

MINISTRY OF NATURAL RESOURCES OF THE RUSSIAN FEDERATION
RUSSIAN FEDERAL AGENCY ON MINERAL RESOURCES (ROSNEDRA)

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

A.P. Karpinsky All-Russian Geological Research Institute
(VSEGEI)

Federal State Enterprise
«Sevmorgeo»

IGCP Project 474 «Images of the Earth's Crust & Upper Mantle»

MODELS OF THE EARTH'S CRUST AND UPPER MANTLE

BY DEEP SEISMIC PROFILING

**Papers
of the International Symposium**

18–20 September, 2007

VSEGEI-Press
St. Petersburg 2007

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 geophysicists 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

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

- Аветисов Г.П., Каминский В.Д., Липилин А.В., Поселов В.А., Паламарчук В.К., Рекант П.В.*
Предварительные результаты глубинных геолого-геофизических исследований по уточнению границ континентальной коры в районе хребта Ломоносова, Северный Ледовитый океан (экспедиция «Арктика-2007») 11
- Голеби Б.Р., Фомина Т., Стефенсон Р., Финлейсон Д.*
Проект Международной программы по геонаукам – МПГК № 474 «Модели земной коры и верхней мантии» 16
- Голеби Б.Р., Бартон Т., Джоунз Л.Е.А., Фомина Т., Костелло Р., Тасселл Р.Х., Накамура А., Холзхух Дж., Сейджин Е.*
Программа Австралии по глубинному сейсмическому профилированию методом отраженных волн 19
- Готтих Р.П., Каплан С.А., Писоцкий Б.И., Галуев В.И.*
Процессы становления и преобразования земной коры Сибирской платформы в районах нефтегазонакопления по результатам обработки и интерпретации комплекса геофизических данных 22
- Детков В.А., Вальчак В.И., Горюнов Н.А., Ефграфов А.А.*
Особенности строения земной коры и верхней мантии юга Сибирской платформы в сечении опорных маршрутов Батолит и Алтай – Северная Земля 26
- Егоркин А.В.*
Строение коры и мантии по материалам ОГТ, ГСЗ и МОВЗ 31
- Егоров А.С.*
Научные результаты глубинного геолого-геофизического и геодинамического моделирования орогенных структур по данным комплексных исследований вдоль региональных профилей ГСЗ-МОВЗ и МОВ-ОГТ 36
- Zhongjie Zhang, Jingyi Chen, Yaming Zhang, Zhiming Bai, Jiwen Teng*
Строение земной коры Пекина и прилегающих областей по данным экспериментов по широкоугольным сейсмическим профилям 42
- Каминский В.Д., Морозов А.Ф., Матвеев Ю.И., Поселов В.А.*
Глубинные геолого-геофизические исследования на акваториях (состояние, результаты, проблемы) 45
- Каминский В.Д., Морозов А.Ф., Пискарев-Васильев А.Л., Поселов В.А., Павленкин А.Д., Паламарчук В.К.*
Основные черты глубинного строения Центрально-Арктического бассейна по геолого-геофизическим данным 47
