

нии которых участвуют породы офиолитового типа (Центрально-Беломорский зеленокаменный пояс [4]), что позволяет рассматривать названную зону в качестве офиолитовой сутуры. Гранито-гнейсы Керетской пластины, размещенные поверх сутуры, вмещают тела эклогитов, которые согласно геохимическим характеристикам были сформированы по породам архейской океанической коры. Эти особенности можно интерпретировать следующим образом: Керетская пластина представляет собой нижнюю область коры активной окраины ИКК, выдавленную в ходе коллизионного процесса. Для решения этого вопроса необходимы специальные геохронологические исследования всех пород – участников возможных сценариев тектонической эволюции.

Исследования по интерпретации сейсмических данных по профилю 1-ЕВ выполнены в соответствии с Программой глубинных исследований МПР РФ. Авторы благодарны РФФИ за поддержку исследований (проект № 05-05-65012).

Литература

1. *Ветрин В.Р.* Нижняя кора Беломорского мегаблока: возраст, структура и условия формирования (по результатам изучения глубинных ксенолитов) // Вестник МГТУ. Труды Мурманского Государственного Технического Университета, 1998. Т.1. № 3. С. 7–18.
2. *Mints, M.V.* Paleoproterozoic Supercontinent: Origin and Evolution of Accretionary and Collisional Orogens Exemplified in Northern Cratons // *Geotectonics*. 2007. Vol. 41, No. 4. In press.
3. *Partison, N.L., Korja, A., Lahtinen, R., Ojala, V.J. and FIRE working Group.* FIRE seismic reflection profiles 4, 4a and 4B: insights into the crustal structure of the Northern Finland from Ranua to Näätämö // Finnish Reflection Experiment FIRE 2001-2005. Geological Survey of Finland, Special paper 43, 2006. P. 161–222.
4. *Slabunov, A.I., S.B.Lobach-Zhuchenko, E.V.Bibikova, V. V. Balagansky, P. Sorjonen-Ward, O.I.Volodichev, A.A.Shchipansky, S.A.Svetov, V.P.Chekulaev, N.A.Arestova and V.S.Stepanov.* The Archean of the Baltic Shield: geology, geochronology, and geodynamic settings // *Geotectonics*. 2006. Vol. 40, No. 6. P. 409–433.

Объемная модель глубинного строения Карело-Беломорской области Фенноскандинавского щита: профиля 1-ЕВ, 4В, FIRE-1

Минц М.В.¹, Сулейманов А.К.², Заможняя Н.Г.², Ступак В.М.²

¹Геологический институт РАН, г. Москва, e-mail: michael-mints@yandex.ru

²ОП «Спецгеофизика», г. Москва

В докладе охарактеризованы главные геологические результаты исследований глубинного строения Карельского кратона и Беломорского орогена – главных тектонических подразделений юго-восточной части Фенноскандинавского щита. Рассмотрены их структурные соотношения, роль и значение в эволюции коры, а также соотношения с соседними тектоническими единицами – архейским Кольским кратоном, палеопротерозойским Свекофенским аккреционным орогеном и внутриконтинентальными палеопротерозойскими осадочно-вулканогенными поясами (рис. 1).

Сейсмические образы высокого разрешения для коры и верхней части литосферной мантии были получены в последнее десятилетие с использованием отраженных волн в технологии МОВ ОГТ вдоль профилей 1-ЕВ (интервал от 300 до 1250 км) и 4В (около 270 км) в пределах Российской территории и вдоль профиля FIRE-1 в Финляндии. Картины сейсмических отражений выявили значительно более сложную и, в определенной степени, иную структуру земной коры, чем предполагалось ранее. Оказалось, кора повсеместно образована полого погружающимися «пластинами», обычны круто-наклонные границы и локальные структуры сложной морфологии. Многие сейсмические границы, которые удастся распознать на картинах сейсмических отражений, могут быть прослежены к дневной поверхности. В этом состоит их принципиальное отличие от субгоризонтальных поверхностей раздела «коровых слоев» с различными скоростными характеристиками, которые выде-

ляются методом ГСЗ с использованием преломленных волн, никогда не достигающими земной поверхности. Было установлено, что коро-мантийная граница (отождествляемая в моделях ГСЗ с разделом Мохо) в большинстве случаев имеет сложную морфологию. Детальная картина сейсмических отражений в нижней коре и непосредственно вдоль коро-мантийной границы и их структурная интерпретация свидетельствуют о важной роли тектонических процессов в формировании этой границы, которая предстает как мощная зона тектонического течения, взаимного перемещения коровых пластин и погружения отдельных пластин или их фрагментов в мантийную область. Строение нижней коры и коро-мантийной границы совместно указывают на то, что этот фундаментальный раздел имеет как вещественную, так и тектоническую природу.

