяются три линзы мощностью в среднем от 1,25 до 2,0 м каждая. Руда от средне- до густовкрапленной, участками сплошная, крупно-среднезернистая, силикатная часть представлена серпентином и хлоритом. Рудообразующая хромовая шпинель высокоглиноземистая, среднехромистая. Содержание  $Cr_2O_3$  в минерале составляет от 41,27 до 43,35 %,  $Al_2O_3$  – от 24,20 до 25,74 %. Рудопроявление 118 расположено в северо-восточной части участка. Рудная залежь имеет линзовидную форму и сложена в центральной части средне-крупнозернистой сплошной массивной рудой с тонкозернистыми выделениями уваровита по трещинам. Апикальные части рудного тела представлены средневкрапленным мелкозернистым хромитом с оливином в интерстициях. Мощность рудного тела по скважинам около 14 м. Содержание  $Cr_2O_3$  в минерале варьирует от 40,36 до 43,18 %, в среднем составляя 41,08 %;  $Al_2O_3$  – от 26,44 до 28,82 %, в среднем 28,13 %.

Массовая доля окиси хрома в рудообразующих шпинелях Ямботывисского участка варьирует от 39,08 до 43,18 %, алюминия – от 24,20 до 28,82 %, суммарного железа – от 13,77 до 19,07 % и магния – от 13,78 до 16,93 %.

Корреляционные зависимости между основными минералообразующими элементами были опубликованы ранее [1]. В результате шпинели Морковкинского рудопроявления более железистые и несколько менее хромистые по сравнению с хромовой шпинелью из 118 рудопроявления при близком количестве глинозема. Наиболее высокохромистыми и наименее глиноземистыми являются шпинели рудопроявления 28. Также они являются наиболее железистыми на участке. Рудопроявление 25 сложено наиболее высокоглиноземистыми разностями шпинели.

Несмотря на единство геологического строения Ямботывисского участка, состав и структурно-текстурные особенности руд заметно варьируют, что отражает как условия рудообразования, так и степень метаморфических изменений ультрамафитов и рудопроявлений участка.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Селиванов Р. А., Никольская Н. Е. Состав рудообразующих хромовых шпинелей Ямботывисского участка (Войкар-Сынинский массив, Полярный Урал) // Уральская минералогическая школа – 2006. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. – С. 114-115.

## МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОРЕННОГО ЗОЛОТА И ТИТАНА АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

*РЫБАЛКО В. А.*

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Важнейшими составляющими минерально-сырьевой базы Амурской области являются объекты коренного золота и титана, в сумме они составляют 10 % от общей стоимости минерального сырья области.

В конце прошлого века выявлены наиболее значительные по запасам Бамское и Покровское золоторудные месторождения и месторождение Большой Сэйим магнетит-ильменитовых руд.

Бамское месторождение расположено в пределах Алдано-Станового щита Сибирской платформы. В структурном отношении месторождение расположено в зоне Станового глубинного разлома. Вмещающими породами являются гранитоиды раннепротерозойского возраста с многочисленными останцами амфиболит-гнейсового комплекса. Главную роль в структуре месторождения играют разломы субширотной ориентировки Чульбангринского надвига. Все рудные тела располагаются в автохтоне надвига. Рудные тела представлены зонами штокверкоподобного окварцевания, кварцевыми и кварц-карбонатными жилами с сульфидами, минерализованными зонами дробления. Простирание рудных тел субширотное, реже северо-восточное. Мощность рудных тел 0,7-22,4 м (средняя 2,3 м), протяженность до 1500 м (в среднем 780 м). По падению рудные тела прослежены до глубины 300-600 м. Среднее содержание золота составляет 5,9 г/т, серебра – 16,9 г/т. Проба золота варьирует от 556 до 961 (средняя 780). Размер золота от субмикроскопического до мелкого (1,0 мм). Золото в рудах свободное, комковато-пластинчатой, удлиненно-пластинчатой формы. Как примесь золота отмечается в сульфидах (3,4 %). Серебро связано с сульфидами. Отношение золота к серебру устойчивое и составляет 1:3. Спутниками золота являются галенит, халькопирит, блеклые руды, гессит, акантит, шеелит. В качестве попутных компонентов могут представлять интерес вольфрам и медь, содержание которых соответственно 0,03 и 0,2 %. Околорудные метасоматиты представлены кварц-

серицитовой (мусковитовой) формацией. По предварительным оцененным запасам и ресурсам это одно из крупнейших месторождений Дальнего Востока. Месторождение относится к золото-кварцевой малосульфидной формации.

Покровское месторождение располагается в пределах Буреинского срединного массива (коллага терейнов) и приурочено к Умлекано-Огоджинскому вулканоплутоническому поясу мезозойского возраста. Месторождение располагается вблизи Транссибирской магистрали. В пределах рудного поля присутствуют юрские терригенные отложения, инъецированные меловыми гранитоидами. Перекрывающими образованиями являются вулканиты мела. Важную роль в геологическом строении месторождения играет силл дацитов, контролирующей положение нижней границы оруденения. Рудовмещающий комплекс пород (гранитоиды, осадочные и вулканические породы) подвержен пропилитизации, аргиллизации, окварцеванию и сульфидизации.

Месторождение относится к золото-серебряной (золото-халцедоново-кварцевой) формации. Здесь выявлено 5 рудных тел, представляющих собой субгоризонтальные, изометричные прожилково-жилные зоны. Мощность рудных тел колеблется от 0,5 до 70,1 м, составляя в среднем 16,2 м. Они представляют собой совокупность жил, прожилков, брекчий. Промышленную ценность составляют золото и серебро. Среднее содержание золота в рудных телах – 4,4; серебра – 8,1 г/т. Основными рудными минералами являются пирит, арсенопирит, сфалерит, магнетит, гематит, золото, аргентит, марказит, галенит, пирротин, электрум, полибазит, пираргирит, молибденит, блеклая руда, антимонит, киноварь. Количество рудных минералов 1-3 %. Жильные минералы: кварц, адуляр, кальцит, хлорит. Проба золота 670-735, в среднем 685. По количеству запасов месторождение оценивается как среднее.

Магнетит-ильменитовое оруденение связано с габбро-анортозитами в пределах Становой складчато-блоковой системы.

Месторождение Большой Сэйим расположено на северо-западе области в 15 км от трассы БАМ.

В геологическом строении площади месторождения принимают участие позднеархейский габбро-анортозитовый комплекс, представленный диафоритами по габброидам, норитам, пироксенитам. Месторождение представлено единым штокообразным рудным телом, выраженным на поверхности подковообразной формой. Рудная залежь имеет крутое падение и выдержанную мощность до глубины 460 м (по результатам бурения). В строении залежи принимают участие: вкрапленные руды с содержанием  $TiO_2$  5-8 %, слагающие основной объем, массивные и вкрапленно-гнездовые руды с содержанием  $TiO_2$  более 8 %, руды с убогим содержанием ( $TiO_2$  менее 5 %). Содержание  $TiO_2$  составляет в среднем 8,45 %, попутных компонентов: железа общего – 17,98 %; железа магнетитового – 3,73 %; пятиокси ванадия – 0,1 %; пятиокси фосфора – 1,46 %. По суммарным запасам и ресурсам диоксида титана месторождение относится к уникальным.

Руды представляют собой агрегат из рудных минералов, представленных ильменитом, магнетитом, апатитом и нерудными минералами. Доля наиболее ценного компонента – ильменита составляет в среднем 66 % от суммы рудных минералов. В результате лабораторно-технологических исследований доказана возможность получения из руд железо-ванадиевого, ильменитового и апатитового концентратов с высокой степенью извлекаемости полезных компонентов.

## **ФОРМИРОВАНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИИ РАЗМЕЩЕНИЯ ХВОСТОХРАНИЛИЩА ОАО “СВЯТОГОР”**

*ПАРФЕНОВА Л. П., КОПЕНКИНА О. А.*

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Хвостохранилище ОАО “Святогор” построено в 1963-1964 гг. и является гидротехническим сооружением II класса. Хвостохранилище пойменного типа. Его свободная емкость создана путем строительства дамб обвалования насыпного типа, максимальная высота которых 16,5 м. Хвостохранилище состоит из двух частей, разделенных дамбой. В одной, площадью 200 га и объемом 10,6 млн. м<sup>3</sup>, заскладированы отходы фосфогипса, а вторая размерами 500 га и 37,5 млн. м<sup>3</sup> соответственно используется для размещения хвостовой пульпы. Кроме того, в хвостохранилище сбрасываются для осветления стоки серноокислотного и металлургического цехов, хозяйственно-бытовые и ливневые стоки с территории промплощадки. Комплексное использование емкости хвостохранилища является характерной чертой большинства накопителей Урала. Как и все существующие на Среднем Урале накопители промстоков, хвостохранилище ОАО “Святогор” построено на естественном основании без каких-либо защитных противифльтрационных мероприятий. Сроки эксплуатации Сорьинского хвостохранилища намного превышают проектные и приближаются уже к 40 годам. Химический состав жидкой фазы хвостовой пульпы интегрально отражен в составе оборотной воды, которая по макрокомпонентному составу сульфатная кальциевая, по величине общей минерализации – соленая (2-2,5 г/дм<sup>3</sup>), содержание основных микрокомпонентов, выраженное в мг/дм<sup>3</sup>, составляет: меди – 1,6; цинка – 24,7; железа – 0,023; мышьяка – 0,027; фторидов – 7,3; значение *pH* 6,5.



В гидрогеологическом отношении район исследований расположен в пределах Большеуральского сложного бассейна корово-блоковых (пластово-блоковых и пластовых) безнапорных и субнапорных подземных вод. Подземные воды развиты повсеместно и приурочены к верхней трещинной зоне коры выветривания порфириров и кварцевых диоритов. Территория была перекрыта сверху слоем пиритных и кварцевых хвостов мощностью от 0,2 до 3,9 м. В основании насыпных грунтов повсеместно отмечалось “скопление атмосферных и производственных вод, местами свободно вытекающих из насыпи”. Химический состав этой воды сульфатный, величина сухого остатка 3400 мг/л, содержание свободной углекислоты 57 мг/л,  $pH$  6,9. Определение концентрации металлов не проводилось.

Обобщая данные, полученные в процессе эксплуатации хвостохранилища, было выделено наличие двух водоносных горизонтов: верхний техногенный водоносный поровый горизонт, приуроченный к отложениям техногенного, озерно-болотного и аллювиального генезиса, для которых характерны несколько повышенные фильтрационные свойства по сравнению с преимущественно глинистыми грунтами зоны аэрации; нижний водоносный порово-трещинный горизонт, приуроченный к коре выветривания скальных пород, в основном порфириров. Эти гидрогеологические стратоны разделены между собой слабопроницаемой толщей переменной мощности от 1,5 до 15 м. Техногенный водоносный горизонт имеет мощность 0,5-2,5 м, по условиям залегания – безнапорный, уровень устанавливается на глубине от 0 до 1,0 м от поверхности. Источник питания – преимущественно атмосферный. Химический состав подземных вод от гидрокарбонатного кальциево-натриевого до гидрокарбонатно-сульфатного кальциево-магниевого, величина общей минерализации от 0,3 до 1,7 г/дм<sup>3</sup>, значение  $pH$  от 3 до 11, что указывает на сложность процессов физико-химического взаимодействия, происходящих в системе “подземные воды – водовмещающие породы” этого горизонта. Нижележащий водоносный горизонт имеет вскрытую мощность около 10 м. Теоретически глубина зоны экзогенной трещиноватости 30-50 м. По условиям залегания подземные воды горизонта напорные или субнапорные, что указывает на подпертый режим их фильтрации. Уровень появления воды отмечается на глубине 7-16 м, устанавливается на глубине от 2 до 3 м, высота напора около 10 м и более. В период паводка часть скважин самоизливается. Источники питания горизонта – инфильтрация атмосферных осадков, перетекание из вышележащего водоносного горизонта и фильтрационные потери со стороны хвостохранилища. Химический состав подземных вод от гидрокарбонатного кальциевого до сульфатного кальциево-натриевого, общая минерализация от 0,8 до 3,5 г/дм<sup>3</sup>,  $pH$  от 6 до 11, что указывает на развитие процессов техногенной метаморфизации подземных вод в результате длительного воздействия фильтрационных потерь.

Формирование гидрогеологических условий территории размещения хвостохранилища определяется следующими природными факторами: преимущественно глинистым составом пород зоны аэрации, безнапорными условиями залегания подземных вод, их атмосферным питанием и соответствующим химическим составом – гидрокарбонатным кальциевым на фоне общей минерализации до 1 г/дм<sup>3</sup>.

Искусственные факторы обуславливают наличие на территории длительно эксплуатируемого хвостохранилища. Фильтрационные потери, формирующиеся в процессе его эксплуатации, являются существенным дополнительным источником питания подземных вод, который привел к изменению режима фильтрации от свободного к подпертому, сформировал техногенный водоносный горизонт в границах зоны аэрации, а также стал причиной метаморфизации естественного химического состава подземных вод, изменив их исходный химический состав, загрязнил подземные воды солями тяжелых металлов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Парфенова Л. П., Копенкина О. А. Проблемы гидрогеологических исследований с целью создания режимной сети на действующих шламохранилищах металлургических предприятий Среднего Урала // Записки горного института. Т. 153. – Санкт-Петербург, 2003. – С. 93-96.

## ПРОГРАММА ОБРАБОТКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ КАРОТАЖНЫХ КРИВЫХ

*КРЫЛОВ С. А.*

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Современный этап развития вычислительной техники позволяет применять ее практически в любой отрасли человеческой деятельности, исключением не стала и геофизика. Однако подавляющее большинство разработанных программных продуктов в этой сфере ориентированы на осадочный разрез и углеводородные полезные ископаемые. Эта специфическая ориентация не позволяет применять программы для обработки и интерпретации рудных разрезов.

По заказу ОАО “Ямалзолото” была разработана программа обработки и интерпретации каротажных диаграмм. В этой программе реализован математический аппарат обработки данных и графический аппарат представления разреза и каротажных кривых. Программа обладает дружественным интерфейсом. В отличие от существующих

программных продуктов, она ориентирована на рудный разрез Полярного Урала (включены обозначения основных горных пород и наложенных процессов).