- Канао М. и группа СЕАЛ геотрансект*
Глубинный сейсмический образ Панафриканского подвижного пояса, комплекс Лютзоу-Холм, Восточная Антарктида 51
- Канао М., Мордвинова В., Суворов В.Д., Татков Г.И., Тубанов Ц.А.*
Глубинное строение и тектоника Байкальской рифтовой зоны (Россия) по данным глубинных сейсмических исследований 55
- Avetisov G.P., Kaminsky V.D., Lipilin A.V., Poselov V.A., Palamarchuk V.K., Rekant P.V.*
Preliminary results of deep geological-geophysical studies on the amendment of boundaries of continental crust in the area of Lomonosov ridge, the Arctic ocean («Arctic-2007» expedition) 11
- Goleby B.R., Fomin T., Stephenson R., Finlayson D.*
International Geological Correlation Program – IGCP project 474 «Images of the Earth's crust and upper mantle» 16
- Goleby B.R., Barton T., Jones L.E.A., Fomin T., Costelloe R., Tassell R.H., Nakamura A., Holzschuh J., Saygin E.*
The Australian deep seismic reflection profiling program 19
- Gottikh R.P., Kaplan S.A., Pisotsky B.I., Galuev V.I.*
Evidences of processes of formation and conversion of the Earth's crust in oil-and-gas accumulation zones of Siberian platform based on the results of integrated processing and interpretation of geophysical data 22
- Detkov V.A., Valchak V.I., Gorunov N.A., Efgorov A.A.*
Some features of the Earth's crust and upper mantle structure of the southern part of the Siberian platform in Batolit and Altai – Severnaya Zemlya sections 26
- Egorokin A.V.*
Structure of the crust and mantle obtained by CDP, DSS and MOVZ data 31
- Egorov A.S.*
Scientific results of deep geological-geophysical and geodynamic modeling of orogenic structures on the basis of comprehensive investigations along regional DSS and CDP profiles 36
- Zhongjie Zhang, Jingyi Chen, Yaming Zhang, Zhiming Bai and Jiwen Teng*
Crustal structure in Beijing and adjacent areas from wide-angle seismic experiments 42
- Kaminsky V.D., Morozov A.F., Matveev Yu.I., Poselov V.A.*
Deep geological-geophysical studies in water areas (state, results and problems) 45
- Kaminsky V.D., Morozov A.F., Piskarev-Vasyliiev A.L., Poselov V.A., Pavlenkin A.D., Palamarchuk V.K.*
Main features of the deep structure of Central-Arctic basin according to geological-geophysical data 47
- Kanao M. and SEAL Geotransect Group*
Deep seismic imaging of the Pan-African mobile belt, the Lutzow-Holm complex, East Antarctica 51
- Kanao M., Mordvinova V., Suvorov V.D., Tatkov G.I., Tubanov T.A.*
Deep structure and tectonics of the Baikal rift zone (Russia) from broadband seismic deployments 55

