

УДК 550.834

Модели земной коры и верхней мантии по результатам глубинного сейсмопрофилирования. Материалы Международного научно-практического семинара. Роснедра, ВСЕГЕИ. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2007. 245 с.

ISBN 978-5-93761-101-7

Сборник материалов Международного научно-практического семинара, прошедшего 18–20 сентября 2007 г. в С.-Петербурге, включает доклады, посвященные методике и результатам глубинных сейсмических исследований континентальной суши и морских акваторий. Сборник адресован геологам и геофизикам, занимающимся изучением земной коры и верхней мантии, и может быть полезен аспирантам и студентам старших курсов геолого-геофизических специальностей.

Главные редакторы
А.В. Липилин, О.В. Петров

Редколлегия
**А.Л. Анискин, В.Д. Каминский, С.Н. Кашубин, Ю.И. Матвеев,
Е.Д. Мильштейн, Ю.В. Рослов, Ю.М. Эринчек**

Ответственный редактор
Ю.М. Эринчек

Models of the Earth's crust and upper mantle by deep seismic profiling. Papers of the International Symposium 18–20 September, 2007. Rosnedra, VSEGEI. SPb, VSEGEI -Press, 2007. 245 p.

Collection of proceedings of the International scientific-practical seminar, which took place September 18–20 2007 in St. Petersburg, includes papers dedicated to the methods and results of deep seismic studies of the continental land and offshore zones. Collection is addressed to geologists and geophysists who investigate the Earth's crust and upper mantle; it can be useful for postgraduate students and senior students of geological-geophysical disciplines.

Editors-in-chief
A.V. Lipilin, O.V. Petrov

Editorial stuff
**A.L. Aniskin, V.D. Kaminsky, S.N. Kashubin, Yu.I. Matveev,
E.D. Milshtein, Yu.V. Roslov, Yu.M. Erinchek**

Editor
Yu.M. Erinchek

ISBN 978-5-93761-101-7

© Коллектив авторов, 2007
© Федеральное агентство по недропользованию, 2007
© Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского, 2007

Минц М.В. (Геологич. ин-т РАН, Москва, Россия)

ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ РАННЕДОКЕМБРИЙСКОЙ КОРЫ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОГО КРАТОНА: ДАННЫЕ ПО ПРОФИЛЯМ 1-ЕВ, 4В, Татсейс, ЭГГИ, FIRE-1, FIRE-4, ERSV-2003-2005

Mints M.V. (Geol. Inst. of the RAS, Moscow, Russia)

THE DEEP CRUSTAL STRUCTURE AND THE EARLY PRECAMBRIAN EVOLUTION OF THE EAST EUROPEAN CRATON: DATA FROM THE 1-EV, 4B, EGGI, FIRE-1, FIRE-4, TATSEIS AND ERSU-2003-2005 SEISMIC REFLECTION PROFILES

The main tectonic units of the Early Precambrian crust of the East European craton (EAC) are presented and discussed. The deep crustal structure of these tectonic units is imaged in form of the block-diagrams for several areas of the EAC crossed by 1-EV, 4V, EGGI, FIRE-1, FIRE-4, Tatseis and ERSV-2003-2005 seismic reflection profiles. These diagrams may be seen in a series of posters presented at the conference. Model permitted to develop model of the EAC Early Precambrian crustal evolution and discuss some important links between distribution of the hydrocarbon deposits and geological structure of the ancient basement.