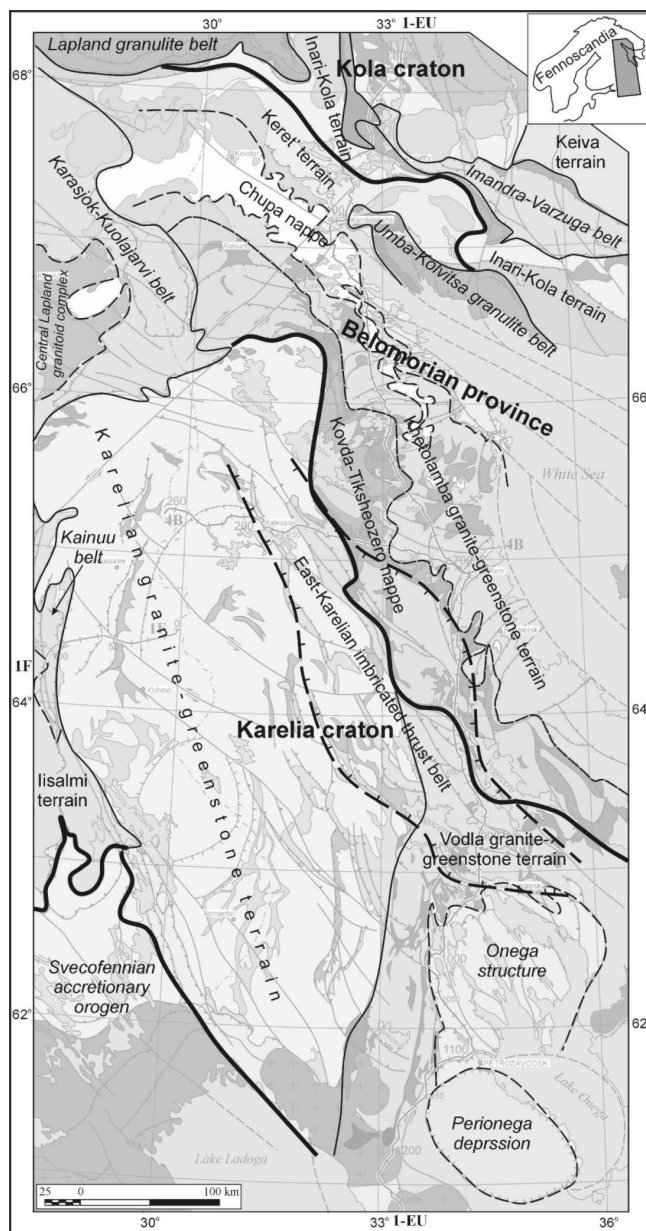


Рис. 1. Схема тектонического районирования юго-восточной части Фенноскандинавского щита.

Тщательная корреляция геологических структур, закартированных на дневной поверхности, и результатов геологической интерпретации сейсмических образов коры по профилям 1-ЕВ и 4В позволили разработать детальную объемную модель строения коры и верхней части мантии Карело-Беломорского

региона (рис. 2). Важную дополнительную информацию доставили недавно опубликованные данные по профилю FIRE-1 в Финляндии [1, 2]. Опубликованные сейсмические образы, частично переинтерпретированные автором, создали основу западной части объемной модели, в частности, позволили охарактеризовать границу Карельского кратона со Свеккофенским аккреционным орогеном.