- Каплан С.А., Алфосова Е.И., Иксанов А.Я., Козлов А.С., Новикова И.И., Шпекторов А.Л.*
 Опыт обработки и интерпретации данных 59
 глубинной сейсморазведки МОВ-ОСТ при изучении строения земной коры
Kaplan S.A., Alfosova E.I., Iksanov A.Ya., Kozlov A.S., Novikova I.I., Shpektorov A.L.
 An experience of downhole seismic survey data 59
 of RM-CMP processing and interpretation for Earth's crust exploration
Karaev N.A., Lebedkin P.A.
 Сейсмическая гетерогенность земной коры и ее 63
 отображение в поле отраженных рассеянных волн
 и ее представление в поле отраженных рассеянных волн
Kashubin S.N., Druzhinin V.S., Rybalka A.V.
 Глубинные сейсмические исследования 68
 Уральского складчатого пояса
 of the Ural folded belt
Kashubin S.N.
 Сейсмическая анизотропия земной коры и 73
 верхней мантии Урала и Восточно-Европейской платформы
 of the Urals and the East-European platform
Korchin V.A., Kobolev V.P., Burtyny P.A., Karnaukhova E.E.
 Термобарическая природа зон низких 79
 сейсмических скоростей в земной коре
 The thermobaric nature of the low seismic velocities zone's in the Earth's crust
Kostyuchenko S.L., Morozov A.F.
 Геолого-геофизические образы земной коры и 82
 верхней мантии территории России в картах и моделях
 Geological-geophysical images of the Earth's crust and upper mantle of the Russian territory from maps and models
Lipilin A.V., Petrov O.V., Aniskin A.L., Myasnikov F.V., Kashubin S.N., Erinchek Yu.M.
 Глубинные сейсмические исследования в России: 85
 результаты и проблемы
 Deep seismic studies of Russia: results and problems
Matveev Yu.I., Verba M.L., Lipilin A.V., Roslov Yu.V.
 Глубинные сейсмические исследования 90
 в Баренцево-Карском регионе
 in Barents Kara region
Migursky A.V., Baranova M.I., Valchak V.I., Goryunov N.A., Evgraphov A.A.
 Новая модель строения земной коры 94
 юга Сибирской платформы по данным глубинного сейсмопрофилирования МОГТ
 of the Siberian platform south based on deep seismic profiles
Milshtein E.D., Nikitin A.A., Kalicheva T.I., Naumova E.V., Erinchek Yu.M.
 Комплексная геолого-геофизическая модель 99
 глубинного строения Восточной Фенноскандии (по материалам сейсмического профилирования, гравиметрическим и магнитным данным)
 Multiparameter geology-geophysical deep model of East Fennoscandia based on seismic profiling, gravity and magnetic data
Mints M.V.
 Глубинное строение и эволюция раннедо- 106
 кембрийской коры Восточно-Европейского кратона: данные по профилям 1-ЕВ, 4В, Татсейс, ЭГГИ, FIRE-1, FIRE-4, ERSU-2003–2005
 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
Mints M.V., Suleimanov A.K., Zamozhniaya N.G., Stupak V.M.
 Объемная модель глубинного строения Кольско- 110
 Лапландской области Фенноскандинавского щита: профили 1-ЕВ, ЭГГИ, FIRE-4а
 3D model of the deep crustal structure of the Kola-Lapland region of the Fennoscandian shield: 1-EV, EGGI and FIRE-4a profiles
Mints M.V., Suleimanov A.K., Zamozhniaya N.G., Stupak V.M.
 Объемная модель глубинного строения Карело- 115
 Беломорской области Фенноскандинавского щита: профили 1-ЕВ, 4В, FIRE-1
 3D model of the deep crustal structure of the Karelian-Belomorian region of the Fennoscandian shield: 1-EV, 4V and FIRE-1 profiles
Mints M.V., Philippova I.B., Suleimanov A.K., Zamozhniaya N.G., Babayants P.S., Blokh Y.I., Trusov A.A.
 Объемная модель глубинного строения 120
 Рязано-Саратовского и Восточно-Воронежского коллизионных орогенов
 3D model of the deep crustal structure of the Ryazan'-Saratov and East-Voronezh collision orogens
 (восточная часть Воронежского кристаллического массива, Восточно-Европейская платформа): (Eastern Voronezh crystalline massif, East-European platform):
 профиль 1-ЕВ, 2450–3500 км the 1-EV reflection seismic profile, 2450–3500 km