Функциональные возможности программы:

- Считывание/запись данных из/в файл формата \*.las;
- Первичная обработка кривых (сглаживание в прямоугольном окне произвольного размера, инверсия кривой, т. е. возведение отсчетов в степень -1);
- Графическое отображение кривых (в линейном и логарифмическом масштабах) и выделенных слоев пород;
- Расчленение разреза с помощью манипулятора “мышь” (см. рис.);

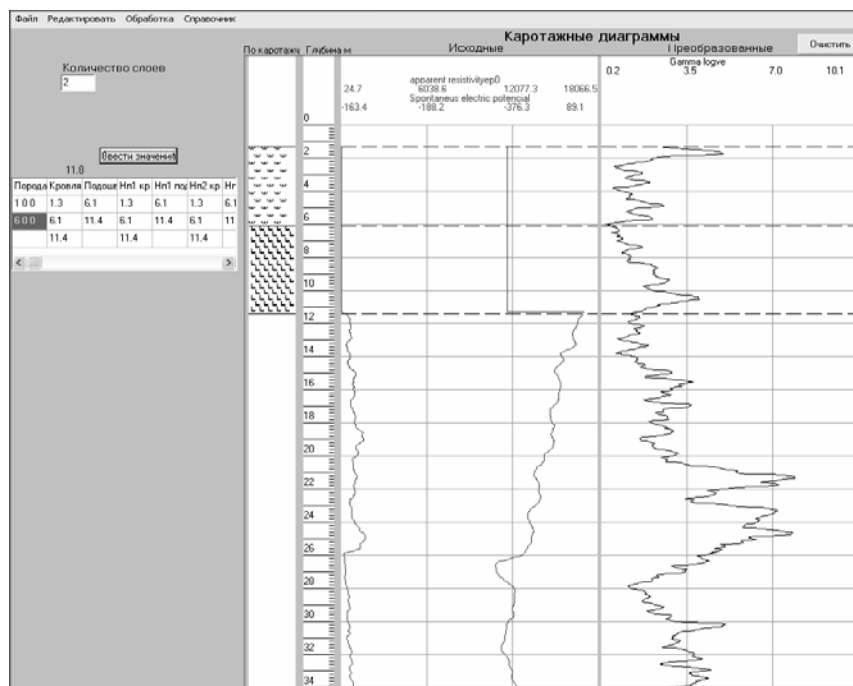


Рис. Окно программы на этапе расчленения разреза

- Вывод на печать кривых и расчлененного разреза в масштабе 1:2000;
- Редактирование значений кривых;
- Редактирование границ пород и наложенных процессов;
- Сохранение кривых и разреза на любом этапе расчленения.

## ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА И УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ЧЕРНОРЕЧЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДОЛОМИТОВ

СОКОЛОВА Ю. А.

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Чернореченское месторождение металлургических доломитов расположено на западном склоне Среднего Урала, в 6,3 км севернее пос. Крылосово на территории Муниципального образования “Город Первоуральск” Свердловской области.

Залежь доломитов приурочена к полосе развития карбонатных пород  $D_3ef$ , которая расположена в зоне сочленения Дружининской структуры и Черемшанской синклинали Улсовско-Билимбаевского синклинория. Строение залежи простое. Она представляет собой пластообразное тело, простирающееся в северо-восточном направлении на 1040 м с крутым падением на восток под углом  $70^\circ$ . Ширина залежи доломитов 410-440 м.

Изучение вещественного состава Чернореченского месторождения определяется необходимостью как более детального исследования минерального состава, так и использованием полученных данных для решения вопросов генезиса месторождения.

Доломиты Чернореченского месторождения имеют светло-серую, темно-серую окраску. Текстура доломитов чаще массивная, реже – слоистая, участками – брекчиевая.

По результатам изучения прозрачных шлифов доломит бесцветный, белый, светлых оттенков различных цветов или серый за счет псевдоабсорбции, редко коричневатый. Имеет высокие цвета интерференции. Наблюдается в виде мозаичного агрегата более или менее однородных по величине ромбоэдрических зерен. Зерна размером от 0,01 до 0,05 и менее 0,01 мм, имеют большей частью неправильные, изометрично-округлые или ромбоэдрические очертания, так как ромбоэдры, теснясь, нарастают друг на друга и правильность их формы нарушается, становятся резко угловатыми и изометричными. В доломите наблюдаются мелкие включения черной окраски – органическое вещество.

В тектонических зонах гранобластовый агрегат доломита пересекается кальцитовыми прожилками, реже в прожилках присутствуют мелкие зерна кварца, который отмечается в их краевых частях в виде гранобластового прерывистого “прожилка”. Прожилки обусловлены, вероятно, послойной перекристаллизацией с замещением доломита кальцитом. Карбонат “прожилков” в 10 раз крупнее, чем в породе. У кальцита наблюдаются двойники, более высокая интерференционная окраска.

Органическое вещество (ОВ) концентрируется вблизи перекристаллизованных участков прожилков, встречается в виде густых черных полосок, образующих кайму вблизи них. ОВ следует по границам прожилка, но иногда прожилков сечет эти границы.

**Дифференциально-термический анализ (ДТА)**, выполненный в Институте геологии и геохимии УрО РАН (аналитик Петрищева В. Г.) дериватографом Q-1500Д (от 20 до 1000 °С), показал, что порода состоит из доломита (85-86 %), ОВ (0,5 %), пирита (1-2 %), а оставшиеся (12 %) – термоинертные минералы.

По кривым нагревания в составе доломитов с прожилками кальцита содержатся (%): доломит – 27; ОВ – 0,5; кальцит – 70; сульфиды (пирит) до 2, т. е. для доломитов характерно одинаковое содержание ОВ (0,5 %) и сульфидной минерализации (до 2 %). Температуры выгорания ОВ свидетельствуют об их метаморфизме в условиях зеленосланцевой фации.

**Рентгенографический фазовый анализ**, выполненный в Институте геологии и геохимии УрО РАН (аналитик Гуляева Т. Я.), выявил в их составе самый значимый спектр доломита ( $d=2,885$ ), слюды мусковитовой ( $d=10,02$ ), кальцита ( $d=3,032$ ), пирита ( $d=2,706$ ).

Формирование Чернореченского месторождения доломитов связывается с процессами накопления терригенных, терригенно-карбонатных и карбонатных толщ среднепалеозойского шельфового комплекса. В последующем эти залежи подвергались зеленосланцевому метаморфизму с частичным перераспределением ОВ при формировании зон кальцитизации. Современная история месторождения обусловлена развитием карстовых процессов.

## СПЕЦИФИКА ФОРМИРОВАНИЯ БАЖЕНОВСКОГО АСБЕСТОНОСНОГО МАССИВА НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

*УПОРОВА И. С.*

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

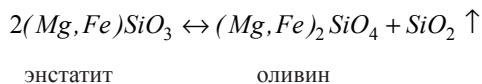
Изучение химического (более 60 анализов), а также петрографического состава ультрамафитов в пределах Центрального участка Баженовского месторождения хризотил-асбеста свидетельствует, что наибольшим развитием в пределах рудоносной площади обладают дунито-гарцбургиты, содержащие согласно выполненным расчетам 46 мас. %  $MgO$ . Ассоциирующие с ними сингенетические дуниты развиты также достаточно широко. Что касается ортопироксенитов, то они в основном отмечаются лишь в северной части массива, где масштабы распространения хризотил-асбеста весьма ограниченные.

Характерно, что лишь магний, железо и кремнезем обладают нормальной функцией распределения в ультрамафитах Баженовского массива. Кальций и алюминий обладают характером распределения, свойственным продуктам последующего их изменения – привноса в первичные тектонит-перидотиты растворами при внедрении в них в коллизионную стадию даек микродиоритов, генетически связанных с верхнепалеозойскими (карбон-пермь) гранитоидами.

**Геодинамика становления Баженовского массива и результаты геолого-петрографического изучения массива.** Пространственное геологическое положение этих трех основных разновидностей альпинотипных ультрамафитов Баженовского массива однозначно свидетельствует в пользу одноактного их становления: согласно широко ныне распространенным мобилистским представлениям массив, был сформирован в океаническую стадию путем внедрения по субмеридиональному глубинному разлому тектонит-перидотитов в ранне- или среднеордовикское время [1]. Однако его асбестоносность связана с более поздним этапом последующего его метаморфизма, происходившего в коллизионную стадию, и связана с воздействием на мантийные, слабо серпентинизированные ультрамафиты гидротермальных растворов, генетически связанных с последующим

внедрением в верхнепалеозойское время (карбон-пермь) гранитов, которое проявляется в виде часто отмечаемых даек микродиоритов.

Таким образом, ныне фиксируемую вертикальную и горизонтальную зональность можно объяснить процессами последующего метасоматического преобразования с участием летучей фазы – в нижней части колонны ультрамафитов энстатит замещается новообразованным оливином с выделением избыточного кремнезема, который в верхней части колонны, наоборот, образует за счет оливина гарцбургитов и привнесенного флюидом кремнезема существенно жильные тела и прожилки, в основном состоящие из энстатита. Реакция преобразования вполне удовлетворительно описывается основной реакцией:



Разница в замеренных плотностях образцов гарцбургитов и дунитов, свидетельствующих о степени их серпентинизации, не столь существенна (в дунитах она несколько меньше), наиболее существенно она отличается повышенной величиной лишь в энстатититах северной части массива, где степень серпентинизации исходных пород выше почти на 20 %. Принимая во внимание имеющуюся по Баженовскому массиву геофизическую информацию, есть серьезные основания полагать, что в структурном плане он обладает наибольшей глубиной – на юге, к северу же происходило его выполаживание и его глубина не превышает здесь 1 км.

Образование хризотил-асбеста в виде четырех типов жил: отороченных, крупной и мелкой сетки и мелкопрожила происходило при относительно низкой для гидротермальных процессов температуре – порядка 280-300 °С, а состав их вполне отвечает составу серпентина  $3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ .

В целом Баженовский массив вместе с породами рамы, представленных габброидами и вулканитами, есть все основания рассматривать в качестве одного из главных составляющих офиолитовых комплексов [3], широко распространенных на Урале, с характерной для него симатической корой.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Глубинное строение и металлогения подвижных поясов / Золоев К. К., Попов Б. А., Рапопорт М. С. и др. – М.: Недра, 1990. – 191 с.
2. Книппер А. Л., Шараськин А. Я. Тектоническая расслоенность вдоль раздела кора-мантия в офиолитовых разрезах / Геотектоника, 2005. – № 1. – С. 6-16.
3. Колман Р. Офиолиты. – М.: Мир, 1979. – 262 с.

## СОВРЕМЕННЫЕ АЛМАЗЫ

КЛЮКИН Ю. И., ЕМЛИН Э. Ф.

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Алмаз считается самым древним минералом, возраст коренных месторождений очень широк, самые древние алмазоносные породы – кимберлиты, их возраст – 2,5 млрд. лет, самые молодые – лампроиты – 18 млн. лет. Человечество издревле использует алмазы в качестве украшений.

Сейчас, кроме драгоценного камня, алмаз находит широкое применение в технике из-за уникальных физических свойств. К таким свойствам можно отнести его рекордную твердость, очень широкий диапазон электрического сопротивления – от 1 до  $10^{17}$  Ом·м, в зависимости от примесей также варьируется его прозрачность в широком диапазоне. Он может иметь очень высокую теплопроводность, кислотоупорен, имеет высокую радиоактивную стойкость. При помощи современных методов синтеза он может быть диэлектриком, проводником, полупроводником как *p*-типа, так и *n*-типа.

Такие свойства определяют его значительную ценность в высокотехнологичных приборах. Свое применение он нашел и в буровых коронках, стоматологических инструментах, где применяется технический алмаз невысокой стоимости, и в компонентах высокотехнологичных устройств: оптические окна для мощных лазеров; датчики температуры, ультрафиолетового, рентгеновского и радиационного излучения; теплоотводы; полупроводники с широким диапазоном электрического сопротивления [2]. Выращенные в лабораторных и промышленных условиях алмазы с заданными свойствами сейчас стоят существенно дороже природных образцов, и их применение нецелесообразно в ювелирном деле [1].

История успешного синтеза алмазов идет с 1953 г., но теоретически возможность синтеза была показана в 1939 г. сотрудником Института химической физики АН СССР Овсеем Лейпунским. Первый в мире синтез алмазов

был осуществлен из графитометаллической смеси при давлении 83000 атм (см. рис.) 16 февраля 1953 г. в лаборатории АСЕА, но не был получен патент, поэтому датой получения первых синтетических алмазов является 31 декабря 1954 г. компанией *General Electric* [4].

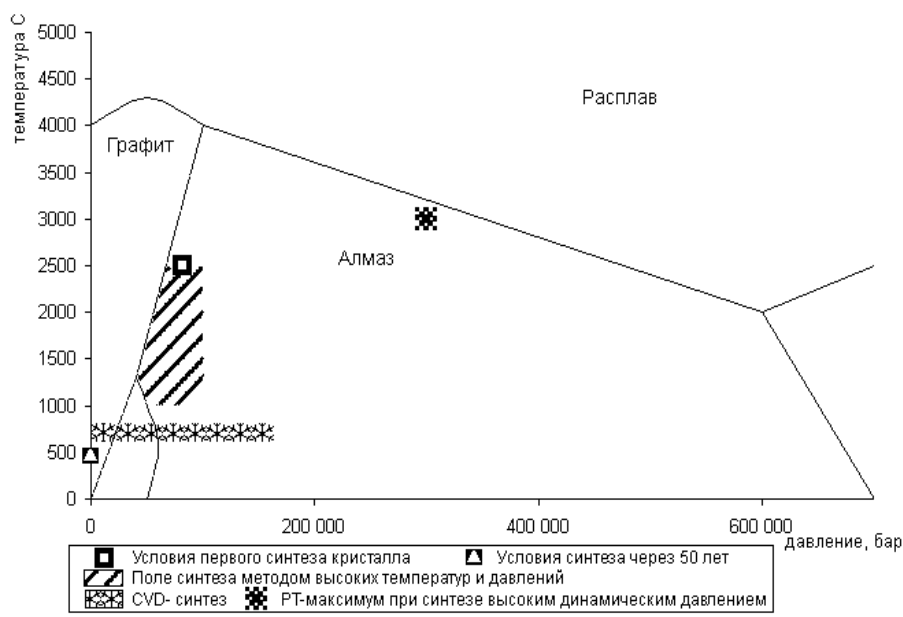


Рис. Диаграмма давления-температуры с вынесенными условиями синтеза алмазов

Сейчас широко распространен метод синтеза при высоких статических давлениях и температурах. Синтез происходит в присутствии металлов, исполняющих роль растворителей-катализаторов, время синтеза от 10-15 с до 1 ч для синтеза алмазов размером 0,001-1,5 мм по ребру октаэдра, более крупные выращивают на затравку, на рост требуется более 100 ч. По истечении времени синтеза для предотвращения обратного перехода алмаза в графит температуру резко снижают, и новая фаза фиксируется. Форма кристаллов – комбинация октаэдра и куба, чаще всего имеют желтую окраску. Метод высокого динамического давления служит для производства мелких алмазов. В инертной атмосфере производится детонация твердых взрывчатых веществ. Размер алмазов 10-30 мкм, их образование происходит на фронте взрывной волны за доли микросекунды при давлении в 20-30 тыс. атм и температуре 3-4 тыс. °С.