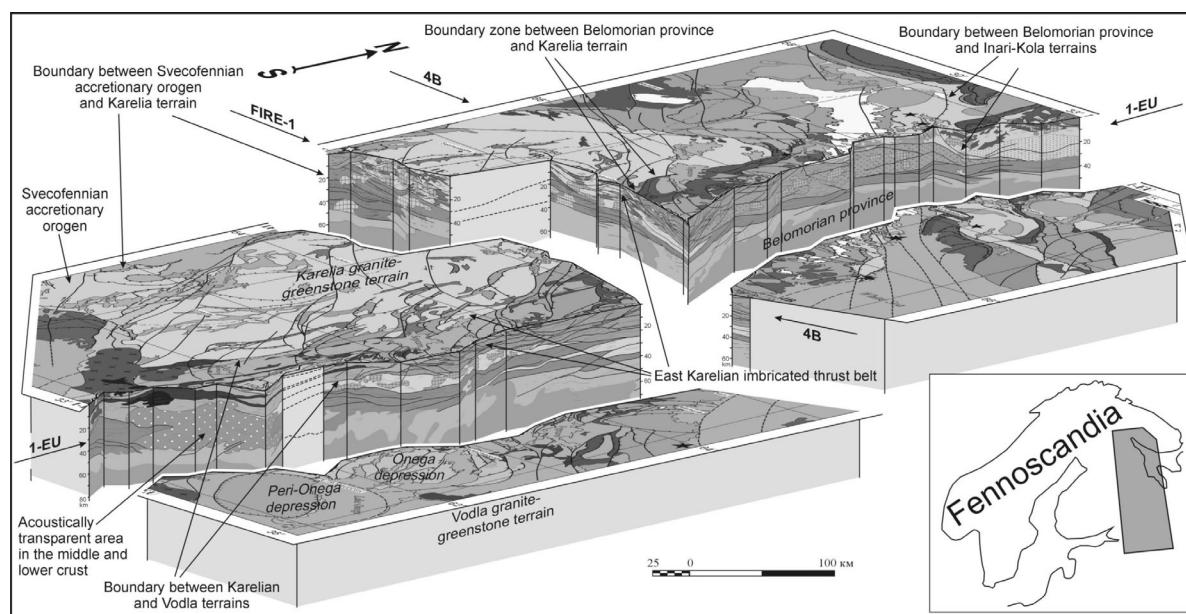


Рис. 2. Объемная (3D) модель земной коры юго-восточной части Фенноскандинавского щита, демонстрирующая геологическую интерпретацию картин сейсмических отражений (сейсмических образов), совмещенных с геологической картой

В рамках полученной модели, оказалось, что Карельский кратон (гранит-зеленокаменная область) слагает клинообразную область коры с максимальной мощностью порядка 30 км вдоль западной и юго-западной окраин кратона. Кора кратона постепенно утоняется по мере погружения в восточном направлении под Хетоламбинский гранит-зеленокаменный микроконтинент (террейн). В свою очередь, этот микроконтинент является одной из главных составляющих области коры, отвечающей Беломорскому орогену («подвижному поясу»), надвинутому в западном направлении на Карельский кратон. Юго-восточная окраина Карельского кратона надвинута на древний Водлозерский микроконтинент. В свою очередь, Хетоламбинский микроконтинент погружается в северо-восточном направлении под Инари-Кольский гранит-зеленокаменный микроконтинент. К сожалению, сейсмический образ коры вдоль границы этих микроконтинентов не слишком выразителен. Граница между названными микроконтинентами непосредственно подстилается Керетской тектонической пластиной, расположенной в верхней части надвиго-подвигового ансамбля Беломорского орогена, которая образована гранит-зеленокаменной ассоциацией, включающей неоархейские надсубдукционные эклогиты и эклогитизированные мафитовые дайки палеопротерозойского возраста. Полученные к настоящему времени геохронологические данные свидетельствуют о продолжительной субдукции океанической литосферы (по крайней мере, с 2.86 до 2.70 млрд лет) под окраину Кольского кратона. Эксгумация эклогитсодержащих фрагментов нижней коры могла явиться результатом коллизионных процессов около 2.7 млрд лет назад, или, что также вероятно, – результатом более поздних, палеопротерозойских, коллизионных событий. Анализируя геологическую ситуацию в целом, можно заключить, что граница между Хетоламбинским и Инари-Кольским микроконтинентами одновременно является северной (в современных координатах) границей Беломорского аккреционного орогена, *сформированного вдоль юго-восточной окраины Кольского кратона*, а не вдоль окраины Карельского кратона, как это ранее предполагалось. Позднеархейская коллизия завершилась столкновением и объединением Кольского и Карельского кратонов и заключенного между ними Беломорского аккреционного орогена, пододвинутого под Кольский и выдавленного на Карельский кратон.

