

References

1. Melezhik, V.A., Fallick, A.E., Hanski, E. Kump, L., Lepland, A., Prave, A., Strauss, H. Emergence of the Modern Earth System during the Archean-Proterozoic Transition. // Geological Society of America Today. 2005. V. 15, № 11. P. 4-11.

**Главные особенности строения и эволюции раннедокембрийской коры
Восточно-Европейского кратона: данные по профилям 1-ЕВ, 4В, Татсейс,
Kola-SD, ЭГГИ, FIRE-1, FIRE-3, FIRE-4-4А**

Минц М.В.

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

За последнее десятилетие данные о строении и геологической истории раннедокембрийской коры Восточно-Европейского кратона (ВЕК) были дополнены принципиально новой информацией о глубинном строении, полученной в результате отработки системы региональных и опорных профилей МОГТ в нашей стране (прежде всего, опорный профиль 1-ЕВ, профили 4В, ТАТСЕЙС, УРСЕЙС, ESRU-2003-2005), а также на сопредельной территории Финляндии (проект FIRE, профильные исследования выполнены ОП «Спецгеофизика») и Украины (DOBRE). Геологическая интерпретация сейсмических образов коры и верхней части литосферной мантии выполнена в неразрывной связи с анализом комплексной геолого-геофизической информации о строении ВЕК, полученной в пределах Фенноскандинавского щита и на поверхности фундамента, перекрытого осадочным чехлом. Интерпретация была выполнена совместно исследователями нескольких производственных и научных организаций (Спецгеофизика, Геологический институт, ИГЕМ и ИФЗ РАН, Аэрогеофизика, ГИ КолНЦ РАН). Решение ряда непростых методических вопросов было найдено в рамках специальной программы ВСЕГЕИ. Одним из главных результатов работы стало создание объемных моделей глубинного строения крупных сегментов ВЕК: Кольско-Лапландского, Карело-Беломорского, Среднерусского, Восточно-Воронежского и Волго-Уральского. Объединению усилий исследовательских коллективов, не связанных совместными программами и проектами, способствовала инициатива Межрегионального Центра «Геокарт», обозначившего в качестве главной цели создание целостного описания строения и эволюции раннедокембрийской коры ВЕК на основе принципиально новой информации.

«Объемные» представления о глубинном строении раннедокембрийской коры ВЕК развивают некоторые из идей предшествующих моделей глубинного строения, которые опирались, главным образом, на комплексные скоростные-плотностные модели слоисто-блокового строения коры. Однако **новые представления принципиально отличаются от прежних моделей, демонстрируя образ тектонически расслоенной коры с преобладанием полого-наклонных границ между главными тектоническими подразделениями и сложное строение коро-мантийного раздела, неоднократно пересеченного коровыми пластинами, погружающимися в мантию.**

Современная тектоническая структура фундамента ВЕК сформирована к концу палеопротерозоя – **Восточно-Европейский кратон в целом представляет собой палеопротерозойский аккреционно-коллизийный ороген.** Архейскими комплексами, в той или иной степени переработанными в палеопротерозое, образованы коровые сегменты (архейские кратоны – фрагменты неоархейского суперконтинента – Пангеи-0, по В.Е.Хайну): Кола-Мезень, Карелия, Сарматия, Волго-Урاليا и Хопер (рис. 1). Архейские кратоны разделены палеопротерозойскими орогенами. Наиболее крупный и значительный из них – сложно построенный внутриконтинентальный коллизийный ороген, названным нами Лапландско-Среднерусско-Южноприбалтийским, дугой охватывает архейский Карельский кратон и отделяет его от кратонов Кола-Мезень, Волго-Урاليا и Сарматия. Его протяженность превышает 3000 км, ширина в северной и восточной части составляет 400-700 км, в юго-западной – до 1000 км. Глубинное строение этого орогена характеризуют сечения опорным профилем