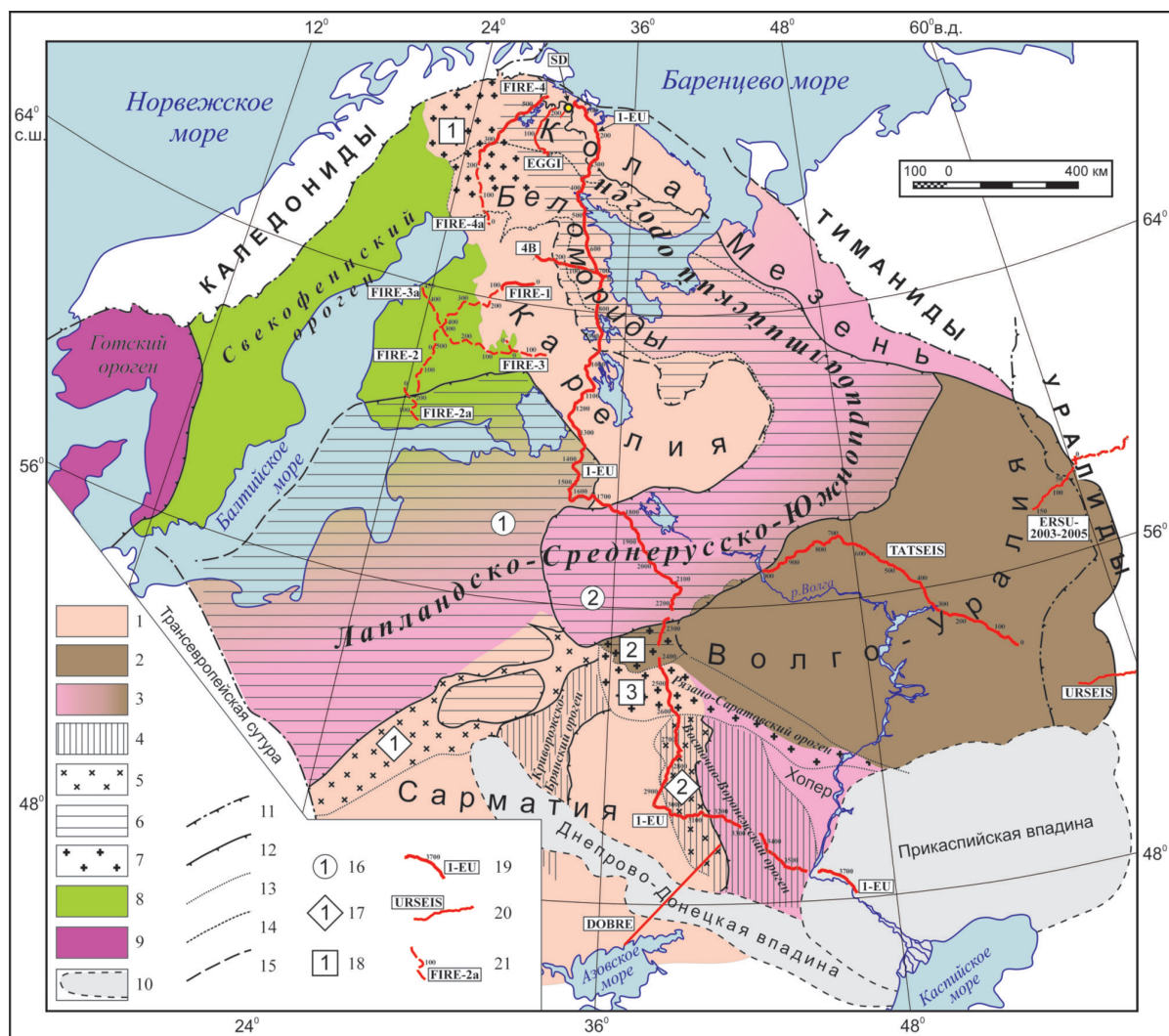
За последнее десятилетие данные о строении и геологической истории раннедокембрийской коры Восточно-Европейского кратона (ВЕК) были дополнены принципиально новой информацией о глубинном строении, полученной в результате отработки системы региональных и опорных профилей МОГТ в нашей стране (прежде всего 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, представленных в серии материалов в этом сборнике и в соответствующих стендовых докладах, где полностью отражены составы авторских коллективов и участвовавшие организации. 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 идеи 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 пологонаклонных границ между главными тектоническими подразделениями и сложное строение коромантийного 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.Хаину): Кола-Мезень, Карелия, Сарматия, Волго-Уралия и Хопер (рисунок). Архейские кратоны разделены палеопротерозойскими орогенами. Наиболее крупный и значительный из них — сложнопостроенный внутриконтинентальный коллизийный ороген, названным нами Лапландско-Среднерусско-Южноприбалтийским, дугой охватывает архейский Карельский кратон и отделяет его от кратонов Кола-Мезень, Волго-Уралия и Сарматия. Его протяженность превышает 3000 км, ширина в северной и восточной части составляет 400–700, 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, протягивающимися на большую глубину, вплоть до коромантийного раздела.