За последние 20 лет освоен еще один метод синтеза алмазов – *Chemical Vapor Deposition (CVD)*. Этот метод использует осаждение углерода из газа, чаще всего это метан, на затравочной пластинке. При этом не создается высокое давление, чаще всего оно равно 1 атм, температура находится в пределах 600-800 °С. Основой этого метода является использование микроволнового излучения, что приводит к формированию облака плазмы в области затравки. Этот метод позволяет легировать необходимыми элементами алмазы, для задания их свойств. Форма кристаллов уплощенная, максимальный известный размер кристалла составляет 4×4×1,5 мм [9].

В статье [8] указывается возможность синтеза алмазных нанопорошков, пленок и нанотрубок при помощи электрохимического синтеза. При этом температуры синтеза лежат в пределах от -40 °С (раствор ацетилена в жидком аммиаке) до 250 °С (расплавы ацетатов и формиатов щелочных металлов).

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Журнал “Вокруг света”, 2006, №3 Как вырастить “Куллинан”;
2. [www.astronet.ru](http://www.astronet.ru).
3. Плотникова С. П., Седова Е. А., Аналитический обзор “Перспективы рационального использования алмазов в науке и технике”. – М.: 1993.
4. Конспект лекций по предмету “Геология алмаза”;
5. <http://www.frpc.risp.ru>.
6. [www.chem.msu.ru](http://www.chem.msu.ru).
7. <http://www.gaaj-zenhokyo.co.jp>.
8. Новиков В. П., Матвеев А. Т., Климович Л. Л. “Электросинтез углерода в форме нанотрубок, алмазных нанопорошков и пленок” Институт физики твердого тела и полупроводников АН РБ, Минск: 2004.
9. <http://www.elementy.ru>.



## РАЗДЕЛЕНИЕ ВОЛНОВОГО ПОЛЯ С ПОМОЩЬЮ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ РАДОНА ПО ДАННЫМ ВЕРТИКАЛЬНОГО СЕЙСМИЧЕСКОГО ПРОФИЛИРОВАНИЯ

АЛЕХИНА М. С.

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Работа выполнена на основании статьи [Мун и др., 1986], посвященной особенностям специальной обработки данных, полученных с помощью метода ВСП, до этапа интерпретации.

За последнее десятилетие методом ВСП было исследовано все большее число скважин. Эта новая технология получения данных получила популярность благодаря успешному решению нескольких практических проблем, которые встречаются при использовании наземной сейсморазведки. Вот некоторые из них: плохой прием отраженной волны из-за слоя выветривания и подавление нужных сигналов другими последовательными сигналами или случайным шумом. Расположение сейсмоприемников внизу буровой скважины позволяет частично преодолевать эти проблемы. Однако главным недостатком метода ВСП по сравнению с наземной сейсмической технологией было наложение восходящих и нисходящих сигналов. Значит, нужно разделить сигналы до обработки и интерпретации данных. Обычно разделение волнового поля основывается на понятии скоростной фильтрации при обработке многоканальных данных, предложенном Эмбри в 1986 г. Разделение восходящего и нисходящего сигналов выполняется с помощью скоростного  $f-k$ -фильтра и дальнейшего ослабления (мьютинга) прямой волны. Однако для этих целей достаточно эффективно может быть применено и преобразование Радона. Для реализации этого разработан метод *RTWS*.

В методе *RTWS* разделение полей выполняется с помощью преобразований Радона. Оказывается, что если разрез ВСП преобразуется в плоскость  $p-T$ , то восходящие и нисходящие волновые поля разделяются, так как они отображаются графически на различных квадрантах  $p-T$ , в соответствии с их наклонами. Это приводит к тому, что любое волновое поле может быть восстановлено с помощью обратной трансформации Радона по полю в плоскости  $p-T$ .

Результаты, полученные с помощью преобразования Радона в методе *RTWS*, сходны с результатами, полученными с помощью скоростной  $f-k$  фильтрации. Однако при применении тестирующего фильтра в разрезе наклонного суммирования качество реконструированного волнового поля заметно лучше. Для определенных значений при  $p$ -суммировании в прямом преобразовании этот фильтр сортирует и отделяет нежелательные оси синфазности от тех, которые нас интересуют, путем тестирования их последовательности в разрезе суммирования амплитуд.

Процесс разделения основан на осуществлении дискретных прямых и обратных преобразований Радона между пространствами  $z-t$  (глубина-время) и  $p-T$  (медленность-отрезок времени) в согласии с соответствующим интервалом значений на плоскости  $p-T$ .

С помощью ограничения диапазона значений  $p$  до тех, которые требуются для составления квадранта  $p-T$  и применения фильтрации поля, полученного с помощью прямого преобразования Радона, результаты разделения могут быть намного улучшены.

Преобразование Радона или разрез наклонного суммирования, как его все называют, применяют для решения разнообразных проблем в сейсморазведке. Преобразование поля в плоскости  $U(z,t)$ , в поле  $U(p,T)$  в плоскости  $p-T$  описывается уравнением:

$$U(p,T) = \int U(z, pz+T) dz. \quad (1)$$

Переменная  $t=pz+T$  представляет собой линию на плоскости  $z-t$  с наклоном  $p$  и вертикальным интервалом времени  $T$ . Преобразование Радона в уравнении (1) численно выполняется путем суммирования амплитуд вдоль линий с наклоном  $p$  и отрезком времени  $T$ . Это повторяется для всех значений  $T$  и  $p$ . На практике, из-за краевых эффектов в результате усечения данных линейное событие отображается графически в виде участка на плоскости  $p-T$  с максимумом в отдельной точке. Такое преобразование сейсмических поступающих сигналов может быть быстро получено для разреза ВСП с переменной  $z$ , являющейся координатой буровой скважины.

Рис. 1 показывает схематическую диаграмму лучевых траекторий и конечное время прохождения для модели, содержащей два слоя, с постоянной скоростью в полупространстве. Источники выносятся от скважины для уточнения траектории. На основе уравнения (1) для рис. 1, восходящие и нисходящие волны складываются в точки на плоскости  $p-T$ , как вы можете видеть на рис. 2. Так как восходящие и нисходящие волны обладают противоположными кажущимися скоростями, они разделяются и наносятся графически в различные квадранты плоскости  $p-T$ .

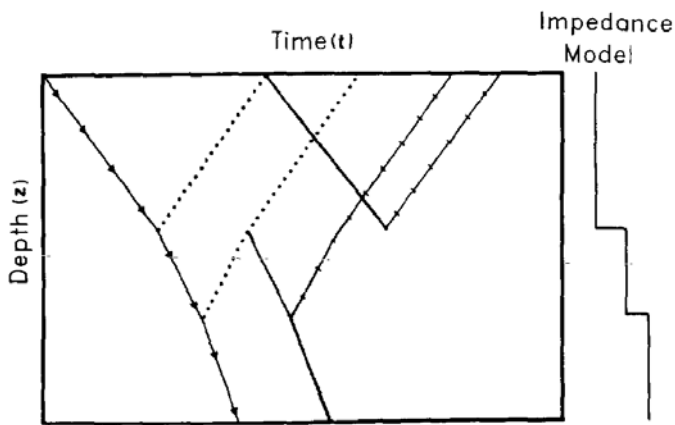


Рис. 1. Лучевая диаграмма, показывающая нисходящие и восходящие волны для горизонтально-слоистой модели среды

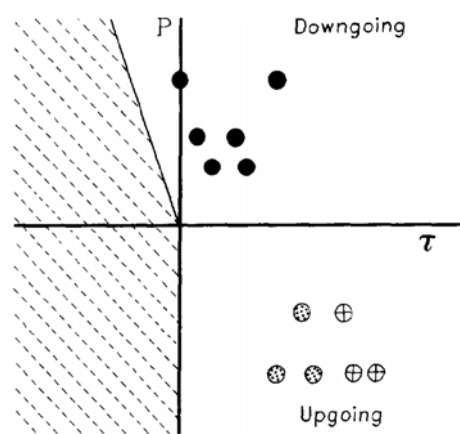


Рис. 2. Изображение волн в плоскости  $\tau$ - $p$ , полученное на основе данных рис. 1

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Мун В., Карсвелл Э., Тан Р., Диллистон К. Разделение волнового поля с помощью преобразования Радона по данным вертикального сейсмического профилирования. – *Geophysics*, 1986, 51, 4.

### ПРОГРАММНАЯ И АВТОМАТИЧЕСКАЯ РЕГУЛИРОВКА АМПЛИТУД

ДЕВЯШИН А. С.

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

В процессе предварительной обработки сейсмических материалов всегда производится восстановление и программная регулировка амплитуд упругих волн. Это необходимо для того, чтобы различные последующие процедуры обработки осуществлялись с записями примерно одинаковой интенсивности. Большинство применяемых математических процедур обработки сейсмических записей требуют выровненных во времени и вдоль профиля амплитуд сейсмических сигналов. Особо важно это при применении методов обработки, основанных на теории стационарных процессов. При регулировке амплитуд сейсмических записей исходят из возможности реализации двух сценариев последующей обработки.

Первый сценарий обработки сейсмических записей предусматривает восстановление и использование на всех последующих этапах обработки истинной интенсивности всех регистрируемых сейсмических волн. Регулирование, обеспечивающее эту возможность, получило название регулирования записей с сохранением относительных амплитуд (СОА). Иногда такое регулирование амплитуд называют регулированием с возможностью восстановления соотношения амплитуд (ВСА).

Второй сценарий обработки не предусматривает сохранения (знания) относительных амплитуд сейсмических сигналов. Это означает, что регулирование амплитуд сейсмических сигналов может осуществляться автоматически в зависимости от интенсивности приходящих сейсмических волн.

Для обеспечения сохранения относительных амплитуд записей чаще всего используется программная регулировка амплитуд сейсмических сигналов на всех последующих стадиях обработки. С этой целью величину коэффициента усиления всех сейсмических трасс выбирают одинаковой и зависящей только от времени их регистрации. Чаще всего полагают, что изменение коэффициента усиления  $K(t)$  во времени должно соответствовать закону

$$K(t) = A \cdot t + 20 \cdot B \cdot \lg t + C, \text{ дБ} \quad (1)$$

где  $t$  – время, отсчитываемое от момента возбуждения сигнала;  $A, B, C$  – некоторые постоянные параметры, численные значения которых подбираются экспериментально. При этом считают, что первое слагаемое компенсирует ослабление интенсивности сейсмических волн за счет их поглощения в среде в процессе распространения. Второе слагаемое компенсирует ослабление интенсивности упругих волн за счет расхождения энергии сферического фронта. Третий член формулы позволяет выбрать необходимый средний уровень усиления. Подбор численных значений параметров  $A, B, C$  осуществляет геофизик-обработчик на основе визуального анализа воспроизводимых сейсмограмм.

В других алгоритмах обработки вместо выражения (1) для расчета коэффициента усиления используется выражение вида

$$K(t) = \begin{cases} C \cdot V_{\text{эф}}^2(t) \cdot t \cdot \exp[t \cdot a(t)]; & t \leq t_{\text{max}} \\ K_{\text{max}}; & t > t_{\text{max}} \end{cases}, \quad (2)$$

где  $C$  – константа (уровень приведения);  $V_{\text{эф}}(t)$  – эффективная скорость;  $a(t)$  – численно задаваемая функция, которая выбирается экспериментально. На рис. показан типичный вид зависимости коэффициента усиления от времени для сейсмических трасс. Регулирование с сохранением относительных амплитуд является обязательным при проведении динамической обработки.

Во многих случаях в процессе обработки ограничиваются изучением только кинематических особенностей сейсмического поля. В этих случаях используют цифровое автоматическое регулирование амплитуд (ЦАРУ). Оно основано на нормировании записи по средней величине ее уровня на некотором временном интервале регистрации. Значение амплитуды выходного сигнала в каждый данный момент времени определяется по формуле

$$A_{\text{вых}}(t) = C \cdot A_{\text{вх}}(t) / \left[ (1/\Delta t) \cdot \sum_{t-\Delta t/2}^{t+\Delta t/2} |A_{\text{вх}}(t)| + C_1 \right], \quad (3)$$

где  $A_{\text{вх}}(t)$  – исходное значение амплитуды входного сигнала;  $A_{\text{вых}}(t)$  – выходное значение отсчета;  $\Delta t$  – временное окно подсчета среднего из абсолютных значений амплитуд;  $C_1$  – константа, определяющая пороговый уровень срабатывания ЦАРУ;  $C$  – константа, определяющая выходной уровень записи. Размер окна  $\Delta t$  выбирается экспериментально в диапазоне 200-1000 мс.

Выравнивание амплитуд вдоль профиля наблюдений достигается с помощью процедур нормализации записей, которые приводят средний уровень записи всех трасс к определенной, заранее заданной величине. В качестве нормирующего множителя обычно используется один из следующих коэффициентов регулирования записи:

$$K = \text{MAX}/C; \quad K = \text{MID}/C; \quad K = \text{POW}/C, \quad (4)$$

где  $\text{MAX}$  – максимальное значение амплитуды сигнала на данной записи,

$\text{MID}$ ,  $\text{POW}$  – среднее значение амплитуды и энергии сигнала соответственно.

$$\text{MID} = (1/\Delta t) \cdot \sum_{t-\Delta t}^{t+\Delta t} |A(t)|; \quad \text{POW} = \sqrt{(1/\Delta t) \cdot \sum_{t-\Delta t}^{t+\Delta t} A^2(t)}. \quad (5)$$

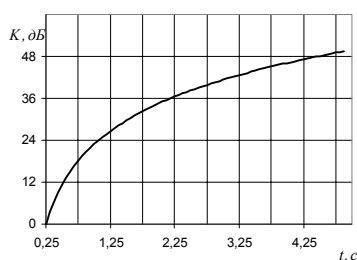


Рис. Типичный вид зависимости коэффициента усиления от времени

Для корректного выполнения процедуры нормализации записи необходимо соблюдать следующие условия:

- окно  $\Delta t$  для вычисления среднего значения должно охватывать весь полезный временной диапазон записи;
- уровень нормализации  $C$  должен находиться в пределах, исключающих как потерю точности для слабых отражений, так и переполнение разрядной сетки машины для сильных отражений.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Бондарев В. И., Крылатков С. М. Получение сейсмических изображений геологической среды: Учебное пособие для вузов. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. – 304 с.

### СОВРЕМЕННЫЕ ТОПОГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В СЕЙСМОРАЗВЕДКЕ (GPS)

ЗАТЁСОВА Т. А.

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Определение координат пунктов сейсмических наблюдений – положения пунктов возбуждения и приема – в настоящее время осуществляется с помощью совокупности целого ряда технических средств. Эту совокупность средств привязки принято называть спутниковыми интегральными навигационными системами (СИНС). Под спутниковой интегральной навигационной системой понимают комплекс наземных и космических устройств, предназначенных для определения координат подвижных и стационарных объектов на поверхности земли или в воздухе.

Спутниковое навигационно-геодезическое обеспечение геолого-геофизических исследований может быть реализовано за счет использования двух глобальных космических систем:

- система *NAVSTAR Global Positioning System (GPS)*;
- система ГЛОНАСС.

