

Выделение петромагнитных и палеомагнитных групп произведено методом группирования по наиболее общим и устойчивым признакам: типу и составу пород, текстурно-структурным особенностям, значениям  $I_n$ ,  $\chi$  и первичной намагниченности. По характеру коэрцитивных спектров и по точкам Кюри выделены три группы ферромагнетиков:

- 1) магнетитовый (эффузивы и туфы плейстоцена);
- 2) магнетит-маггемитовый (эффузивы неогена и палеогена);
- 3) маггемит-гематитовый (вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы мезозоя).

Выделенные группы характеризуются широким диапазоном изменений  $I_n$  и  $\chi$ , что, по всей вероятности, обусловлено вариациями состава и концентрации ферромагнитных компонент, а также разной степенью проявления гидротермальных изменений (см. таблицу).

Высшая магнитность характерна для эффузивов, сравнительно высокая магнитность – для вулканогенных и туфогенных пород, сравнительно слабомагнитны осадочные и некоторые интрузивные породы.

На основе результатов петромагнитных и палеомагнитных исследований горных пород фанерозоя, составлены петромагнитные колонки некоторых геологических структур и петромагнитные и палеомагнитные карты территории Армении.

Составленные карты могут существенно повысить детальность и достоверность магнитных и геологических карт, а также способствовать решению ряда проблем региональной геологии.

## **ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ СРЕДНЕРУССКОГО АВЛАКОГЕНА НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ МЕТОДА ПРЕЛОМЛЕННЫХ ВОЛН, ГРАВИМЕТРИИ И МАГНИТОМЕТРИИ**

### **THE DEEP STRUCTURE OF THE MID-RUSSIAN AULACOGEN ON THE BASIS OF INTEGRATED INTERPRETATION OF REFRACTION, GRAVITY AND MAGNETIC DATA**

© 2000 *В.Б. Пуйн, В.Р. Мелихов* (МГУ, Москва, Россия)

Reinterpretation of regional refraction seismic data of past years in the central part of the Moscow Syncline suggests that the two-layer Archean–Lower Proterozoic basement exists in the area and that the structural evolution of the Mid-Russian aulacogen occurred in two successive regimes. Extensional tectonic regime at Archean–Early Proterozoic was followed predominantly compressive tectonic regime from Early Proterozoic into Late Proterozoic. Tectonic movements were controlled by direction and inclination of the faults and relative location of blocks of basements.

В начале 60-х годов на территории Костромской и Вологодской областей была проведена гравиметрическая съемка, которая определила пространственное расположение ветвей Среднерусского авлакогена. Вслед за этим были проведены сейсмические региональные работы КМПВ по сети профилей с целью установить строение кристаллического фундамента. Была построена карта единственной поверхности кровли фундамента. В дальнейшем эти результаты были подвергнуты сомнению, так как подтверждение бурением оказалось не очень хорошим, а также вследствие кризиса в сейсморазведке, когда преломляющие границы стали рассматриваться как недостоверные и неоднозначные. В начале 90-х годов в этом регионе были проведены работы ОГТ по трем длинным профилям. Недостаточная плотность профилей и плохая отражающая способность пород кристаллического фундамента не позволили получить существенных результатов. За прошедшее время разработаны новые компьютерные методы интерпретации годографов преломленных волн, и это позволило, используя достаточно подробную сеть старых профилей, переинтерпретировать их на современной основе и получить представление о трех мерной структуре региона до глубин 10-15 км.