1-ЕВ, профилями 4В и FIRE-4. На значительном протяжении краевые зоны орогена образованы палеопротерозойскими осадочно-вулканогенными поясами низкого уровня метаморфизма, которые в терминах «тектоники плит», с некоторыми оговорками, могут рассматриваться в качестве аналогов сутурных зон. В разрезе эти пояса представлены моноклинально погружающимися пакетами тектонических пластин, в одних случаях быстро выклинивающихся с глубиной, в других – протягивающихся на большую глубину, вплоть до коро-мантийного раздела. Осевая часть орогена образована чередованием полого-наклонных деформированных тектонических пластин мощностью от нескольких километров до 20–25 км. Значительная часть этих пластин образована гранулитовыми комплексами, которые чередуются с пластинами, образованными архейскими комплексами при участии ювенильных палеопротерозойских пород. Активный отрезок тектонической эволюции этого орогена охватил интервал от 1.95 до 1.75 млрд лет. Приблизительно в это же время вдоль северо-западной окраины палеопротерозойского континента сформировался Свекофеннский аккреционный ороген (проект FIRE). С объединением северо-западной (Фенноскандинавской) области коры с Сарматией и Волго-Уралией связано формирование Рязано-Саратовского коллизионного орогена (профиль 1-ЕВ). Несколько ранее, 2.1–2.0 млрд лет, активные тектонические процессы, в основном сосредоточенные в юго-восточной части нынешнего ВЕК в пределах кратона Сарматия, привели к возникновению Восточно-Воронежского (профиль 1-ЕВ) и Криворожско-Брянского внутриконтинентальных коллизионных орогенов.

Структуры архейской коры (кратоны Кола-Мезень, Карелия, Беломорский ороген, Курская гранит-зеленокаменная область кратона Сарматия и кратон Хопер охарактеризованы сечениями по опорному профилю 1-ЕВ и профилю-рассечке 4В (рис. 1). Принципиально новое представление о глубинном строении архейского Волго-Уральского кратона (ВУК) получено в результате интерпретации сейсмических образов коры по профилю ТАТСЕЙС. Этот уникальный по своему строению кратон, практически нацело образованный гранито-гнейсовыми комплексами, был сформирован 2.74–2.59 млрд лет назад. Разрез по геотраверсу Татсейс демонстрирует два принципиально различающихся типа коровых структур ВУК: первый – в пределах Токмовского овоида и второй – характерный для остальной части ВУК, пересеченной геотраверсом. Преобладающая часть Токмовского овоида занята Ветлужской синформой, 300–350 км в диаметре, прослеженной до коро-мантийной границы на глубине около 60 км. Синформа сложена высокоплотными мафитовыми гранулитами, включающими тела габброидов и габбро-анортозитов. За пределами Токмовского овоида кора имеет трех-ярусное строение. До глубины около 20 км она образована ансамблем овальных синформных структур, надвинутых друг на друга. Нижняя область мощностью ~ 35 км представляет собой последовательность тектонических пластин, погружающихся в северо-западном направлении и «проникающих» в мантию. Граница верхней и нижней коры «замещена» акустически прозрачной областью мощностью 10–20 км. При выходе к поверхности фундамента эта область представлена гранитоидами Бакалинского комплекса.

Особенности размещения **рифейских авлакогенов и структур фанерозойского осадочного чехла** связаны как с событиями в пределах орогенных поясов, обрамляющих Восточно-Европейский кратон, так и со структурами в раннедокембрийской коры, которая в этот период играла роль фундамента платформы.

Считается, что **акустически расслоенная нижняя кора** («зона рефлексивити»), наблюдаемая на сейсмических разрезах, образована гранулитовыми комплексами мафитового состава. Во многих случаях мафитовые глубинные ксенолиты имеют относительно молодой возраст и могут интерпретироваться как результат размещения (андерплейтинга) близ коро-мантийной границы магм плюмового происхождения. Интерпретация сейсмических образов коры по профилям 4В и FIRE-1 показывает, что мафитовая нижняя кора Карельского кратона могла быть сформирована также и в результате аккрегирования фрагментов палеопротерозойской океанической плиты.

Закономерности размещения залежей углеводородов. Модель глубинного строения ВУК демонстрирует пространственные взаимосвязи залежей углеводородов в структурах чехла с главными элементами тектонических структур фундамента. В частности, гигантское Ромашкинское месторождение размещено над центральной частью Альметьевской синформы, выполненной магнетит- и

графит-содержащими метасадочными породами. Пояс небольших месторождений отчетливо следует краевой части синформы. Аналогичные закономерности характерны и для остальной территории. Природа этих закономерностей нуждается в дальнейшем изучении, однако уже сейчас понятно, что новые представления о строении раннедокембрийской коры ВУК позволяют наметить новые направления прогнозно-поисковых работ в регионе.