Спутниковая радионавигационная система или, как она еще называется, глобальная система определения местоположения *GPS (Global Position System)* обеспечивает высокоточное определение координат и скорости объектов в любой точке земной поверхности, в любое время суток, в любую погоду, а также точное определение времени.

Первоначально предполагалось использовать систему *GPS* только в навигационных целях, но исследования, проведенные учеными Массачусетского технологического института в 1976-1978 гг., показали возможность геодезического применения *GPS*, т. е. определения координат с миллиметровой точностью. С того времени началось использование системы для выполнения геодезических измерений.

В околоземном пространстве развернута сеть искусственных спутников Земли (ИСЗ), равномерно “покрывающих” всю земную поверхность. Орбиты ИСЗ вычисляются с очень высокой точностью, поэтому в любой момент времени известны координаты каждого спутника. Радиопередатчики спутников непрерывно излучают сигналы в направлении Земли. Эти сигналы принимаются *GPS*-приемником, находящимся в некоторой точке земной поверхности, координаты которой нужно определить.

В состав системы входят:

- созвездие ИСЗ (космический сегмент);
- сеть наземных станций слежения и управления (сегмент управления);
- собственно *GPS*-приемники (аппаратура потребителей).

Координатной системой *GPS* является Всемирная геодезическая система *WGS-84*.

Система состоит из 24 спутников (на самом деле спутников больше, но некоторые из них находятся в резерве), вращающихся по орбитам на высоте около 20 000 км с периодом обращения 12 ч, нескольких наземных станций слежения, систем связи и центрального пункта управления. Наклон орбит к земному экватору – 55 °, угол между плоскостями орбит – 60 °. Каждый спутник весит меньше 1 т и имеет размер около 5 м (с раскрытыми солнечными батареями). Важным элементом спутника являются атомные часы, рубидиевые и цезиевые, по четыре на каждом.

Наземная часть системы *GPS* состоит из 4 станций слежения, расположенных на тропических островах. Они отслеживают видимые спутники и передают данные на Главную станцию управления и контроля на авиабазе в Колорадо-Спрингс для обработки на сложных компьютерных программных моделях. Определение местоположения *GPS* приемника основано на измерении задержки прохождения радиосигнала от нескольких спутников и вычисления на основе этих измерений географических координат и высоты над уровнем моря.

На точность определения координат существенное влияние оказывают ошибки, возникающие при выполнении процедуры измерений. Природа этих ошибок различна:

- неточное определение времени;
- ошибки вычисления орбит;
- инструментальная ошибка приемника;
- многопутность распространения сигнала;
- ионосферные задержки сигнала;
- тропосферные задержки сигнала;
- геометрическое расположение спутников.

Наиболее эффективным средством исключения ошибок является дифференциальный способ наблюдений – *DGPS (Differential GPS)*. Его суть состоит в выполнении измерений двумя приемниками: один устанавливается в определяемой точке, а другой – в точке с известными координатами – базовой (контрольной) станции.

В геодезических приложениях нашли применение исключительно дифференциальные методы *GPS*-измерений, поскольку только с их использованием возможно определение координат точек местности с требуемой точностью.

Для решения различных задач в рамках *DGPS*-режима определения точных координат отдельных точек, последовательных измерений местоположения множества точек, непрерывных координатных определений в процессе движения и др. – разработан ряд методов выполнения измерений:

- Статический метод (*Static Positioning*);
- Псевдостатический метод (*Pseudo-Static Positioning*);
- Быстростатический метод (*Rapid Static Positioning*);
- Кинематический метод “стой-иди” (*Stop-and-Go Kinematic Positioning*);
- Кинематический метод со статической инициализацией (*Kinematic with Static Initialization*);
- Кинематический метод с инициализацией “на ходу” (*Kinematic with On - the Fly Initialization*).

Эти методы отличаются технологией выполнения работ и получаемой точностью вычисления вектора базы.

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА И ПРЯМЫЕ ПОИСКИ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

МАГОМЕДОВ А. Ю.

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Широкое внедрение новейшей вычислительной техники создало предпосылки для резкого ускорения и усложнения технологии обработки данных сейсморазведки. Это позволило начать практическую реализацию зародившегося еще в середине 70-х годов (Гогоненков, 1987; Птецов, 1989) нового направления в сейсморазведке месторождений нефти и газа – прогнозирование геологического разреза (ПГР).

Прогнозирование геологического разреза – это программно-методический комплекс средств специальной совместной обработки и интерпретации данных сейсморазведки и геофизических методов исследования скважин (ГИС) с целью определения вещественного состава осадков, выявления и оценки продуктивных толщ и их нефтегазоперспективности. Главной особенностью ПГР является то обстоятельство, что при интерпретации основным объектом изучения являются не отдельные сейсмические границы, а часть геологического разреза осадочной толщи. С помощью программно-методического комплекса ПГР можно решать следующие задачи:

- выполнять детальное расчленение слоистых неоднородных осадочных толщ;
- делать прогноз вещественного состава осадков, в том числе литологии и углеводородосодержания для продуктивных толщ молодых кайнозойских осадочных комплексов;
- осуществлять прогноз коллекторских свойств песчаных тел, включая оконтуривание зон выклинивания песчаных коллекторов;
- вести поиски и разведку неантиклинальных ловушек, в том числе путем выявления биогермов и палеорифов, трассирования палеорусел и погребенных эрозионных долин, давать прогноз пологих структурно-литологических ловушек;
- выполнять прогнозирование вещественного состава разреза в точках заложения глубоких разведочных скважин;
- осуществлять сеймостратиграфическое прогнозирование нефтеперспективных объектов. Теоретико-методическую основу ПГР составляют, главным образом, следующие алгоритмы преобразования информации: восстановления амплитуд сейсмических записей; динамического анализа сейсмической записи; псевдоакустического преобразования записей; комплексного использования данных каротажа скважин.

**Прямые поиски углеводородов.** Комплекс средств ПГР позволяет говорить о возможности прямых поисков залежей углеводородов сейсмическим методом. Получение сейсмических временных разрезов в истинных амплитудах (СОА) в сочетании с детальным изучением характера распределения в разрезе интервальной скорости и акустической жесткости объективно позволяет ставить вопрос о возможности прямого обнаружения залежей углеводородов. В частности, аномально высокие отрицательные значения коэффициентов отражения между газонасыщенным коллектором и вышележащими глинистыми породами покрывки порождают появление интенсивных амплитудных аномалий на сейсмической записи. Такие аномалии амплитуд отраженных волн (Hilterman, 2001) принято называть “яркими пятнами” (*bright spot*). Граница между газовой залежью и другой частью резервуара, заполненного нефтью или водой, проявляется на сейсмических временных разрезах в виде плоской субгоризонтальной оси синфазности. Запись такого отражения на практике принято называть “плоским пятном” (*flat spot*).

В некоторых случаях прямым индикатором наличия в разрезе газовой залежи может служить появление на временном разрезе так называемого “темного пятна” (*Dim spot*) – область отсутствия регулярной записи, что объясняется низким импедансом газонасыщенных песчаников или известняков и низким импедансом глиняной покрывки.

Еще одним прямым признаком наличия в разрезе залежей углеводородов может служить “обращение фазы” (*phase reversal*) прослеживаемого отражения на краях газовой залежи на 180°.

Для того чтобы сейсмические материалы были пригодны для уверенного выделения аномалий различного типа, необходимо при их обработке осуществить учет трех факторов:

- геометрического расхождения фронтов волн;
- поглощения сейсмических волн;
- различной степени усиления сейсмических сигналов при их регистрации.

Успех прямых поисков залежей углеводородов зависит от качества выполненных поисковых работ и тщательности осуществления процесса обработки сейсмических записей. Для практической реализации подобных видов обработки в большинстве обрабатываемых сейсмических систем имеется специальный комплект программ, который позволяет либо осуществлять поинтервальный динамический анализ отражений, либо получать мгновенные динамические параметры отражений по всему разрезу. В первом случае на временных разрезах производится



вычисление различных спектральных и энергетических оценок сейсмических волн для временных интервалов заметной длительности. Во втором случае получают серию мгновенных характеристик сейсмических волн непрерывно по всему временному разрезу (акустическая жесткость, мгновенные амплитуды и фазы сейсмической записи и др.). Совокупность такой информации, в сочетании с амплитудными аномалиями на временных разрезах, существенно повышает достоверность и надежность прогноза свойств разреза и, в конечном счете, наличия залежей углеводородов.

## ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ *AVO*-АНАЛИЗА

ПЬЯНКОВ А. А.

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

В конце 1960-х гг. было замечено, что в средах с молодыми терригенными отложениями резкое изменение амплитуд отраженных волн на сейсмических разрезах (в предположении нормального падения волны на границу покрышка-коллектор) может быть связано с проявлениями углеводородов (УВ) и, особенно – газовых песков. Этот метод, связывающий отражающую способность с залежами УВ, был назван методом “яркого пятна” (“*bright spot*”). Однако дальнейшая реализация метода показала, что резкие изменения амплитуд на сейсмических разрезах не всегда ассоциируются с резервуарами УВ. Оказалось, что амплитудные аномалии на разрезах могут быть вызваны рядом причин: литологическими изменениями (для большинства осадочных горных пород отношение  $VP/VS$  находится в пределах 1,6...2,5); пористостью (увеличение пористости приводит к уменьшению скоростей как  $P$ -, так и  $S$ -волн); термодинамическими условиями (с увеличением давления скорости увеличиваются, а с повышением температуры уменьшаются) и УВ насыщения (для осадочного чехла  $VP$  минерализованной воды составляет 1,5-1,65 км/с, скорость  $VP$  в нефти зависит от газонасыщенности и меняется от 0,45 до 1,2 км/с, а  $VP$  для УВ газов зависит от давления и возрастает с глубиной от 0,4 до 0,6 км/с).

В связи с такой неоднозначностью качественного метода “яркого пятна” на смену ему с середины 1980-х гг. за рубежом начал развиваться новый подход, основанный на количественном изучении амплитуд отражений не по разрезам, а по сейсмограммам. Он получил название *AVO* (*Amplitude Variation with Offset*) – изучение изменений амплитуд с удалением, т. е. с расстоянием между источником и приемником. Этот подход в настоящее время применяют, в основном, для поисков и разведки газовых резервуаров в молодых терригенных породах, а также для обнаружения новых залежей на уже разрабатываемых месторождениях. Уже на ранних стадиях применения *AVO* стало ясным, что газовые пески (песчаники) характеризуются широким спектром зависимостей амплитуд от удалений. Пески, согласно характеристикам *AVO*, могут быть разделены на три класса: класс 1 – высокоимпедансные пески, класс 2 – пески с импедансами, близкими к глинистым сланцам, и класс 3 – низкоимпедансные пески. Отметим, что резких границ между этими классами *AVO* характеристик не существует.

Исходя из приведенной выше классификации, качественный анализ *AVO* можно представить следующим образом. В целевом временном окне на сейсмограммах с высоким отношением сигнал/помеха осуществляют поиск аномально ведущих осей синфазности. Эти отражения классифицируют по поведению характеристик *AVO* для выделения по профилям или на площади перспективных зон с ожидаемым классом песков. К такому анализу также целесообразно привлекать так называемые “частичные разрезы” ОСТ (“*partial stack*”) для различных диапазонов удалений (обычно ближних и дальних) с целью последующего их сравнения, в которые предварительно вводятся нормальные кинематические поправки, а при необходимости – и поправки за наклон ( $DMO$ ), что является одной из основных технологий *AVO* с использованием параметров  $A$  и  $B$  двучленной аппроксимации Шуэ  $R_{pp}(i) = A + B \sin 2i + \dots$

В случае больших контрастов скоростей в покрывающей толще, вместо частичных разрезов лучше использовать “угловые разрезы” или накаливания (“*angle stack*”), формирующиеся для узких диапазонов углов падения на границы в пределах временного окна, в которое входит исследуемый объект. Построение и изучение зависимостей между  $A$  и  $B$  (*AVO crossplotting*) является одним из самых распространенных способов *AVO* анализа, когда необходимо не только обнаружить газовые пески, но и провести их классификацию.

*AVO*-анализ широко применяется в мировой практике в процессе обнаружения, разведки и разработки, в основном, газовых месторождений, а иногда и нефтяных. Благоприятными условиями для применения этой методики являются разрезы, сложенные относительно молодыми, слабо консолидированными терригенными породами мезозойского и кайнозойского возраста. В нашей стране исследования *AVO* используются еще мало. Одной из причин этого, по мнению автора, является то, что на территории России много газонефтеносных регионов (Русская платформа, Центральная и Восточная Сибирь), сложенных древними палеозойскими терригенными и карбонатными породами, где исследования *AVO* пока недостаточно эффективны.

## ВЫЧИСЛЕНИЕ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОГО ЛУЧА В СЛОИСТО-ОДНОРОДНОЙ СРЕДЕ С ПЛОСКИМИ НАКЛОННЫМИ ГРАНИЦАМИ

РУСИНОВ А. В.

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

В сейсморазведке обычно приходится иметь дело со средами, характеризующимися существенными неоднородностями и неизвестным строением. Недоступность внутренних областей среды заставляет изучать ее внутреннюю структуру на основании поверхностных наблюдений, обработка которых позволяет получить некоторые усредненные или эффективные параметры, описывающие ее строение.

Для лучшего понимания этого процесса используется прямое моделирование, дающее возможность в рамках некоторого приближения рассчитать параметры характеризующего эту модель поля и сравнить его с наблюдаемым.

В литературе чаще всего рассматриваются примеры, построенные на основе горизонтально-слоистой модели среды. Однако на практике такая ситуация встречается сравнительно редко.

Предположим, что у нас имеются два слоя переменной мощности, в пределах которых их физические свойства остаются неизменными. Для нашего исследования необходимым является условие постоянства скорости  $V$  в пределах пластов.

Кровля первого пласта совпадает с дневной поверхностью, присвоим этой границе номер 0. Тогда кровля второго пласта и его подошва получат соответственно порядковые числа 1 и 2. Угол наклона границ обозначим через  $\varphi$ , расстояние от дневной поверхности до подошвы пласта в некоторой фиксированной точке  $X=0$  – через  $h$ .

Система координат включает две оси:  $OZ$  и  $OX$ . Точки пересечения сейсмического луча с границами пластов назовем  $Z_{mn}$  и  $X_{mn}$ .