Были выполнены переобработка и переинтерпретация данных КМПВ по 14 профилям, отработанных трестом «Спецгеофизика». Были использованы также данные гравитационной и магнитной съемок. Для сейсмической интерпретации применен метод однородных функций и пакет компьютерных программ «Годограф». Эта методика позволяет автоматически обращать временное поле первых волн в непрерывный двумерно-неоднородный скоростной разрез, который включает информацию о границах раздела, тектонических нарушениях и скоростных аномалиях. Вычислены сейсмические разрезы по всем профилям до глубин 10–15 км. Разрезы проверены решением прямой задачи сеймики. Результаты подтвердили правильность построений. Выполнена сейсмогеологическая интерпретация разрезов, выделены границы раздела и разломы, крутые и пологие. Разрезы увязаны в точках их пересечения и с данными 37 глубоких скважин. Точность определения глубин составляет 100–150 м для верхних границ и 200–500 м для глубоких. По двум профилям, XV и Кубенское-Кузнецово, выполнено сейсмогравитационное и сейсмомангнитное моделирование, которое позволило оценить вещественный состав пород разрезов.

Разрез по субширотному профилю VI в западной части площади характеризует главные особенности геологического строения региона. В фундаменте выделены два слоя: нижнепротерозойский осадочный мощностью 2–3 км и кристаллический архейско-нижнепротерозойский. Аналогичное строение коры обнаружено на Кольской сверхглубокой скважине. Строение разрезов подтверждает современные представления о том, что в земной коре жесткие и хрупкие слои чередуются с пластичными, в которых разломы затухают. В регионе исследования выделены следующие слои снизу вверх.

Нижний слой – кристаллический фундамент на глубинах 5–6 км. Для него характерны скорости продольных волн более 5,7 км/с, блочное строение, множество листрических разломов, которые затухают в кровле слоя. Внутри слоя выделены структуры с повышенными значениями скорости и градиента скорости с высокой плотностью и намагниченностью. Это позволяет отнести их к интрузиям основного и ультраосновного составов. Вмещающими породами для них являются блоки гранитогнейсового состава (скорость 5,6–5,8 км/с, плотность 2,7–2,8 г/см<sup>3</sup>, намагниченность ≤ 0,5 а/м).

Выше залегает пластичный слой, со скоростями от 5,4 до 5,7 км/с. Здесь затухают практически все разломы. Этот слой, по-видимому, является осадочным, он облекает блоки нижнего слоя. Он обладает повышенной намагниченностью, что свидетельствует об его вулканогенно-осадочном происхождении.

Над ним располагается осадочная толща (слоистая) раннепротерозойского возраста, положение кровли которой увязано с данными скважин. О том, что это осадочная толща, свидетельствуют кроме субгоризонтальной слоистости относительно низкие значения скоростей 5,0–5,4 км/с и плотностей 2,6–2,68 г/см<sup>3</sup>. Этот слой разбит субвертикальными разломами на призматические блоки, здесь развиты хрупкие деформации.

Далее вверх по разрезу между приподнятыми и опущенными блоками нижнепротерозойского фундамента располагаются терригенные отложения рифея. По физическим свойствам рифейские отложения близки к нижнепротерозойским. На сейсмических разрезах они выделены по структурным признакам. Самым верхним выделенным на разрезах слоем является слой вендских отложений мощностью от 800 м до 1–1,2 км. Этот слой везде увязан со скважинами.

Профиль Кубенское – Кузнецово (К-К) проходит приблизительно по направлению Вологда – Кострома. Осадочный слой раннепротерозойского возраста мощностью 2–3 км выклинивается по направлению к бортам структуры. В южной части профиля в кристаллическом основании на глубинах 6–8 км выделяются надвиговые пластины, под которыми могут быть прослежены относительно низкоскоростные, возможно, более молодые породы. В верхней части разреза здесь присутствуют структуры обратного знака – выступы блоков нижнепротерозойского фундамента, рифейские отложения заключены в промежутке между этими блоками. Структурные валы, образованные вендскими слоями, выделяются здесь по данным скважин и в сейсмическом разрезе. Это свидетельствует об обстановке сжатия. Направление падения разломов также подтверждают это.

Профиль XXI проведен по оси рифта. Фундамент здесь представлен ступенями примерно 20 км ширины, высота их составляет в среднем 400–500 м. Слои нижнепротерозойского фундамента и венда являются здесь практически ненарушенными.