- Минц М.В., Сулейманов А.К., Заможняя Н.Г., Ступак В.М.
 Сейсмические образы раннедокембрийской коры Восточно-Европейского кратона: данные по профилям 1-ЕВ, 4В, Татсейс, Kola-SD, ЭГГИ, FIRE-1, FIRE-3
 Минц М.В., Филиппова И.Б., Бабаянц П.С., Блох Ю.И., Трусов А.А.
 Объемная модель глубинного строения Волго-Уральского кратона (Восточно-Европейская платформа): профиль Татсейс
 Мухин В.Н., Каличева Т.И.
 Модель глубинного строения южной части зоны сочленения Сибирской платформы и Байкальской складчатой области (по комплексу геофизических данных)
 Наливкина Э.Б.
 Модель глубинного строения раннедокембрийской земной коры
 Павленкова Н.И.
 Результаты сейсмического профилирования с мирными ядерными взрывами на территории России
 Павленкова Н.И., Павленкова Г.А., Филоненко В.Н.
 Структура земной коры Охотоморского региона по данным ГСЗ
 Пашевин А.М., Иванов Н.К.
 Комплексная физико-геологическая модель юга Сибирской платформы
 Петров Б.В., Богданов Ю.Б., Мильштейн Е.Д., Эринчек Ю.М.
 Новые представления о геологическом строении Карело-Кольского региона на основе интерпретации материалов глубинных геофизических исследований
 Пилипенко В.Н., Павленкова Н.И., Вернаховская А.О.
 Формирование изображения земной коры путем миграции поля преломленных и закритических отраженных волн
 Поселов В.А., Каминский В.Д., Аветисов Г.П., Буценко В.В., Андреева И.А., Павленкин А.Д.
 Глубинное строение континентальной окраины района поднятия Менделеева (Восточная Арктика) по результатам геолого-геофизических исследований на опорном профиле «Арктика-2005»
 Ронин А.Л., Лебёдкин П.А., Мильштейн Е.Д., Эринчек Ю.М.
 Строение консолидированной земной коры древних платформ и молодых складчатых областей по результатам применения методики статистическо-динамического анализа (МСДА) данных глубинных исследований МОГТ
 Ронин А.Л., Лебёдкин П.А., Гошко Е.Ю., Сальников А.С., Мильштейн Е.Д., Эринчек Ю.М.
 Примеры применения различных систем статистическо-динамического анализа материалов МОГТ и возможностей их комбинирования для повышения эффективности решения задач глубинного изучения консолидированной коры
 Рослов Ю.В., Винник А.А., Копылова А.В.
 Восстановление сложнопостроенных скоростных моделей на основе интегрирования сейсмической томографии и кинематической миграции
 Рудницкая Д.И., Старосельцев В.С.
 Построение сейсмогеологических моделей земной коры по данным глубинной сейсморазведки МОГТ с применением системы Реапак-РД
- Mints M.V., Suleimanov A.K., Zamozhniaya N.G., Stupak V.M.
 Seismic images of the Early Precambrian crust of the East European craton: data from the 1-EV, 4V, Tatseis and some other reflection seismic profiles
 Mints M.V., Philippova I.B., Babayants P.S., Blokh Y.I., Trusov A.A.
 3D model of the deep crustal structure of the Volga-Uralian craton: the Tatseis reflection profile
 Mukhin V.N., Kalicheva T.I.
 Model of deep structure of the southern juncture zone of the Siberian platform and Baikalian folded area (according to the complex of geophysical data)
 Nalivkina E.B.
 Model of subsurface structure of the Early Precambrian Earth's crust
 Pavlenkova N.I.
 Results of seismic profiling with peace nuclear explosions in Russia
 Pavlenkova N.I., Pavlenkova G.A., Filonenko V.P.
 Crustal structure in Sea of Okhotsk region from DSS data
 Pashevin A.M., Ivanov N.K.
 Complex physics-geological model of the south of the Siberian platform
 Petrov B.V., Bogdanov Yu.B., Milshtein E.D., Erinchek Yu.M.
 Modern concepts on the geological structure of the Karelian-Kola region based on the interpretation of materials obtained from deep geophysical studies
 Pilipenko V.N., Pavlenkova N.I., Verpakhovskaja A.O.
 Formation of crustal images with migration of refraction and wide-angle reflection fields
 Poselov V.A., Kaminsky V.D., Avetisov G.P., Bytsenko V.V., Andreeva I.A., Pavlenkin A.D.
 Deep structure of the continental margin of the Mendeleev uplift (East Arctic) according to the results of geological-geophysical studies at the «Arctic-2005» transect
 Ronin A.L., Lebedkin P.A., Milshtein E.D., Erinchek Yu.M.
 Consolidated crust structure of old platforms and young fold areas: results of statistic-dynamic analysis (SDA) of CDP deep investigation data
 Ronin A.L., Lebedkin P.A., Goshko E.Yu., Salnikov A.S., Milshtein E.D., Erinchek Yu.M.
 Application of various systems of the statistic-dynamic analysis of CDP data and possibilities of their combination for effectiveness increase in deep studying of the consolidated crust
 Roslov Yu.V., Vinnik A.A., Kopylova A.V.
 Complex velocity model reconstruction on the base of seismic tomography and kinematic migration
 Rudnitskaya D.I., Staroseltsev V.S.
 Construction of seismogeological models of the Earth's crust on the base of the Reapack-RD application to deep CDP data