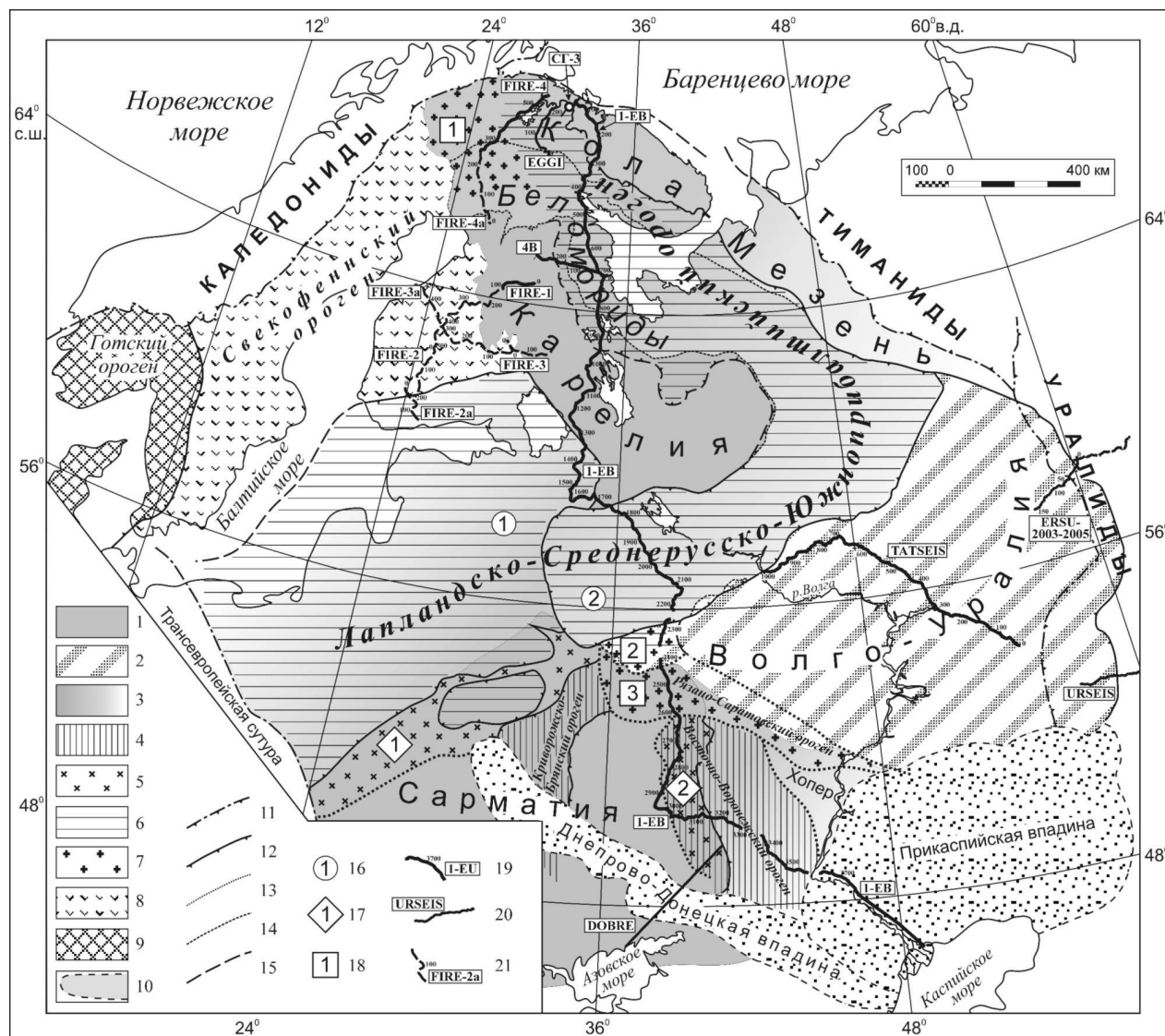


Рис. 1. Тектоническое районирование раннедокембрийской коры Восточно-Европейского кратона. Размещение опорных и региональных сейсмических профилей МОВ ОГТ:

1-3 – кора архейских кратонов и орогенов, в верхней части образованная преимущественно: 1 – гранит-зеленокаменными комплексами, 2 – гранулитогнейсовыми комплексами, 3 – кора неустановленного типа; 4-7 – палеопротерозойские внутриконтинентальные коллизионные орогены: 4-5 – средне-палеопротерозойские (2.1-2.0 млрд лет): 4 – области орогенов, 5 – активные континентальные окраины; 6-7 – поздне-палеопротерозойские (1.95-1.75 млрд лет): 6 – области орогенов, 7 – активные континентальные окраины; 8 – поздне-палеопротерозойский Свеккофеннский аккреционный ороген; 9 – мезопротерозойский Свеконорвежский (Готский) аккреционный ороген; 10 – фанерозойские впадины; 11-15 – тектонические границы: 11 – БЕК со структурами обрамления, 12 – палеопротерозойских орогенов, 13 – приблизительные границы палеопротерозойских орогенов и активных окраин, 14 – неархейского Беломорского орогена, 15 – проведенные приближенно; 16 – сегменты орогена (1 – Южно-Прибалтийский, 2 – Лапландско-Среднерусский), 17 – средне-палеопротерозойские активные окраины (1 – Осницко-Микашевичская, 2 – Липецко-Лосевская), 18 – поздне-палеопротерозойские активные окраины (1 – Свеккофеннская, 2 – Серпуховская, 3 – Тульско-Тамбовская), 19-21 – сейсмические профили МОГТ: 19 – положенные в основу моделей строения коры БЕК, 20 – использованные при построении моделей, 21 – приведенные для информации