Если угол входа (преломления) сейсмического луча обозначить как  $\Phi_n$ , то согласно закону Снеллиуса

$$\Phi_{n_i} = \arcsin \left[ \frac{V_{i+1}}{V_i} \sin(\Phi_{n_{i-1}} + \varphi_{i-1}) \right] - \varphi_{i-1}.$$

Тогда формулы для расчета точек пересечения сейсмического луча и границ примут следующий вид:

$$Z_{mn_i} = \frac{h_i + (X_{mn_{i-1}} - Z_{mn_{i-1}}) \cdot \operatorname{tg} \Phi_{n_{i-1}} \cdot \operatorname{tg} \varphi_i}{1 - \operatorname{tg} \Phi_{n_{i-1}} \cdot \operatorname{tg} \varphi_i},$$

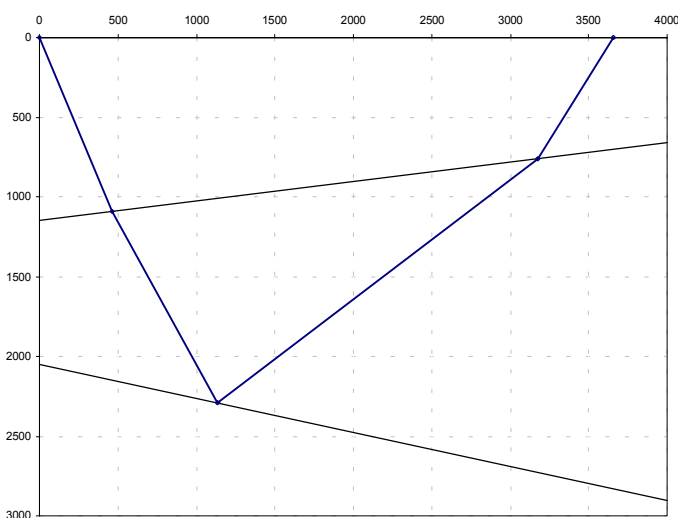
$$X_{mn_i} = \frac{(h_i - Z_{mn_{i-1}}) \cdot \operatorname{tg} \Phi_{n_{i-1}} + X_{mn_{i-1}}}{1 - \operatorname{tg} \Phi_{n_{i-1}} \cdot \operatorname{tg} \varphi_i}.$$

В точке отражения на  $i$ -й границе формулу для расчета угла хода сейсмического луча нужно записать как:

$$\Phi_{m_{o_i}} = 180 - \Phi_{n_{i-1}} - 2\varphi_i.$$

Для восходящего луча угол отражения  $\Phi_0$  может быть найден по формуле

$$\Phi_{o_{i-1}} = 180 - \arcsin \left[ \frac{V_i}{V_{i+1}} \sin(180 - \Phi_{o_i} + \varphi_i) \right] - \varphi_i.$$



На рис. наглядно показана траектория движения сейсмического луча для двухслойной модели среды. Однако формулы носят рекуррентный характер и позволяют точно определять искомые точки пересечения для моделей, содержащих сколь угодно большое число слоев.

Рис. Траектория движения сейсмического луча для двухслойной модели среды с плоскими наклонными границами ( $\Phi_{0n} = 20^\circ$ ,  $\varphi_1 = -7^\circ$ ,  $\varphi_2 = +12^\circ$ )

Получившиеся результаты в чистом виде не имеют большого практического значения, но в дальнейшем могут быть использованы для расчета годографов ОТВ, ОГТ, МОВ-ОГП.

1. Бондарев В. И., Крылатков С. М. Новые технологии анализа данных сейсморазведки. Научное издание. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. – 126 с.
2. Карапетов Г. А. Лабораторные работы по курсу “Прямые и обратные задачи в сейсморазведке”. – М.: ГАНГ, 1997. – 18 с.

## О СВОЙСТВАХ СЕТОЧНЫХ МОДЕЛЕЙ

РУСИНОВ А. В.

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Обратную задачу гравиразведки и магниторазведки во многих случаях сводят к решению системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)

$$A\sigma = G, BJ = Z,$$

где  $\sigma$  – плотность;  $J$  – намагниченность;  $G, Z$  – измеренные значения соответственно силы тяжести и вертикальной составляющей вектора магнитной индукции;  $A, B$  – матрицы коэффициентов, полученные из расчетов.

В качестве основного канонического тела интерпретации в большинстве случаев выбирается прямоугольный параллелепипед [2], для него известны формулы решения прямой задачи. В [1] найдены достаточные условия устойчивости линейных обратных задач в виде соотношения между вертикальными и горизонтальными размерами параллелепипедов.

Решение СЛАУ проводят методом последовательных приближений. В значительной степени на полученный результат влияет выбор стартовой модели. Но начальная конструкция всегда неадекватна реальной ситуации.

Необходимо характеризовать устойчивость как начальной, так и конечной модели. Для ее характеристики А. Н. Тихонов ввел понятие состоятельности модели. Как и в [1], возьмем в качестве характеристики числа обусловленности (*cond*) матрицу коэффициентов СЛАУ.

Исследования проведены на основе двухслойной модели среды. Каждый слой разбивается на прямоугольные параллелепипеды, параллельные осям  $X$  и  $Y$ , вертикальные размеры которых определяются мощностью слоя. Горизонтальные размеры заданы таким образом, что верхний слой мощностью  $h_1$  состоит из 6 параллелепипедов, а нижний мощностью  $h_2$  – из 4.

Исследование проведено методом имитационного моделирования с помощью пакета *MathLab 6.5*. Способ вычисления числа обусловленности не имеет значения (см. рис.), поскольку зависимости имеют незначительное отличие по амплитуде, а формы графиков близки.

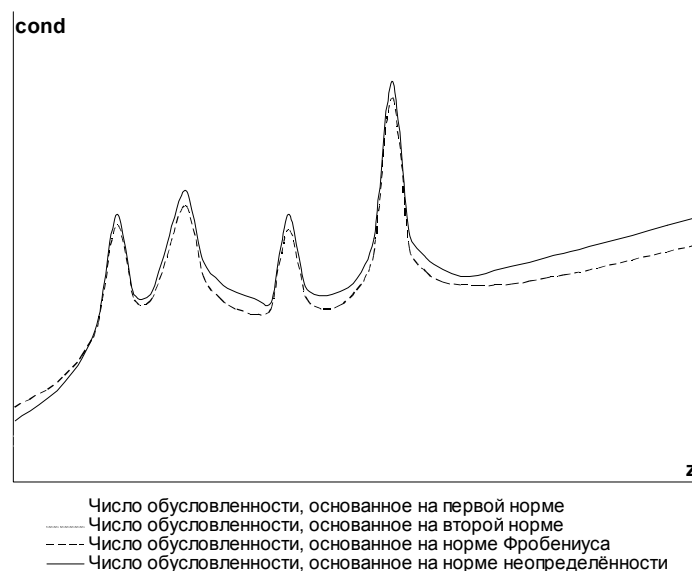


Рис. Изменение состоятельности модели при увеличении расстояния от дневной поверхности при  $h_2=2h_1$

В результате численных экспериментов установлено, что при расположении точек расчета над границей параллелепипедов решение обладает наибольшей неустойчивостью.

Наибольшей устойчивостью модель характеризуется в том случае, когда она находится в непосредственной близости к дневной поверхности. При увеличении глубины залегания модели постепенно увеличивается число обусловленности. Зависимость имеет полиэкстремальный характер. При неограниченном увеличении глубины залегания решение обратной задачи теряет устойчивость. Вышеизложенное говорит о том, что необходимо проводить оценку устойчивости решения обратной задачи для стартовой модели. Может оказаться так, что стартовая модель соответствует одному из максимумов или минимумов графика числа обусловленности. Поэтому для достижения наиболее подходящего результата нужно изменять параметры модели. Необходимо также проводить оценку устойчивости полученного решения. И в какой-то момент получим модель, удовлетворяющую нашим условиям.

Иногда бывает так, что система не обладает достаточной устойчивостью. В этом случае необходимо получить несколько вариантов решения задачи.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексидзе М. А. Приближенные методы решения прямых и обратных задач гравиметрии. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 336 с.

2. Кочнев В. А. Адаптивные методы решения обратных задач геофизики: Учебное пособие. – Красноярск: Красн. гос. ун-т, 1993. – 120 с.

### ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ

*СИВОВ И. А.*

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Конечной целью всех сейсмических работ методом ОСТ является получение максимально достоверных сведений о геологическом строении изученной территории с указанием возможных мест скопления углеводородов. Сейсмические материалы обычно интерпретируются совместно геофизиками и геологами. Каждый из интерпретаторов должен хорошо разбираться в процессах, связанных с возбуждением и распространением сейсмических волн, с характером влияния на полученные материалы регистрирующей аппаратуры и цифровой обработки. Поскольку главные места скопления нефти и газа – это осадочные породы, то далее речь пойдет об осадочных породах.

Основными сейсмическими границами при изучении осадочных пород являются поверхности напластований. Поверхности напластований обычно являются границами литологических разностей осадочных пород. В направлениях, перпендикулярных поверхностям напластования, на границах литологических разностей происходит резкий скачок физических свойств, в том числе и акустических жесткостей. Поэтому в осадочных толщах большинство отраженных волн формируется вблизи границ литологических разностей пород.

Кроме поверхностей напластования в осадочных толщах встречаются и поверхности несогласий. Это эрозионные поверхности и поверхности, на которых осадки не накапливались в течение длительного времени. Они разделяют молодые породы от древних. При длительных перерывах в седиментации под влиянием тектонических процессов формируются угловые несогласия, когда молодые и более древние комплексы залегают под углом друг к другу. По своей структуре они подразделяются на несогласные перекрытия, параллельные несогласия и скрытые несогласия. На временном разрезе такие сейсмические границы прослеживаются весьма уверенно.

Еще одним важным классом сейсмических границ являются дизъюнктивные границы – поверхности традиционных дизъюнктивных нарушений типа – сброс, взброс, раздвиг, сдвиг, надвиг, покров (шарьяж). Особой формой таких границ являются древовидные разломы. Для них характерен один глубинный ствол, переводящий вверх по разрезу в целую совокупность расходящихся (ветвящихся) более мелких разрывов.

Особый тип сейсмических границ представляют собой флюидные контакты – поверхности раздела разных пластовых флюидов: газа и воды – ГВК, газа и нефти – ГНК, воды и нефти – ВНК. Наиболее четкие сейсмические отражения формируются на поверхности ГВК из-за повышенного различия в акустических жесткостях.

## МИНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КАРБОНАТНЫХ БРЕКЧИЙ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ “НАДЕЖДА” (ЯКУТИЯ, ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЛДАН)

ЮСУПОВА Р. Г.

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Положение исследуемой площади в региональных геологических структурах определяется размещением ее на стыке Алданского кристаллического щита, сложенного архейско-протерозойскими метаморфическими толщами (с юга), и Лено-Алданской плиты, представленной терригенно-карбонатными отложениями венд-кембрийского и юрского возраста (с севера).

Крупные структуры второго порядка: с юга и юго-востока – Эльконский горст, с запада – Куранахский грабен, с севера – Укуланская разломно-купольная структура. К стратифицированным образованиям относятся субгоризонтально залегающие карбонатные отложения усть-юдомской свиты венда, пестроцветной, тумулдурской, унгелинской и куторгиновой свит нижнего кембрия, юхтинской свиты нижней юры; нерасчлененные палеоген-неогеновые коры выветривания и карстовые образования. Магматические образования района представлены тремя формациями мезозойских позднемеловых щелочных пород: щелочно-пикритовой, монцонит-сиенитовой и тингуаит-щелочно-гранитовой. Образования минетта-бостонитовой серии слагают крутопадающие дайки протяженностью до 3-4 км при мощности до 5 м.

Геолого-структурная позиция золоторудного месторождения “Надежда” определяется его расположением в восточном борту Куранахской впадины, в Надеждинской подзоне Нижнеякокитской золоторудной зоны. На площади месторождения на поверхность выходят горизонтально залегающие доломиты унгелинской свиты нижнего кембрия, прорванные мезозойскими дайками и пластовыми телами лампрофиров и ортофиров алданского комплекса.

Закарстованная толща пород унгелинской свиты является рудовмещающей для золоторудных тел куранахского геолого-промышленного типа (золотоджаспероидный малосульфидный), а закарстованная граница куторгиновой свиты с перекрывающими ее юрскими песчаниками является рудоконтролирующей.

В неогеновый период по гумбеитам, пирит-кварцевым гидротермалитам образовались обломочно-хемогенные коры выветривания (КВ), переотложенные в карстовых депрессиях (мощность КВ до 50-80 м, протяженность – до 2000 м при ширине до 800 м). Минеральный состав КВ: лимонит – монтмориллонит – каолинит – гидрослюдисто-кварц – калишпатовый (со значительной вариацией). Золото в КВ мелкое, дисперсное, содержания варьируют от 0,3 до 25,0 г/т.

Объект изучения – карбонатные брекчии зон дробления и разломов по доюрским КВ. Ранними исследованиями указывалось на наличие формации карбонатных метасоматических брекчий как продукта “последних этапов постмагматических эндогенных изменений”. Наши исследования позволяют по-новому рассматривать их генезис. Первый тип брекчиевых (конгломерато-брекчиевых) образований является внутрiformационным. Брекчии представляют собой зоны тектонитов-карбонатного меланжа длительного развития, сформировавшегося при прогрессирующей деформации мергелистого интервала карбонатного разреза. Толща переслаивания доломитов, глинисто-мергелистых доломитов и мергелей выступает в качестве поверхности внутрiformационного срыва, по которой осуществлялось перемещение карбонатных пластин и образование брекчий, вторично деформированных в сдвиговых или сдвиго-надвиговых зонах. Для них характерен тонкоперетертый карбонатный цемент, в который заключены обломки пиритизированных битуминозных пелитоморфных доломитов, мергелей, серых тонкополосчатых доломитов и метасоматитов кальцит-флюорит-кварцевого состава (пострудные метасоматиты, характерные для золотоджаспероидных месторождений лебединского и самолазовского типов). Наличие в обломочном материале данных метасоматитов и пиритизированных битуминозных доломитов позволяет предполагать нахождение оруденения в бортах карстовых депрессий и на более глубоких горизонтах в пределах усть-юдомской свиты кембрия.

Брекчии второго типа – кварц-халцедон-карбонатные (рудные) отмечаются в приразломных межблоковых зонах, пространственно приурочены к “роям” даек минетта-бостонитового и лампрофирового состава. Деформация обломков карбонатных пород характеризуется регрессивной направленностью: дробление и рекристаллизация зерен карбонатов, возникающие при высоких скоростях деформации и взрывных процессах. В шлифах дешифрируется структура взрывной декомпрессии – обломки, отделившиеся от материнских, повторяют их конфигурацию. В отдельных участках прослеживаются текстуры флюидального течения с фронтами отложения сульфидов, отмечаются зоны колломорфно-метаколлоидных структур раскристаллизации кварца (исходного кварцсодержащего флюида) с наложением агрегатов адуляр-флюоритового состава. Микроритмы в таких структурах выполнены сульфидно-лимонитовой минерализацией. По карбонатному матриксу вблизи таких структур образуются контрастно-ограниченные радиально-лучистые сферолиты халцедона, на которые также накладываются флюорит и адуляр. Центральные области флюидных (вихревых) текстур в брекчиях выполнены колломорфным лучистым халцедоном, который развивается как по раннему кварцу (кварц-I), так и по карбонатной составляющей. Колломорфный халцедон “протыкают” удлинённые “рисовидные” кристаллики кварца-II (процесс развития джаспероидного кварца),



т. е. брекчии с явными признаками гидротермальной переработки. Содержания золота в них – от 0,2 до 3,2 г/т. Данные образования имеют флюидизатно-эксплозивный генезис с наложенными гидротермально-метасоматическими процессами.