- Рыбалка А.В., Кашубина Т.В., Петров Г.А., Кашубин С.Н.*
Среднеуральский трансект: новые данные по глубинному строению Урала 186
Rybalka A.V., Kashubina T.V., Petrov G.A., Kashubin S.N.
The Middle-Urals transect: new data on the deep structure of the Urals
- Сакулина Т.С., Тихонова И.М., Крупнова Н.А., Павленкова Н.И.*
Новые данные о типе и строении земной коры по результатам полевого эксперимента на опорном профиле 2-ДВ-М Магадан – Южные Курилы 192
Sakoulina T.C., Tikhonova I.M., Krupnova N.A., Pavlenkova N.I.
New data on type and the Earth's crust according to the results of field experiment at structure of the transect 2-DW-M Magadan – Southern Kurils in the Okhotsk Sea
- Сакулина Т.С., Верба М.Л., Иванова Н.М., Крупнова Н.А., Беляев И.В.*
Глубинное строение северной части Баренцево-Карского региона вдоль опорного профиля 4-АР (п-ов Таймыр – Земля Франца Иосифа) 197
Sakoulina T.S., Verba M.L., Ivanova N.M., Krupnova N.A., Belyaev I.V.
Deep structure of the northern part of the Barents-Kara region along the transect 4-AR (Taimyr Peninsula – Franz Josef Land arch)
- Соловьев В.М., Селезнев В.С., Еманов А.Ф., Лисейкин А.В., Сальников А.С.*
Глубинное строение литосферы Алтае-Саянского региона по данным промышленных взрывов, землетрясений и мощных вибрационных источников 201
Soloviev V.M., Seleznev V.S., Emanov A.F., Liseikin A.V., Salnikov A.S.
Deep structure of the Altay-Sayan region lithosphere on data of industrial explosions, earthquakes and high-power vibration sources
- Старостенко В.И. от имени рабочей группы проекта DOBRE-2*
Совместные геофизические исследования земной коры и верхней мантии по южной окраине Восточно-Европейского кратона (Азовское море – Крым – Черное море) 206
Starostenko V.I. on behalf of the DOBRE-2 Working Group
Integrated geophysical studies of the Earth's crust and upper mantle on the southern margin of the East European craton (Azov Sea – Crimea – Black Sea area)
- Стефенсон Р., Стовба С.*
Различие образов земной коры и верхней мантии Сарматского кратона по разные стороны Донбасского складчатого пояса (Юго-Восточная Украина) 207
Stephenson R., Stovba S.
Contrasting images of the Sarmatian cratonic Earth's crust and upper mantle on either side of the Donbas foldbelt (South-Eastern Ukraine)
- Суворов В.Д., Мишенькина З.Р., Мельник Е.А.*
Латеральная неоднородность верхней мантии Сибири по данным мирных ядерных взрывов 208
Suvorov V.D., Mishenkina Z.R., Melnik E.A.
Lateral heterogeneity of Siberia upper mantle from peaceful nuclear explosion data
- Суворов В.Д., Мельник Е.А.*
О химической неоднородности литосферы по сейсмическим и гравитационным данным 212
Suvorov V.D., Melnik E.A.
About lithosphere chemical heterogeneity from seismic and gravity data
- Сулейманов А.К., Берзин Р.Г., Заможняя Н.Г., Липилин А.В.*
Результаты комплексных глубинных геолого-геофизических исследований Восточно-Европейского кратона (опорный геофизический профиль 1-ЕВ) 215
Suleimanov A.K., Berzin R.G., Zamozhnyaya N.G., Lipilin A.V.
Results of complex deep geological-geophysical studies of the East-European craton (1-EV geophysical transect)
- Сулейманов А.К., Заможняя Н.Г., Яковлев А.Г., Липилин А.В.*
Отображение земной коры в сейсмическом и электромагнитных полях на профиле 2-ДВ 224
Suleimanov A.K., Zamozhnyaya N.G., Yakovlev A.G., Lipilin A.V.
Representation of the Earth's crust within the seismic and electromagnetic fields on the line 2-DV
- Сулейманов А.К., Заможняя Н.Г., Павленкова Н.И.*
Комбинированные сейсмические исследования методами ОГТ и ГСЗ Восточно-Европейского кратона (профиль 1-ЕВ) 229
Suleimanov A.K., Zamozhnyaya N.G., Pavlenkova N.I.
Combine CDP-DSS studies of the East European craton along profile 1-EV
- Сурков В.С., Сальников А.С., Кузнецов В.Л., Селезнев В.С., Еманов А.Ф., Соловьев В.М.*
Строение земной коры по опорному профилю 2-ДВ (Северо-Восток России) по данным новой технологии глубинных сейсмических зондирований 233
Surkov V.S., Salnikov A.S., Kuznetsov V.L., Seleznev V.S., Yemanov A.F., Solovyov V.M.
The structure of Earth's crust abutment profile 2 DV (Nord-East of Russia) bases on dates of new technology of deep seismic sounding
- Трофимов В.А.*
Особенности строения земной коры нефтегазоносных территорий 237
Trofimov V.A.
Features of the Earth's crust in petroliferous provinces
- Эринчек Ю.М., Мильштейн Е.Д., Егоркин А.В., Верба В.В.*
Строение раздела Мохо территории России и прилегающих акваторий 241
Erinckek Yu.M., Milshstein E.D., Egorkin A.V., Verba V.V.
The structure of Moho boundary of Russia and adjoining sea