Перспективные области размещения рудных полезных ископаемых в фундаменте на глубинах, которые не имеют перспектив освоения в обозримом будущем, по-видимому, следует рассматривать как вероятный источник переотложенных рудных концентраций в перекрывающем осадочном чехле. Новые модели глубинного строения и эволюции раннедокембрийской коры позволили наметить и соответствующие новые направления металлогенического районирования фундамента. Пример этого направления исследований получен в отношении восточной части Воронежского кристаллического массива, пересеченной профилем 1-ЕВ.

Работа поддержана Программой глубинных исследований МРР РФ, Программой ОНЗ РАН № 6, проектом РФФИ № 05-05-65012.

Глубинное строение Кольско-Лапландской области Фенноскандинавского щита: профиля 1-ЕВ, Kola-SD, ЭГГИ, FIRE-4 – 4А

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

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

²ОП «Спецгеофизика», г. Москва

Новые данные, полученные в результате сейсмопрофилирования МОГТ на сопредельных территориях России и Финляндии [3], совместно с результатами геологического картирования создали базу для разработки объемной модели глубинного строения северо-восточной части Фенноскандинавского щита (рис. 1-2). Объемное представление главных тектонических подразделений архейского и палеопротерозойского возраста позволило на новом уровне обратиться к решению целого ряда давних геологических проблем, которые на протяжении многих лет были предметом оживленных дискуссий.

Главные черты современной тектонической структуры региона сформированы в палеопротерозое. К концу палеопротерозойской эволюции был сформирован грандиозный Лапландско-Среднерусско-Южноприбалтийский внутриконтинентальный коллизионный ороген [2] протяженностью 3500 км и шириной до 400 км, охватывающий Карельский кратон с севера, востока и юга и протягивающийся к западу в Прибалтику. Вдоль западной границы архейского Кола-Карельского континента был сформирован Свекофеннский аккреционный ороген (рис. 1). Архейские тектонические структуры представлены фрагментами, в той или иной степени переработанными в палеопротерозое.

1. Палеопротерозойские тектонические структуры

1.1. *Структурные и эволюционные соотношения Лапландского гранулитового пояса (ЛГП) с гранулитами в нижней коре.* Известно, что ЛГП представляет собой тектонический покров, перекрывающий породы более низкого уровня метаморфизма. Структурно-вещественные комплексы ЛГП формировались в течение длительного интервала времени – с 2.5 до 1.87 млрд лет, однако скоротечная последовательность «решающих» событий началась позже – внедрением габбро-анортозитов второй генерации ~2.1-1.95 млрд лет назад. Тектонический покров деформирован и представляет собой асимметричную синформу с пологим южным и более крутым и частично запрокинутым северным крылом (рис. 2). Предполагаемые аналоги лапландских гранулитов представлены глубинными ксенолитами в девонских трубках взрыва [1]. Сечение ЛГП вдоль профиля FIRE-4а свидетельствует об отсутствии (или полном исчезновении) структурных связей ЛГП с акустически расчлененной нижней корой. Это можно рассматривать в качестве свидетельства независимого формирования лапландских гранулитов и протяженного комплекса пород нижней коры.

1.2. *Строение и тектоническая позиция пояса Тана.* Пояс Тана и его аналоги, обрамляющие ЛГП, включают палеопротерозойские и архейские породы низкой и умеренной степени метаморфизма, а также фрагменты пород ЛГП (рис. 1). Сечения пояса Тана профилями FIRE-4а и ЭГГИ (рис. 2) свидетельствуют о неразрывной структурной взаимосвязи этого пояса и ЛГП. Низко- и умеренно метаморфизованные палеопротерозойские породы в составе пояса Тана, вероятно, формировались в окраинной части бассейна и в результате коллизионных процессов были перекрыты высокометаморфизованными комплексами внутренних частей того же бассейна.