Новые данные о различном генезисе карбонатных брекчий показывают, что их изучение имеет прикладное значение, т. к. метасоматически измененные кварц-халцедон-карбонатные брекчии (флюидизатно-эксплозивные) являются золотоносными.

## МОНИТОРИНГ ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ МОРСКОГО ТЕРМИНАЛА ЗАО “КТК-Р”

*ОСТАПЧУК С. И.*

ООО “Новороссийская геологоразведочная партия”, г. Новороссийск

Морской терминал Каспийского Трубопроводного Консорциума (КТК-Р) расположен на Черноморском побережье в районе г. Новороссийска. Он является сложной технико-природной системой, включающей резервуарный парк, подводный трубопровод и береговые сооружения с выносными причальными устройствами.

С целью обеспечения промышленной безопасности в чрезвычайных ситуациях, вызванных природными и техногенными факторами, требуется постоянный контроль за состоянием сооружений и развитием природных процессов геологической среды. Основная задача мониторинга – своевременное выявление и прогнозирование развития опасных геологических процессов, влияющих на безопасное состояние сооружений и геологической среды.

Задачей мониторинга экзогенных геологических процессов (ЭГП) является система регулярных наблюдений за режимом этих процессов и прогноза их развития под воздействием природных и техногенных факторов. Она предусматривает также разработку рекомендаций по предотвращению или ослаблению негативных последствий от проявления ЭГП, особенно по обеспечению безопасности людей, проживающих в зонах интенсивного проявления этих процессов.

Принципиально возможны три основных случая реализации активности проявления ЭГП:

- 1) развитие существующей формы проявления процесса;
- 2) возникновение новых форм проявления процесса в пределах однородного геологического тела, пораженного данным процессом;
- 3) образование форм проявления ЭГП в пределах геологических тел (элементов рельефа), участков геологической среды, не являющихся в настоящее время средой развития данного процесса, но predisposed к этому.

На площади сооружений морского терминала, в соответствии с существующей классификацией [1], выделены следующие генетические типы ЭГП и соответствующие им геоморфологические условия, а также формы проявления ЭГП (см. табл.).

Таблица

**Генетические типы ЭГП**

№ пп	Генетические типы ЭГП	Геоморфологические условия формирования	Формы проявления ЭГП
1.	а) Выветривание и суффозия	Горный рельеф, по глубине – мелкорасчлененный (100-200 м); по густоте умеренно-расчлененный (100-500 м); по углам наклонов – умеренно крутой (10-15°); откосы склонов крутые (15-45°)	Трещиноватость. Обломочно-древянистое разрушение пород.
	б) Осыпи		Гравитационный снос материала к основанию склонов.
	в) Эрозия плоскостная		Плоскостной снос, струйные борозды.
	г) Эрозия овражная		Промоины и рост существующих оврагов.
2.	Оползни	–	Просадки грунтов.
3.	Абразия моря	Береговой уступ (клиф)	Размыв и подрезка основания берегового уступа. Обрушение берегового клифа. Транспортировка волнами материала обрушения. Образование берегового абразивного уступа.

Динамика развития и многообразие генетических типов ЭГП зависит от многих факторов. К ним относятся: неравномерность распределения в геологическом пространстве и времени, независимость форм проявления процессов между собой, сложность строения форм проявления, скоротечность развития, многообразие форм развития и проявления, включая активизацию и образование новых форм, сложный характер зависимости режима ЭГП от режима определяющих факторов. Логично выделять естественный и техногенно-нарушенный режимы ЭГП. При прекращении действия техногенного фактора процессы начинают развиваться естественным путем.

По результатам первого этапа мониторинга ЭГП разработан прогноз дальнейшего развития экзогенных процессов, мероприятия по их стабилизации и защиты от негативных последствий.

Рекомендуемые защитные мероприятия:

- дополнительное устройство нагорных канав вдоль верхней бровки эрозионных склонов для перехвата поверхностных вод; лотков и быстротоков – у подножия склонов;
- восстановление нарушенных участков дернового покрытия склонов площади сооружений;
- восстановление нарушенных склонов и дополнительные древесно-кустарниковые насаждения на них;
- регулярная уборка смытого материала от входного оголовка галерей защитных дамб парка и железобетонных труб вдоль дорог;
- профилактическая уборка обломочного материала осыпей вдоль оснований склонов и откосов;
- укрепление активных осыпей и развивающихся оврагов габионами, естественными прочными горными породами плитчатой формы, каменной наброской по направлению роста оврагов;
- цементация и силикатизация склонов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Опасные экзогенные процессы / В. И. Осипов, И. М. Кутепов, В. П. Зверев и др. / М.: ГЕОС, 1999-290 с.

### УСТАНОВЛЕНИЕ ЦИКЛИЧНОСТИ В ОТЛОЖЕНИЯХ ТЮМЕНСКОЙ СВИТЫ ШАИМСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА

ПУДОВКИНА М. А.

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Шаимский нефтегазоносный район (НГР) расположен в центральной части самой западной в Западно-Сибирской НГ-мегапровинции, Приуральской НГ-области. В геологическом отношении он охватывает Шаимский мегавал и прилегающие к нему с запада и севера территории. Промышленно нефтегазоносны среднеюрские континентальные отложения тюменской свиты и локально развитая келловей-верхнеюрская вогулкинская пачка [3].

Исходными данными явились геолого-геофизические колонки по скважинам 10628 Ловинского месторождения и 10320 Тальникового месторождения. С использованием программы *Surfer* они переведены в цифровую форму. Полная структура колонки включает сведения о признаках, характеризующих выделенные слои, геофизические исследования скважин и обобщающие фациальные кривые, что показано на рис.

Под литоциклом понимается полифациальный комплекс отложений, отражающих непрерывную смену регрессивных условий осадконакопления трансгрессивными. Цикличность устанавливается по изменению фациальной кривой (ФК), которая отстраивается в двух вариантах: для мелководно-бассейновых обстановок применен заголовок “Фации-1” и для озерно-аллювиальных – “Фации-2” [1]. Сравнение колонок изученных скважин подтверждает о том, что ЛЦ-II коррелируются по всей территории Шаимского НГР [3].

Каждый из литоциклов второго порядка состоит из трех (редко двух или четырех) литоциклов первого порядка, что характерно для подавляющего большинства изученных терригенных угленосных толщ [1]. В наиболее полном разрезе тюменской свиты, изученном на Ловинском и Западно-Тугровском месторождениях, весьма уверенно выделяются четыре литоцикла второго порядка (ЛЦ-II). Литоциклы второго порядка коррелируются по всей территории Шаимского НГР, а литоциклы первого порядка подлежат корреляции только на отдельных площадях [3].

В процессе работы были сопоставлены изученные колонки скважины и прослежены литоциклы второго порядка (ЛЦ-II). В результате оказалось, что мощности литоциклов существенно изменяются: в скв. 10320 мощность каждого из них примерно на 10 м меньше, чем в скв. 10628. Для примера приведем данные по (ЛЦ-II-2) (см. рис.). В скв. 10320 его мощность составляет 18,6 м, в литоцикле первого порядка (ЛЦ-I-3) произошла смена озерно-аллювиальных отложений прибрежно-бассейновыми, причем по литоциклу в скв. 10628 мощность – 34,6 м, а отложения этого литоцикла составляют только прибрежно-бассейновые. Рассмотренный литоцикл второго порядка

ЛЦ-II-2 существенно различен по фациальному составу, включает коллектор Ю<sub>4</sub>. Следует отметить, что в верхах нижнего ЛЦ-II-4 обеих скважин прослеживается угольный пласт повышенной мощности.

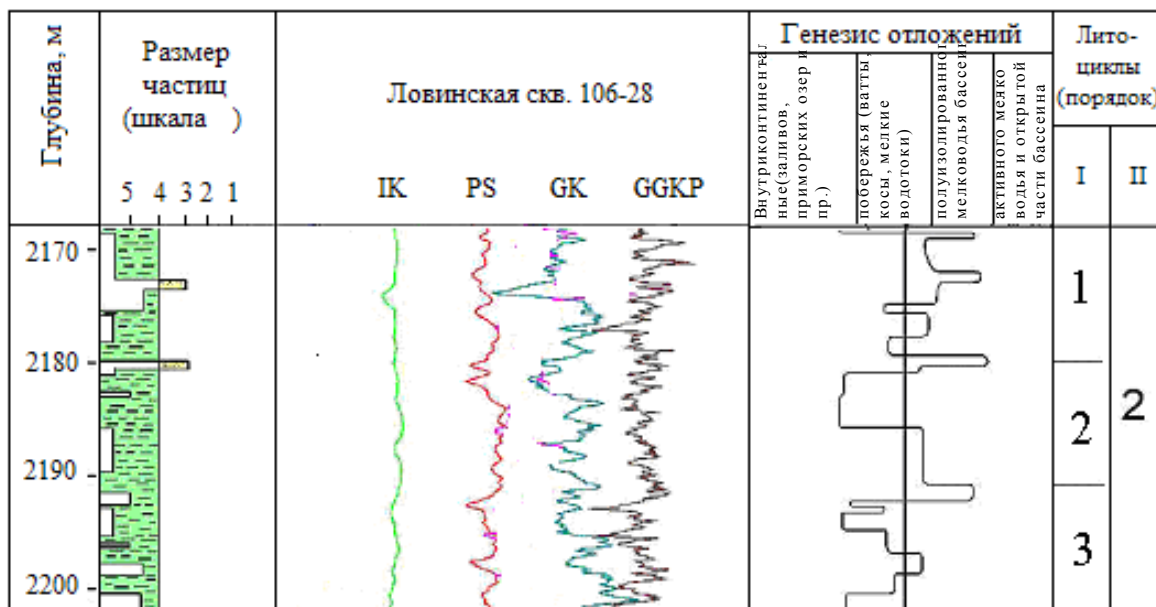


Рис. Фрагмент колонки: 1 – песчаники; 2 – алевролиты; 1 2

Полученные данные показывают высокую разрешающую способность фациально-циклических исследований, позволяющих уверенно коррелировать сложно-построенные территориальные отложения тюменской свиты.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев В. П. Литолого-фациальный анализ: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и самостоятельной работе по дисциплине “Литология”. – Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2003. – 147 с.
2. Особенности геологического строения и разработки месторождений Шаимского нефтегазоносного района. Сборник научных статей, посвященный добыче 200-миллионной тонны нефти на месторождениях ТПП “Урайнефтегаз” ООО “ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь”. Урай – Тюмень, 2002. – 318 с.
3. Угленасыщенность, петрографический состав и метаморфизм углей тюменской свиты Шаимского нефтегазоносного района (Западная Сибирь). – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. – 158 с.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ И МОРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ICP-MS

МАНЗИНА А. И., ЛИХАЧЕВ П. Е.

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Применительно к осадочным породам метод ICP-MS применяется для определения концентраций рассеянных и редких элементов. Анализ спектров РЗЭ весьма информативен при реконструкции бывшего состава верхней коры.

В нашей работе мы проводили петрохимический анализ мелкозернистых алевролитов тюменской и абалакской свит Шаимского нефтегазоносного района по 3-м скважинам: 10320 (Т-20) Тальникового месторождения, 10628 (Л-28) Ловинского месторождения и 23 (ЗТ-23) Западно-Тугровского месторождения, который выполнялся по выработке из 52-х проб. По каждой из них было проведено микроскопическое и рентгенографическое изучение, определен химический состав.

Четкая смена континентальных отложений тюменской свиты и морских – абалакской свиты, обычно хорошо устанавливается по керну и геофизическим методам исследования скважин, но в ряде случаев граница как бы “затушевана”. С целью определить четкую границу, проходящую между двух свит, мы использовали метод ICP-MS. Полученные спектры были пронормированы по хондриту и по среднему значению постаршейских глинистых сланцев Австралии (PAAS).

При нормировании содержаний РЗЭ в алевролитах скважины ЗТ-23 в распределении наблюдается отрицательная аномалия по европию, но в пробе ЗТ-23-2 яркая положительная европиевая аномалия, которая свидетельствует о восстановительной обстановке. Это объясняется нефтенасыщенностью пород и возможным крупным проявлением углеводородов. Избыточность европия также, к примеру, можно наблюдать при изучении фосфоритов, генезис которых напрямую связан с морскими условиями осадконакопления. Причина избыточности европия в фосфоритах связана с резко восстановительной средой их формирования в обогащенных органическим веществом диатомовых илах. Рассматривая эту европиевую аномалию, можно предполагать о существовании морских условий на данном интервале.

Аномально высокий уровень содержания РЗЭ зафиксирован в пробе Л-28-А. Превышения содержаний РЗЭ относительно других проб достигают пятикратного размера. Объяснить этот факт можно, рассмотрев геохимическую спецификацию пробы. Так, обогащение РЗЭ этого интервала, возможно, связано с гидротермальными процессами, что следует более детально изучить.

В остальном графики распределения однотипны как в скважине ЗТ-23, так и в скважинах Л-28 и Т-20, что дает возможность предположить о геохимическом сходстве пород и об однородной геодинамической обстановке в целом.

Рассматривая спайдер-диаграммы, однозначных выводов сделать нельзя. Достаточно весомые аномальные содержания РЗЭ отсутствуют. Граница континентальных и морских отложений четко не определена.

Основными критериями, по которым оцениваются спектры РЗЭ в конкретных пробах, являются следующие соотношения:

1. Отношение нормированных  $La_n/Sm_n$ ;
2. Отношение  $La_n/Yb_n$ , характеризующие общий наклон спектра распределения и косвенным образом свидетельствующие о составе пород источников сноса;
3. Отношение  $Gd_n/Yb_n$ , показывающее степень пологости спектра в области тяжелых лантаноидов.