Минц М.В. (Геологический институт РАН, Москва, Россия),
Сулейманов А.К., Заможняя Н.Г., Ступак В.М. (ОП «Спецгеофизика»,
Москва, Россия)

ОБЪЕМНАЯ МОДЕЛЬ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ КАРЕЛО-БЕЛОМОРСКОЙ ОБЛАСТИ ФЕННОСКАНДИНАВСКОГО ЩИТА: ПРОФИЛИ 1-ЕВ, 4В, FIRE-1

*Mints M.V. (Geological Institute of the RAS, Moscow, Russia)
Suleimanov Ar. K., Zamozhniaya Nad.G., Stupak Vl. M. (SE «Spetsgeophysica»,
Moscow, Russia)*

A 3D-MODEL OF THE DEEP CRUSTAL STRUCTURE OF THE KARELIAN- BELOMORIAN REGION OF THE FENNOSCANDIAN SHIELD: 1-EU, 4B AND FIRE-1 PROFILES

Представлена геологическая интерпретация разрезов коры по профилям 1-ЕВ (250–1250 км), 4В и FIRE-1, пересекающим Беломорский пояс и Карельский кратон на территории России и Финляндии. Объемная модель объединяет данные геологического картирования и глубинных исследований и характеризует главные тектонические подразделения в трехмерном представлении. Модель глубинного строения – основа для реконструкции последовательности геодинамических обстановок формирования коры региона.

The paper is devoted to main geological results of the deep crustal study regarding to the Early Precambrian structures of the Archaean Karelia craton and Belomorian tectonic province (southeastern Fennoscandian Shield) and their mutual structural and evolutionary relationships as well as the relationships with the adjacent tectonic units: Archaean Kola craton, the Palaeoproterozoic Svecofennian accretionary orogen and intracratonic Palaeoproterozoic volcano-sedimentary belts (Fig. 1, 2).