По данным этих исследований построены глубинные карты трех поверхностей: кровли кристаллического фундамента, кровли нижнепротерозойского фундамента и карта кровли отложений венда. Ширина самой глубокой части рифта по поверхности кристаллического фундамента составляет 80–50 км. Рельеф внутри рифта характеризуется чередованием впадин и выступов. Выступы ограничены поперечными разломами с наклоном 10–15°. Поперечные размеры блоков 20–50 км. Южный борт представляет собой сброс около 1,5 км высотой, северный борт – это система надвигов с направлением на юг. В рельефе фундамента выделяются Вологодский и Галичский прогибы и на северо-востоке Рослятинский грабен. Внутреннее строение кристаллического фундамента в плане можно проследить по двум скоростным картам–срезам на глубинах 7 и 8 км. На этих картах выделяется полукольцевая структура с повышенной скоростью (интрузии?). Центральная часть этой структуры совпадает с наиболее погруженной частью рифтовой структуры. Возможно, данный интрузивный процесс явился причиной образования рифтовой структуры.

Самая глубокая часть кровли нижнепротерозойского фундамента также совпадает с осью рифта, и здесь наблюдаются значительные перемещения блоков, однако рельеф в целом сглаженный.

Можно предположить следующее развитие геологических событий. В раннепротерозойское время архейские слои были переработаны в процессе интрузивной, вулканической и тектонической деятельности. Подъем горячих расплавленных масс коры и верхней мантии обусловил образование поднятий и в дальнейшем, как результат их раскола, рифтовых долин. Затем центральная часть поднятий опустилась ниже краевых частей. Осадконакопление заполнило образовавшиеся впадины. Латеральный стресс, вызванный дальнейшим опусканием центральных частей структуры, обусловил горизонтальные перемещения боковых пластин. В результате чего осадки, накопившиеся во впадинах, оказались захороненными под более древними породами. Нижнепротерозойские осадки накапливались в спокойной обстановке и заполнили в значительной мере прогибы и рифтовые долины. Продолжающийся перманентный процесс сжатия привел к субвертикальным перемещениям жестких вышележащих блоков нижнепротерозойского фундамента и к образованию куполовидных структур или валов в процессе накопления отложений венда.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта «Университеты России».

## О СВЯЗИ ПОЛОЖЕНИЯ ОБЛАСТЕЙ ПОВЫШЕННОЙ ВНУТРИПЛИТНОЙ СЕЙСМИЧНОСТИ С ЛИТОЛОГИЧЕСКИМ СОСТАВОМ ЗЕМНОЙ КОРЫ

## ABOUT CONNECTION BETWEEN INCREASED INTERPLATE SEISMICITY AND LITHOLOGY OF THE EARTH CRUST

© 2000 *Б.Б. Рыжый, Б.П. Рыжый* (Институт геофизики УрО РАН, Екатеринбург, Россия)

There is analysed the influence of silica content in the earth crust on position of zones of increased seismicity. There is conducted statistical analysis of the hypocentres' position of the earthquakes of different amplitudes relative to silica content in consolidated earth crust and intensity of gravitation field.

Рассмотрение мировых карт землетрясений свидетельствует о том, что к границам литосферных плит приурочено преобладающее большинство событий, в том числе все катастрофические землетрясения и землетрясения в верхней мантии. В этих зонах процессы, происходящие на границах плит, являются главной причиной повышенной сейсмичности.

Внутриплитные землетрясения редко имеют магнитуду 6 и более, их очаги находятся в земной коре, положения гипоцентров внутри обширных зон обычно имеют рассеянный характер. Логично предположить, что условия возникновения внутриплитных землетрясений должны быть обусловлены двумя главными факторами: повышенным напряжением в земной коре и реологическими свойствами слагающих зоны повышенной сейсмичности горных пород.