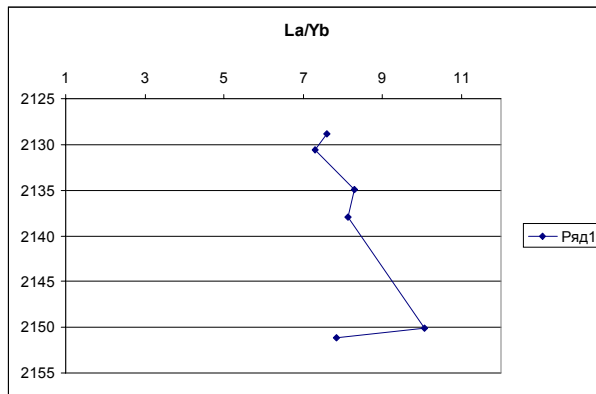
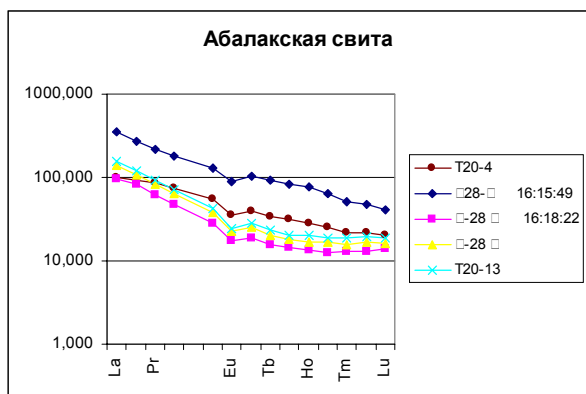
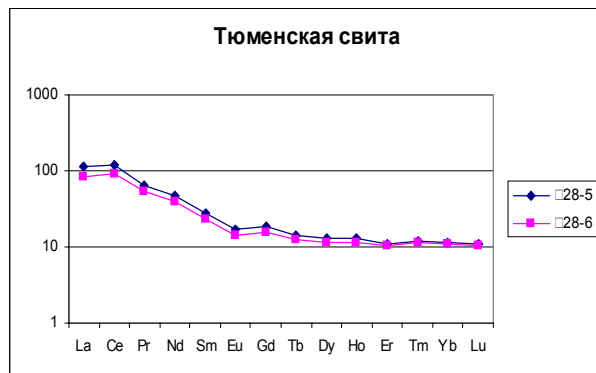


Рис. Распределение нормированных по хондриту РЗЭ и график соотношения  $La/Yb$  по пробам скважины Л-28

Опираясь на данные отношений  $La/Sm$  и  $La/Yb$  и рассматривая графики этих отношений (см. рис.), прослеживается четкий аномальный скачок на глубине 2150 для скважины Л-28, что указывает на явное изменение состава пород. Концентрация тяжелых лантаноидов возрастает с увеличением глубины до отметки 2150, после которой наблюдается ее резкий спад. Отношение  $Gd/Yb$  остается практически неизменным, однако стоит отметить небольшой отрицательный скачок, который наблюдается на глубине 2130, следовательно, концентрация тяжелых лантаноидов уменьшается. Учитывая европиевую отрицательную аномалию можно предположить, что отметка 2150 – является переходной, с этой отметки начинается постепенная трансгрессия, а с отметки 2130 условия становятся чисто континентальными, что, возможно, подтверждается аномально высоким содержанием РЗЭ в пробе Л-28-А. Придерживаясь данных полученных с помощью коэффициентов  $La/Yb$ ,  $La/Sm$  и  $Gd/Yb$ , проявляется четкость искомой границы – абалакская свита перекрывает тюменскую и является вещественным выражением морских условий.



Эти исследования продолжают и требуют доработки. Можно с уверенностью утверждать, что метод *ICP-MS* еще не раскрыл до конца своих потенциальных возможностей.

1. Маслов А. В. Методы изучения осадочных пород;
2. Тейлор С. Р., Мак-Леннан С. М. Континентальная кора: ее состав и эволюция. – М: Мир, 1988.
3. Федоров Ю. Н., Иванов К. С., Ерохин Ю. В., Ронкин Ю. Л. Неорганическая геохимия нефти шаимского района (Западно-Сибирский нефтегазоносный мегабассейн);
4. Sveriensry D.A. *Europium redox equilibria in aqueous solution* // *Earth Planet. Sci. Lett.* 1984.

## ЯВЛЕНИЕ ПИКНОКЛИНА КАК ОДИН ИЗ ВОЗМОЖНЫХ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ ВОГУЛКИНСКОЙ ТОЛЩИ

ЕФИМОВИЧ М. О., ТИТОВ Ю. В.

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Объектом рассмотрения является вогулкинская толща, расположенная в Приуральской нефтегазоносной области Западной Сибири (Шаимский НГР). Накопление отложений донного горизонта происходило в условиях обширной трансгрессии келловейского морского бассейна. Следствием этого являются локальные размывы приподнятых блоков фундамента (“лысье горы”), эрозионные врезы, которые контролируются тектоническими нарушениями. Возникновение на фоне общей трансгрессии своеобразной вогулкинской толщи может быть объяснено с помощью явления пикноклина.

В современной океанологии пикноклин рассматривается как область большого градиента плотности, расположенная на достаточной глубине. Пикноклин (слой скачка плотности) образуется при интенсивном ветровом или конвективном перемешивании поверхностного слоя или при взаимном наложении двух масс воды различного происхождения. Резко выраженный слой скачка плотности препятствует проникновению сверху вниз взвешенных в воде предметов. Движения в области пикноклина имеют достаточно сложный характер и включают в себя перенос массы, температуры, солености и турбулентных характеристик среды. Поступление в озеро несущих осадочный материал речных вод ведет к образованию плотностных течений (см. рис.). Поток с высокой концентрацией взвешенного материала оказывается локализованным в определенном слое и в дальнейшем разносится по всему озеру за счет ветровой циркуляции. Если же плотность воды втекающей в озеро реки больше, чем плотность гипolimниона, то ее струи перемещаются вблизи дна [1].



Рис. Схематическая модель кластической седиментации в стратифицированном по плотности вод озере при поступлении осадков из дельты [1]

Проведенные разносторонние седиментационные исследования границы средне-верхнеюрских отложений Широкого Приобья [2] свидетельствуют о влиянии явления пикноклина на формирование своеобразной пахомовской пачки. При изучении вогулкинской толщи нами намечены некоторые сходные механизмы образования.

Так, по данным бурения, в Приуральской зоне Западной Сибири отложения вогулкинской толщи распространены в склоновых частях средних и крупных структур и полностью отсутствуют на сводах (в зонах эрозионных выступов). С удалением от структурного выступа (суши) происходит уменьшение толщин песчаных фаций. При значительном удалении отмечается замещение песчаников переслаивающимися алевролитами и аргиллитами. Породы характеризуются относительно повышенным уровнем радиоактивности. Кроме этого отмечаются редкие включения раковин размером 0,7-0,8 см, что соответствует накоплению осадков в условиях “ультрамелководных фаций на существенных глубинах” [2]. При постепенном сокращении речного стока пикноклин



сначала поднимается (уменьшаются верхний и нижний пределы глубин пикноклина и его интервал по абсолютной величине), а затем выходит на поверхность, т. е. исчезает.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лидер М. Седиментология. Процессы и продукты: Пер. с англ. – М.: Мир. – 1986. – 439 с.
2. Ян П. А., Бейзель А. Л., Вакуленко Л. Г. и др. О генезисе “базальных” пластов средне-позднеюрских трансгрессий в Западно-Сибирском осадочном бассейне // Литологические аспекты геологии слоистых сред. Материалы 7 Уральского регионального литологического совещания. – Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2006. – С. 297-299.

### СТРОЕНИЕ СЕНОМАНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ГУБКИНСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО ДАННЫМ ГИС

*ЛАТЬПОВА А. Ш.*

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Из различных методов реконструкции обстановок древнего осадконакопления, используемых при корреляции разреза и прогнозирования литологических ловушек, наиболее надежным является литолого-фациальный анализ, позволяющий по комплексу диагностических признаков пород восстанавливать условия их образования. Однако его использование ограничено из-за мало доступного для исследования керна при глубоком бурении на нефть и газ. Предложенная В. С. Муромцевым [4] и развитая позднее работами А. В. Ежовой, А. В. Ахтиярова [1], Г. Я. Шилова и И. С. Джафарова [5] методика прогнозирования песчаных тел-коллекторов по характеру кривых электрического каротажа (ПС) дает возможность устанавливать генезис отложений, не прибегая к изучению дорогостоящего кернового материала.

Она использует зависимости между литофизическими свойствами пород и их электрометрическими характеристиками и позволяет построить модель фации – отрезок кривой ПС, образованный одной или несколькими аномалиями и увязанный с граничными значениями  $\alpha_{ПС}$  (отношениями значений кривой ПС к ее максимуму), и в конечном счете – определить смену палеогидродинамических режимов седиментации во времени.

Объектом исследования явились сеноманские отложения покурской свиты ( $K_{1a}-K_{2c}$ ) Губкинского нефтегазоконденсатного месторождения, отнесенные предыдущими исследованиями к образованиям континентального и прибрежно-морского генезиса [2, 3]. Эта часть разреза сложена переслаивающимися глинами, алевролитами и песчаниками, причем доля последних увеличивается к кровле свиты, где к ним приурочена газовая залежь пласта ПК<sub>1</sub>. На основе кривых ПС по скважинам, пробуренным в центральной части месторождения, были построены схема корреляции, и, по методике В. С. Муромцева, – фациальный профиль сеноманских отложений, позволивший отнести их к аллювиальным, дельтовым и прибрежно-морским образованиям.

Так, электрометрическая модель отложений фации русловых отмелей меандрирующих рек представляет собой сложную аномалию в зоне отрицательных отклонений ПС, образованную наклонной осложненной зубчатостью кровельной, вертикальной слабоволнистой боковой и всегда горизонтальной подошвенной линиями. Такие песчаные отложения, заключенные в глинистые осадки, создают сочетание хорошо проницаемых и непроницаемых пород, благоприятное для аккумуляции углеводородов. В прибрежно-морских условиях накапливались осадки фаций головных течений и промоин разрывных течений, барьерных островов и устьевых баров, формируя песчаные резервуары крупных размеров.

Электрометрические модели фаций головных частей промоин и разрывных течений представляют собой простые аномалии в виде соответственно равнобедренного треугольника и четырехугольника, расположенные в зоне отрицательных отклонений кривой ПС. Модель барьерного острова имеет вид сложной аномалии, состоящей из двух геометрических фигур – треугольника и четырехугольника, при этом ее кровельная линия горизонтальная, боковая – ровная или волнистая, подошвенная – наклонная, сильно зубчатая. Электрометрические модели фаций дельтового комплекса близки к моделям разрывных течений.

На построенном фациальном профиле сеноманских отложений покурской свиты прослеживается смена снизу вверх по разрезу континентальных осадков дельтовыми и, наконец, прибрежно-морскими, что подтверждает предложенную геологами ООО “Ноябрьскгаздобыча” (Шакуров, 2005 и др.) трехслойную модель залежи пласта ПК<sub>1</sub> Губкинского месторождения.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ахтияров А. В. Электрометрические образы фаций / Геофизика. – №6. – 2005. – С. 30-34.

2. Комардинкина Н. Г. Палеогеографические и палеогеоморфологические предпосылки формирования газа в континентальных толщах / Литолого-фациальные и палеогеографические критерии нефтегазоносности. – М.: 1980. – С. 57-63.
3. Комардинкина Н. Г. Взаимность условий формирования и свойств пород-коллекторов сеномана севера Западной Сибири / Литолого-фациальные и палеогеографические критерии нефтегазоносности. – М.: 1980 – С. 114-118.
4. Муромцев В. С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – Л.: Недра. – 1984. 260с.
5. Шилов Г. Я., Джафаров Н. С. Генетические модели осадочных и вулканогенных пород и технология их фациальной интерпретации по геолого-геофизическим данным. – М.: 2001. – 393 с.

## ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ В МЕЛОВОМ ПЕРИОДЕ

*ПОНОМАРЕВА Е. А.*

ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Нижнемеловые отложения на территории Западно-Сибирской плиты развиты повсеместно. Слагая значительную часть платформенного чехла, они согласно залегают на породах юры и всюду согласно покрываются образованиями верхнего мела. В большей части территории они залегают на глубинах около 1-1,5 км и только на окраинах равнины кое-где выходят на дневную поверхность в естественных обнажениях по берегам рек. Изучение пород нижнего мела и заключенных в них палеонтологических остатков производится главным образом по материалам, полученным при бурении множества скважин. Основные работы, в которых проводилось бурение, расположены в среднем течении р. Оби и ее притоков, в междуречье Оби и Иртыша, в Зауралье, в нижнем течении р. Оби и на побережье Обской губы, по р. Северная Сосьва, по левым притокам р. Енисей и на других площадях. Менее разбурены и хуже изучены северные районы равнины, расположенные в междуречье Оби и Енисея к северу от широтного течения р. Оби.

Залегание нижнего мела обычно близкое к горизонтальному залеганию, и только на крыльях наиболее резких складок платформенного типа углы наклона пластов достигают 2-3°, реже 10-12°, а иногда на погребенных антиклинальных складках восточного склона Урала – даже 30-35°.

Разрез нижнемеловых отложений в Западно-Сибирской равнине полный и, по-видимому, включает все ярусы (фаунистически подтверждено присутствие баррема и апта). Нижний мел сложен в основном сероцветными терригенными породами: глинами (в том числе плотными аргиллитоподобными), алевролитами и песчаниками. Нередко они тонко переслаиваются, образуя глинисто-алевролитовые пачки, местами содержат маломощные прослои известняков, бурых углей, а по окраинам равнины – прослои и линзы гравийно-галечных пород и мелкогалечных конгломератов. Иногда встречаются глины в отдельных пачках битуминозные. Отложения готерив-баррема в южной половине равнины и всего неокома на ее юго-востоке представлены в основном красноцветными песчано-алевритовыми глинами. Максимальной мощности (1200 м) нижнемеловые отложения достигают в центральных районах равнины.

По типам разрезов нижнего мела в Западно-Сибирской равнине выделяются несколько районов. На юго-востоке, в Чулымо-Енисейском районе, нижнемеловые отложения представлены только континентальными образованиями, в неокоме – пестроцветными (песчано-алевритовые пестроокрашенные глины), а в апт-альбе – сероцветными угленосными (глины, песчано-алевритовые породы, местами гравелиты и конгломераты). В западных и северо-западных районах к нижнему мелу относится толща морских и солоноватоводных отложений. В берриасе, валанжине и нижнем готериве – это исключительно морские преимущественно темноцветные (нередко почти черные) в разной мере битуминозные аргиллитоподобные глины с прослоями алевролитов. В верхнем готериве (?), барреме (?), апте и альбе – серые и зеленовато-серые морские глины и алевролиты, переслаивающиеся с близкими по составу отложениями солоноватоводных водоемов.

В центральных, южных и северо-восточных районах морские глины, алевролиты и песчаники слагают берриас-валанжинскую, а местами и нижнеготеривскую часть разреза. Выше морские глинисто-алевритовые отложения переслаиваются с континентальными, местами угленосными песчано-алеврито-глинистыми образованиями готерива-альба. На юге равнины широко распространена также толща пестроцветных песчано-алевритовых известковистых глин валанжин-аптского возраста. На крайнем юге развиты пестроцветные бокситоносные глины апта-нижнего турона, залегающие на образованиях палеозоя.

Установление нижнего мела в регионе связано с именами Е. С. Федорова и Д. И. Иловайского. Стратиграфии нижнемеловых отложений были посвящены работы П. Л. Безрукова, Н. П. Туаева, В. И. Бодылевского, В. А. Вахрамеева и др.

В пределах региона выделяются: берриасский, валанжинский ярусы, нижний готерив, нерасчлененные отложения готерив-баррема, предположительно – аптский и достоверно – альбский ярусы. На отдельных участках ввиду недостаточного палеонтологического обоснования нижнемеловые отложения не расчленяются даже до яруса.