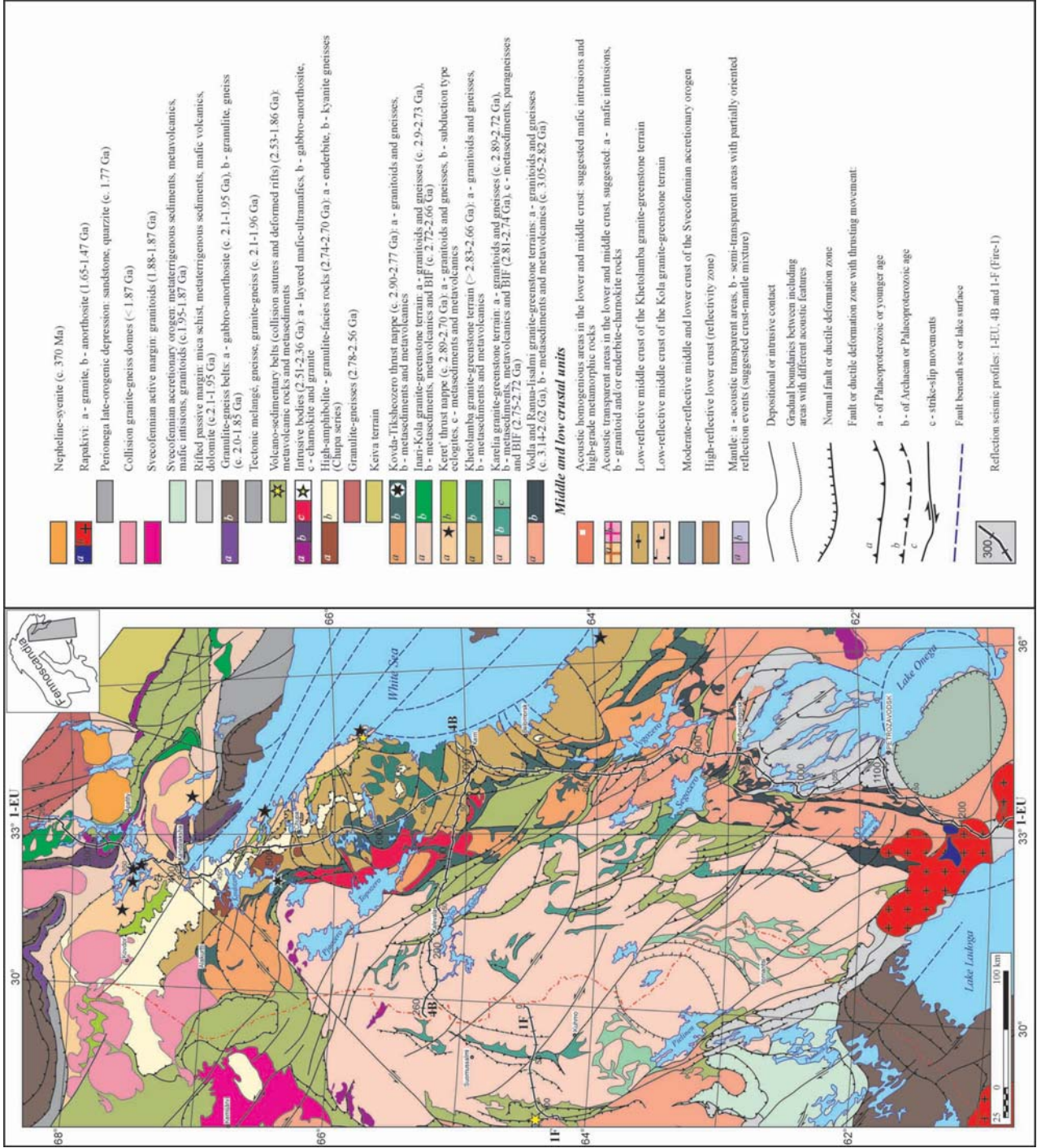
High-resolution seismic images of the crust and upper part of the lithospheric mantle has been obtained by the CDP technology along 1-EV (from 300 to 1250 km), 4B (c.270 km long) profiles within Russian area and along FIRE-1 profile in Finland. These images disclosed a significantly more complex and, to a considerable degree, different structure of the Earth's crust than previously assumed. It occurred that gently dipping and relatively steep boundaries as well as other features of diverse form can be observed everywhere within the crust. It is important in essence that many seismic boundaries on CDP sections reach the Earth's surface, in contrast to those on DSS sections. It was established that the crust-mantle discontinuity is in most cases of complex character. The detailed pattern of seismic reflections and their structural interpretations in the lower crust is evidence of the tectonic origin of the crust-mantle boundary, which is apparently a thick zone of tectonic flow and displacement of large crustal sheets, accompanied by the dipping of individual lower crustal segments into the mantle. The structure of the lower crust and the crust-mantle discontinuity indicates that this fundamental boundary bears not only a compositional but also a tectonic character.

Careful coordination of mapped surface geological structures and geological interpretation of the seismic images enabled a detailed interpretation of the 3D model (stereometric section representation) of the Earth's crust and upper part of lithospheric mantle in the studied region (Fig. 3). Additional information was delivered by the recently published seismic data along the FIRE-1 profile in Finland (Korja A., 2001–2006, Kukkonen I.T. and Lahtinen, R., 2006). These data were partially reinterpreted and used in the western part of the 3D model.