Палеопротерозойская эволюция включала формирование Свекофеннского аккреционного и Лапландско-Среднерусско-Южноприбалтийского внутриконтинентального коллизионного орогена. Последний «захватил» неоархейский Беломорский ороген и сопредельные области Кольского и Карельского кратонов. В пределах Карело-Беломорского региона расположена юго-восточная пограничная зона Лапландского сектора коллизионного орогена. Она образована тектоническим ансамблем Восточно-Карельского чешуйчато-надвигового пояса, образованного чередованием тектонических пластин, сложенных архейскими гранит-зеленокаменными и палеопротерозойскими вулканогенно-осадочными ассоциациями. Основанием пояса является поверхность тектонического срыва (детachment), размещенная в современной структуре преимущественно на глубине 10-15 км и погружающаяся до глубины 27 км в месте пересечения профилей 1-ЕВ и 4В.

С формированием Свекофеннского аккреционного орогена вдоль юго-западной окраины Карельского кратона связано возникновение пограничных структур типа «крокодил» или «пасть крокодила»: субдукция литосферы Свекофеннского океана под окраину Карельского кратона сопровождалась надвиганием островодужных и окраинно-континентальных комплексов на ту же окраину.

Главной особенностью интенсивно отражающей и лишь локально акустически прозрачной нижней коры в пределах Карело-Беломорской области является закономерное изменение ее мощности. Максимальная мощность скученных тектонических пластин, слагающих нижнюю кору – до 25-30 км (профиля 1-ЕВ и FIRE-4), характерна для пограничной со Свекофеннским орогеном области Карельского кратона. Мощность нижней коры закономерно сокращается по мере удаления от этой области вглубь Карельского кратона и далее к северо-востоку под тектоническими покровами Беломорского орогена. В районе границы с Инари-Кольским микроконтинентом мощность нижней коры составляет лишь 8-10 км. Анализ сейсмического образа коры позволяет заключить, что перекрывающая нижнюю кору тектоническая пластина, образованная гранит-зеленокаменной ассоциацией, подверглась тектоническим перемещениям и заняла наклонное положение уже после формирования изометрических и грибообразных акустически прозрачных областей, которые, вероятно, отвечают гранитоидным плутонам. Их формирование естественно связать с завершением неоархейской эволюции. Эта особенность, как и закономерное изменение мощности нижней коры, в свою очередь, ведет к заключению, что современная нижняя кора образована аккретивными палеопротерозойскими океаническими и островодужными комплексами. Альтернативно, она могла быть сформирована в неоархее, но подверглась значительному наращиванию, скучиванию и деформациям в палеопротерозое. Более реальной представляется версия Свекофеннского происхождения скученных нижнекоровых пластин. Это заключение следует из строения коры в интервале 275–175 км по профилю 4В и вдоль профиля FIRE-1 (восточная половина этого профиля показана на рис. 2). Сейсмический образ коры по профилю FIRE-1 в целом (Апп. 2 и 3 в [2]) свидетельствует, что тектонические пластины, образованные островодужными и/или океаническими комплексами, могут быть непосредственно прослежены от дневной поверхности в районе г.Киурвеси (пк 275 км) до г.Кухмо, где они достигают раздела кора-мантия и последовательно погружаются и «растворяются» в мантии. Суммарная мощность скученной нижней коры в этой области превышает 30 км.

В целом, архитектура коры образована сочетанием неоархейских и палеопротерозойских покровно-надвиговых и надвиго-поддвиговых структурных ансамблей, совместно образованных неоархейскими и палеопротерозойскими породами, подвергшимися последующим деформациям при внедрениях коллизионных и постколлизионных плутонов и всплывании гранито-гнейсовых куполов. Охарактеризованная выше модель строения и эволюции раннедокембрийской коры существенно отличается от существующей до настоящего времени концепции, согласно которой кора восточной части Фенноскандинавского щита представляет собой комбинацию «блоков» с субвертикальными ограничениями и индивидуализированным характером внутренней расслоенности.