Осевая часть орогена образована чередованием пологонаклонных деформированных тектонических пластин мощностью от нескольких 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 Свеккофеннский аккреционный ороген (проект FIRE). С объединением северо-западной (Фенноскандинавской) области коры с Сарматией и Волго-Уралией связано формирование Рязано-Саратовского коллизийного 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 коллизийных 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 (рисунок). 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 целиком образованный гранитогнейсовыми 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 коромантийной границы на глубине около 60 км. Синформа сложена высокоплотными мафитовыми гранулитами, включающими тела габброидов и габбро-анортозитов. За пределами Токмовского овоида кора имеет трехъярусное 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.



Тектоническое районирование раннедокембрийской коры Восточно-Европейского кратона. Размещение опорных и региональных сейсмических профилей МОВ ОИГ

1–3 – кора архейских кратонов и орогенов, в верхней части образованная преимущественно: 1 – гранит-зеленокаменными комплексами, 2 – гранулитогнейсовыми комплексами, 3 – кора неустоявшегося типа; 4–7 – палеопротерозойские внутриконтинентальные коллизионные орогены: 4–5 – среднепалеопротерозойские (2,1–2,0 млрд лет); 4 – области орогенов, 5 – активные континентальные окраины; 6–7 – позднепалеопротерозойские (1,95–1,75 млрд лет); 6 – области орогенов, 7 – активные континентальные окраины; 8 – позднепалеопротерозойский Свеконорвежский аккреционный ороген; 9 – мезопротерозойский Свеконорвежский (Готский) аккреционный ороген; 10 – фанерозойские впадины; 11–15 – тектонические границы: 11 – ВЕК со структурами обрамления, 12 – палеопротерозойских орогенов, 13 – приблизительные границы палеопротерозойских орогенов и активных окраин, 14 – неархейского Беломорского орогена, 15 – проведенные приблизительно; 16 – сегменты орогена (1 – Южно-Прибалтийский, 2 – Лапландско-Среднерусский), 17 – средне-палеопротерозойские активные окраины (1 – Осицко-Микашевичская, 2 – Липецко-Лосевская), 18 – позднепалеопротерозойские активные окраины (1 – Свеконорвежская, 2 – Серпуховская, 3 – Тульско-Тамбовская), 19–21 – сейсмические профили МОИГ: 19 – положенные в основу моделей строения коры ВЕК, 20 – использованные при построении моделей, 21 – приведенные для информации

Sketch-map of the tectonic units of the Early Precambrian crust within East European craton. Position of the reflection seismic profiles

1–3 – crust of the Archaean cratons and orogens formed in the upper part mainly by: 1 – granite-greenstone assemblages, 2 – granulite-gneiss complexes, 3 – poorly known; 4–7 – the Palaeoproterozoic intracontinental collision orogens: 4–5 – Mid-Palaeoproterozoic (2.1–2.0 Ga): 4 – areas of orogens, 5 – active continental margins, 6–7 – Late-Palaeoproterozoic (1.95–1.75 Ga): 6 – areas of orogens, 7 – active continental margins; 8 – Late-Palaeoproterozoic Sveconorwegian (Gottian) accretionary orogen; 9 – Mesoproterozoic Sveconorwegian accretionary orogen; 10 – Phanerozoic depressions; 11–15 – tectonic boundaries of: 11 – the East European craton with adjacent tectonic units, 12 – Palaeoproterozoic orogens, 13 – approximate boundaries of the Palaeoproterozoic orogens and active margins, 14 – the Neoproterozoic Belomorian orogen, 15 – approximately drawn ones; 16 – segments of the orogen (1 – Southbaltian, 2 – Lapland-Midrussia), 17 – Mid-Palaeoproterozoic active margins (1 – Osnitsk-Mikashevichi, 2 – Lipetsk-Losevka), 18 – Late-Palaeoproterozoic active margins (1 – Svecofennian, 2 – Tula-Tambov), 19–21 – reflection seismic profiles data from which have been used: 19 – basically, 20 – partially, 21 – shown for information

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 коре, которая в этот период играла роль фундамента платформы.

Считается, что *акустически расслоенная нижняя кора* («зона рефлексивности»), 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 коромантийной 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, vyplненной магнетит- и графитсодержащими метаосадочными 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.

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.

Программа глубинных исследований МПР РФ, Программа ОНЗ РАН № 6, проект РФФИ № 05-05-65012.