Описание нижнемеловых отложений производится по ярусам с указанием соответствующих подразделений местной стратиграфической шкалы.

Осадочные породы берриас-готеривского возраста представлены на севере Западной Сибири преимущественно морскими образованиями. В объеме этих осадков и на границах перспективных земель выделяются три литолого-фациальных района: Енисей-Тазовский, Тарсолинский и Ныдинско-Ямальский. Енисей-Тазовский район занимает бассейн Таза и течение р. Енисея. Здесь выделяются нижнехетская (верхний берриас-нижний валанжин) и суходудинская (верхний валанжин-готерив) свиты.

Баррем-Сеноманский ритм осадконакопления характеризуется развитием преимущественно континентальных отложений. Однако имеют место и породы морского генезиса (нижнеханты-мансийской подсвиты). По типу разрезов баррем-сеноманские отложения подразделяются на три литолого-фациальных района: Полуйско-Ямальский, Таркосалинский и Енисей-Тазовский. Полуйско-Ямальский район занимает территорию бассейна р. Полуй, п-ва Ямал и частично правобережье Обской губы. Осадочные образования баррем-сеноманского возраста расчленяются на описываемой территории на таноупчинскую (верх готерив-апт), нижнеханты-мансийскую (ярогскую), нижний Альб и марресалинскую (Альб-сеноман) свиты.

В последние годы на территории п-ва Ямал открыт ряд многопластовых нефтегазоконденсатных месторождений в отложениях нижнего мела. Породы основных продуктивных горизонтов имеют готерив-баррем-аптский возраст (таноупчинская свита). Продуктивные отложения здесь представлены переслаивающимися песчаниками, алевролитами, глинистыми породами с редкими маломощными прослоями карбонатных пород. Толщи различаются по характеру строения, что отражает изменение условий осадконакопления.

Основными процессами, контролирующими характер формирования и распределения пород таноупчинской свиты на п-ве Ямал, являются колебательные движения региона, получившие отражение в определенной ритмичности осадконакопления, которая, однако, нарушается параллельным действием ряда локальных факторов, что определяет окончательный облик разреза. Причинами локальных изменений могут служить неровности дна бассейна осадконакопления, изменения гидродинамического режима водной среды бассейна, внутриформационные размывы и т. д. В результате сформировались пласты, характеризующиеся непостоянством распространения по разрезу и площади, с частым вклиниванием, фациальным замещением непроницаемыми породами, соединением с ниже- и вышелегающими прослоями.

## **ОБСТАНОВКИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ ДЛЯ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО БЛОКА ПРИ МЕНЯЮЩЕМСЯ ОБЪЕМЕ ПОСТУПАЮЩЕГО МАТЕРИАЛА НА ОБЛАСТИ РАЗНОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ**

*МАМОНТОВА А. В., ШАЙХУТДИНОВА А. Т.*  
ГОУ ВПО “Уральский государственный горный университет”

Среди моделей, иллюстрирующих зависимость характера границы раздела между осадком и фундаментом от тектонического строения, положения уровня моря и волноприбойной деятельности и пр. широко известна простая схема Р. Селли [2]. Принципиально наследуя ее основные принципы, мы предлагаем такую модель только для континентального блока. Поставленная задача – проследить за осадкообразованием при различном объеме поступающего в разные области материала. Время для удобства рассуждений принято постоянным. Модельный характер рассматриваемого процесса отображен на рис., а для его описания (характеристики) нами привлечены сведения по юго-западу Сибирской платформы [4]. Показано девять вариантов реализации осадконакопления.

**Верхний пролювиально-аллювиальный комплекс.** В первом примере идет речь о подгорно-веерной, или же межгорной равнине. Очень четко можно выделить фангломерат, так как перенос материала может происходить за короткие отрезки времени. В четвертом примере осадконакопление происходит в области верхнего аллювиального комплекса, однако система осадконакопления схожа с осадконакоплением в области нижнего озерно-аллювиального комплекса. В седьмом случае из-за малого поступления осадочного материала под воздействием климата образуется кора выветривания. По мере развития коры выветривания в глубину наблюдается ряд последовательных переходных зон от свежих неизмененных коренных пород к продуктам полного химического разложения. Границы между зонами неровные, неотчетливые и могут перемещаться в глубину по мере развития коры выветривания [1].

**Нижний аллювиально-озерный комплекс.** Во время формирования нижнего аллювиального комплекса имело место усиление темпов эрозии и оживление динамики речных систем, и ослабление интенсивности водных потоков, сокращение или исчезновение центральной реки [4]. В примерах 2, 5 наблюдается тот же процесс, что и для 1, 4, хотя зачастую и в условиях более дифференцированного рельефа. Отчасти имеет место более сильное воздействие климата, а значит и более активное уплотнение и дифференциация материала. Видно, что областью сноса является преимущественно один из бортов впадин.

Конечный результат сглаживания рельефа показан на восьмом примере, где осадочные образования часто являются эоловыми, поскольку объем поступающего материала довольно мал. Тонкость гранулометрического состава подавляющей части отложений свидетельствует об отсутствии постоянно действующего водотока и накоплении материала в дистальной зоне аллювиальной равнины за счет временных потоков и воздушного переноса алевропелитовой пыли. Массивные пакеты алевропелитов в ассоциации с отложениями временных площадных потоков, без каких-либо течениевых текстур, сходных с лёссовыми отложениями в аридной климатической зоне [4].

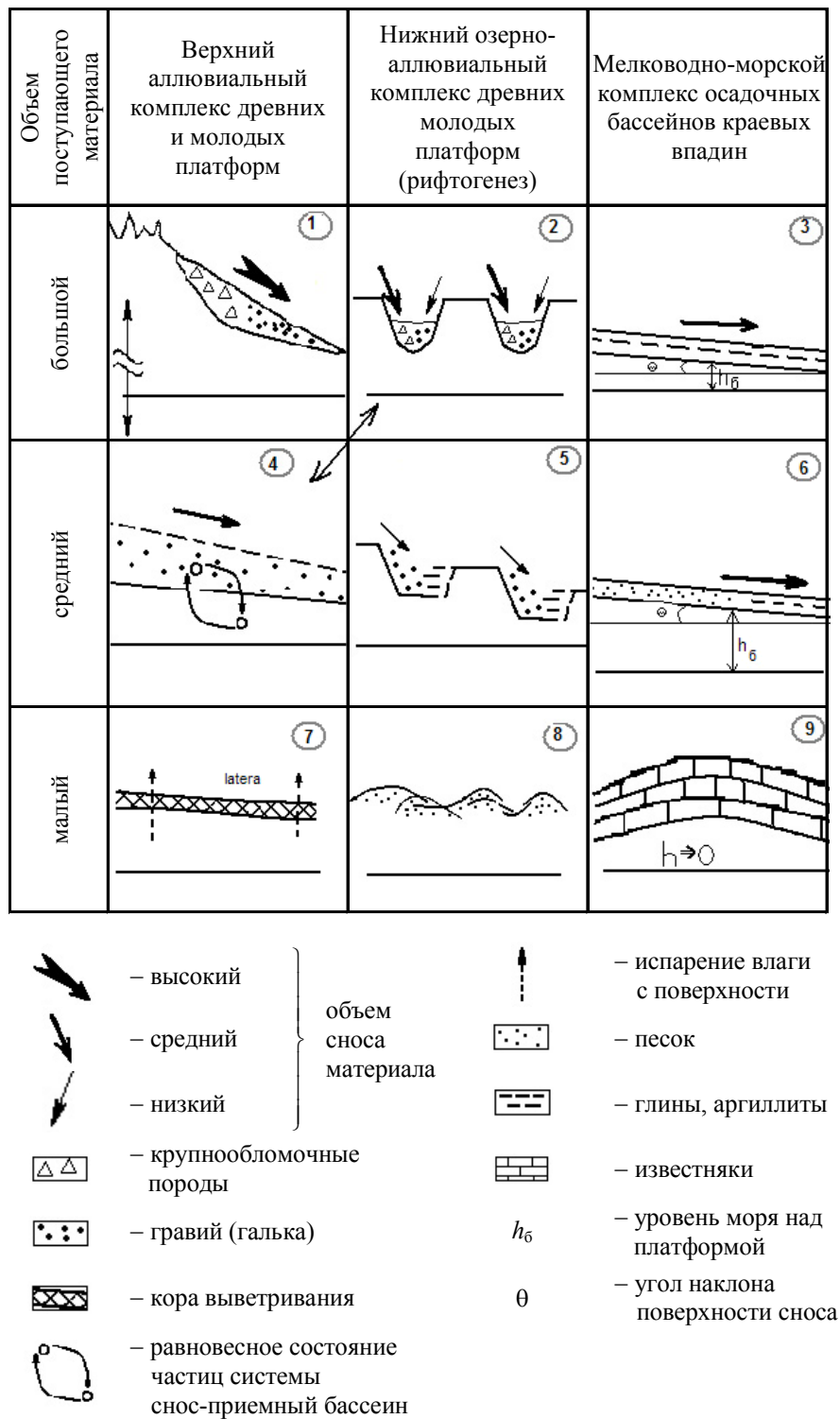


Рис. Обстановки осадконакопления для континентального блока при меняющемся объеме поступающего материала на области разного геологического строения

**Мелководно морской комплекс осадочного бассейна краевых впадин.** Три главных процесса накопления песчаных тел и сопутствующих тонкообломочных отложений характеризуют нижний морской комплекс: перемещение песчаных волн (баров) и покровов в сторону суши, миграция их с помощью вдольбереговых течений, накопление в виде “событийных” слоев, связанных со штормами, в лагуне и переходной зоне берегового склона (модель 3).

Два процесса определяют характер накопления верхнего мелководно-морского комплекса в модели 6: высокое стояние уровня моря и регрессия береговой линии, связанная с импульсами орогенеза и избытком песчаного материала, наращивавшего пляж. В этой зоне осадконакопление происходило в прибрежной обстановке – на верхнем пляже, на различных уровнях предфронтальной зоны пляжа и переходной зоне к внутреннему шельфу. Особенность редколесной ассоциации прибрежной равнины – обилие песка и дефицит тонкодисперсного материала в выносах рек. В примере 9 в область осадочного бассейна поступает ограниченное количество осадочного материала. Здесь часто образуются рифы – карбонатные постройки из скелетных организмов, которые во время формирования представляли топографический выступ, устойчивый к волновому воздействию и возвышавшийся над уровнем морского дна [3].

Таким образом, соотношение между ландшафтом территории осадконакопления и объемом поступающего материала (вне зависимости от геологического времени) можно свести к ограниченному числу вариантов (моделей), что следует использовать при изучении осадочных толщ, накапливавшихся на континентальном блоке.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев В. П. Литология: Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2004. – 253 с.
2. Селли Р. Введение в седиментологию: Пер. с англ. – М.: Недра, 1981. – 370 с.
3. Селли Р. Древние обстановки осадконакопления: Пер. с англ. – М.: Недра, 1989. – 294 с.
4. Советов Ю. К., Благовидов В. В. Реконструкция бассейна осадконакопления (на примере вендского передового прогиба “форландового бассейна” юго-запада Сибирской платформы) // Осадочные бассейны: методика изучения, строение и эволюция. – М.: Научный мир, 2004. – 526 с. (Тр. ГИН РАН, вып. 543).

### СОЗДАНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

*ЛОБАНОВА И. А.*

ГОО СПО “Исовский геологоразведочный техникум”

В Исовском геологоразведочном техникуме на протяжении многих лет практикуется совмещение учебных практик с выполнением договорных работ. При проведении геодезических практик мы часто выполняем простейшие виды работ по созданию топографической основы для проведения геологоразведочных работ: разрубку магистралей и профилей, разбивку пикетажа по профилям.

Таковую же работу нашим студентам часто приходится выполнять во время производственной практики.

В инструкциях и учебниках по прикладной геодезии вопросам создания топографической основы, далее топосети, на участках проведения геологоразведочных работ уделяется крайне мало внимания. Случается, что для быстрого выполнения этой работы привлекаются слабо подготовленные люди и студенты, для которых и составлено данное руководство.

Проведение поисковых геологоразведочных работ проектируется, как правило, по линиям (профилям) вкрест простирания предполагаемых рудных зон.

Участок проведения работ, расстояние между профилями, расстояние между пикетами по профилю определяются проектом проведения геологоразведочных работ. Проект сопровождается планом проведения геологоразведочных работ и планом создания топосети на участке.

Топосеть на участке создается для перенесения в натуру объектов геологоразведочных работ: пунктов геофизических измерений, точек наблюдения в поисковых маршрутах, буровых скважин, шурфов и т. д.

Создание топосети включает в себя:

- подготовку оборудования, инструмента, снаряжения;
- определение магнитного азимута профильных линий;
- перенесение в натуру магистральных линий и проектных точек;
- перенесение в натуру профильных линий;
- разметку пикетов по профилям.

Другие виды работ по созданию топографических основ для обеспечения геологоразведочных работ в настоящем руководстве не рассматриваются.



Настоящее руководство составлено на основании опыта проведения работ в условиях горно-таежной местности Среднего Урала.

## **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ *GPS* ПРИЕМНИКА *TRIMBLE 4600* ДЛЯ ПРИВЯЗКИ РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН НА СЕРОВСКОМ НИКЕЛЕВОМ РУДНИКЕ**

*ТЮРИНИ О., БУЛДАКОВ А. В.*  
ГОУ СПО “Исовский геологоразведочный техникум”

Исовский геологоразведочный техникум (ИГРТ) давно и плодотворно сотрудничает с Воронцовской геологоразведочной партией (ВГРП). Одна из форм такого сотрудничества – выполнение геодезических работ на объектах ВГРП. Специалисты ВГРП заинтересованы во внедрении в практику работ новых технологий и приборов и обратились к нам с просьбой изучить возможность привязки геологоразведочных скважин на Серовском никелевом руднике средствами современной спутниковой навигации.

Располагая спутниковой навигационной системой *Trimble 4600* и используя имеющуюся на месторождении опорную геодезическую сеть, мы выполнили привязку скважин, которые ранее были привязаны традиционными для геодезии способами и приборами.

Перед выездом на полевые работы мы провели проверку работы оборудования на учебном полигоне ИГРТ, которая заключалась в определении координат 10 пунктов опорной сети учебного полигона. Среднее отклонение по координате  $X$  составило 2 мм, по координате  $Y$  – 2 мм, по координате  $Z$  – 10 мм.

На месторождении *GPS*-измерениями были определены плановые координаты 34 скважин. Отклонение по координате  $X$  – до 4,0 м, по координате  $Y$  – до 4,0 м, по координате  $Z$  – до 13,0 м.

Такие значительные отклонения, скорее всего, объясняются неудачной геометрией опорной сети и залесенностью местности.

Полученные результаты не позволяют нам рекомендовать использование оборудования *Trimble 4600* в условиях Серовского месторождения.