Исследования по интерпретации сейсмических данных по профилю 1-ЕВ выполнены в соответствии с Программой глубинных исследований МПР РФ. Авторы благодарны РФФИ за поддержку исследований (проект № 05-05-65012). Результаты исследований образуют также вклад в решение задач Программы № 6 ОНЗ РАН.

Литература

1. Korja, A., Lahtinen, R., Heikkinen, P., Kukkonen, I.T. and FIRE working Group. A geological interpretation of the upper crust along FIRE 1 // Finnish Reflection Experiment FIRE 2001-2005. Geological Survey of Finland, Special paper. 2006. V. 43. P. 45–76.
2. Kukkonen, I.T. & Lahtinen, R. (eds.). Finnish Reflection Experiment FIRE 2001-2005. Geological Survey of Finland, Special paper. 2006. V. 43. 247 p.

Среднерусский сегмент палеопротерозойского Лапландско-Среднерусско-Южноприбалтийского внутриконтинентального коллизионного орогена, Восточно-Европейский кратон: интеграция региональных потенциальных полей и данных ОГТ по геотраверсу 1-ЕВ

**Минц М.В.¹, Сулейманов А.К.², Филиппова И.Б.¹, Заможняя Н.Г.², Бабаянц П.С.³,
Блох Ю.И.³, Трусов А.А.³**

¹Геологический институт РАН, г. Москва, e-mail: 2Спецгеофизика, Поваровка, Московская область

³Аэрогеофизика, г. Москва

Палеопротерозойский Лапландско-Среднерусско-Южноприбалтийский внутриконтинентальный коллизионный ороген охватывает дугой с северо-востока, востока и юга неоархейский Карельский кратон и палеопротерозойскую Свекофеннскую аккреционную область. Ороген обрамлен периферическими зонами, образованными чешуйчато-надвиговыми структурными ансамблями, сложенными неоархейскими гранит-зеленокаменными и палеопротерозойскими слабо-метаморфизованными осадочно-вулканогенными ассоциациями. По данным сейсмопрофилирования ОГТ (геотраверс 1-ЕВ, профиля ЭГГИ-10, Kola-SD, 4В), эти структурные ансамбли преимущественно погружаются в направлении оси орогена. Осевая область образована палеопротерозойскими гранулит-гнейсовыми тектоническими покровами и гнейсо-амфиболитовыми ассоциациями неоархейского и палеопротерозойского возраста. Структурные связи гранулит-гнейсовых комплексов с нижнекоровым уровнем не установлены и, возможно, полностью утрачены в результате коллизионных перемещений. Геодинамическая эволюция орогена включает стадии: инициального рифтогенеза, связанного с проявлением плюмов; формирования протяженных бассейнов, заполнявшихся осадками и продуктами вулканизма; высокотемпературного метаморфизма нижней коры и осадочно-вулканогенного выполнения бассейнов; заключительных коллизионных деформаций.

Геотраверс 1-ЕВ пересекает палеопротерозойский Лапландско-Среднерусско-Южноприбалтийский внутриконтинентальный коллизионный ороген в центральной части Восточно-Европейской платформы. Геолого-тектоническая карта раннедокембрийской коры, перекрытой фанерозойским осадочным чехлом, синтезирует комплекс данных, включающих: карты распределения эффективных значений плотности и намагниченности пород, обнажающихся на поверхности фундамента; 3-мерные плотностную и магнитную модели верхней части коры и данные немногочисленных глубоких скважин. На базе этой карты и результатов геологической интерпретации сейсмических образов коры по геотраверсу 1-ЕВ разработана объемная модель глубинного строения Среднерусского сектора вышеупомянутого коллизионного орогена. Гранулит-гнейсовые покровно-надвиговые ансамбли в верхней части коры деформированы и представлены линейно-вытянутыми синформами. Параавтохтон сложен метаморфическими комплексами амфиболитовой фации архейского и палеопротерозойского возраста. Средний и нижний уровни коры образованы последовательностями полого-наклонно погружающихся тектонических пластин, выполаживающихся на уровне раздела «кора-мантия» и периодически демонстрирующих погружение фрагментов этих пластин в мантию.