The Karelian granite-greenstone terrain appeared as wedge-shaped crustal slice with maximal thickness of approximately 30 km that is thinning eastward beneath the Khetolamba terrain. The latter one that is the main constituent of the

Рис. 1. Геологическая карта юго-восточной части Фенноскандинавского щита

Fig. 1. Geological map of the southeastern Fenoscandian Shield



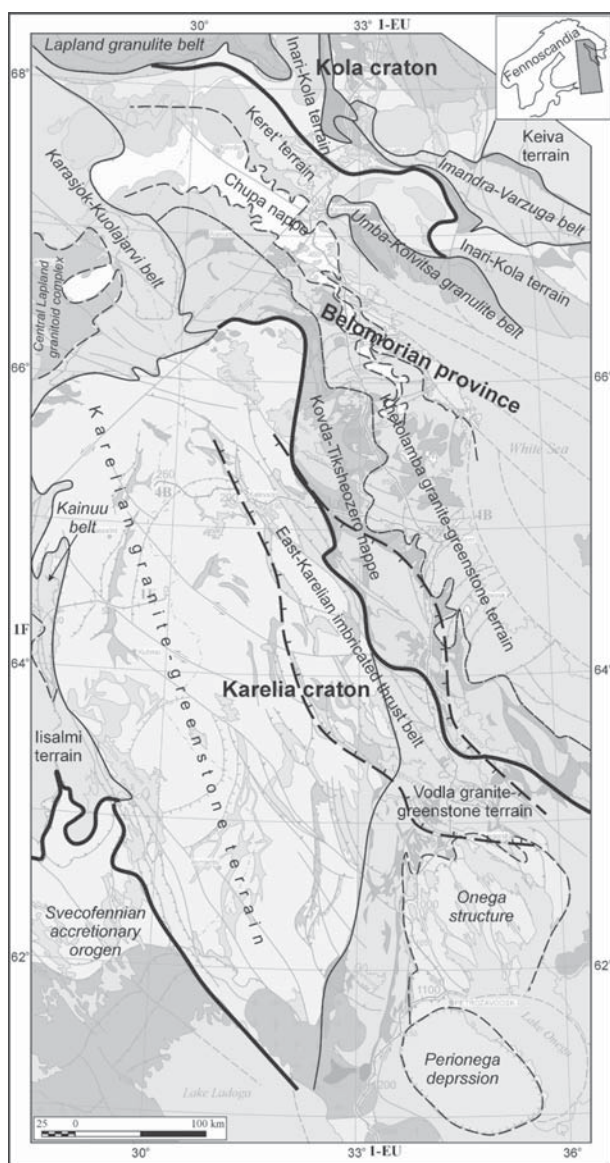


Рис. 2. Схема тектонического районирования юго-восточной части Фенноскандинавского щита

Fig. 2. Main tectonic units in the southeastern Fennoscandian Shield

Belomorian crust overthrust westward above the Karelian terrain. Southeastern margin of the Karelian terrain is overthrust by the ancient Vodla terrain. The Ketolamba terrain, in its turn, plunge under beneath the Inari-Kola granite-greenstone terrain. Although not spectacular in the seismic image, it is considerable that this boundary can be regarded as the main Neoproterozoic collision zone. Its importance follows from the multiple eclogite inclusions that evidence the long-term subduction of the oceanic lithosphere (at least from 2.86 to 2.70 Ga). Exhumation of the eclogite-bearing lower crustal section was possibly the result of the collision at approximately 2.7 Ga or might occurred significantly later, caused by late Paleoproterozoic collision event.

The tectonic assemblage of the Palaeoproterozoic East Karelian imbricated thrust belt is separated from the underlying sheet by the major detachment. This surface is mainly localized at a depth of 10 – 15 km, plunging down to 27 km at the intersection of geotraverse 1-EV and cross-traverse 4B. The morphology of the deformed tectonic sheets in the crust of the eastern Karelian terrain is a result of the imbricating and thrusting of these sheets in the western and southwestern directions. Repeated reverse and thrust faulting and the formation of structural duplexes accompanied the tectonic transport.

Developing of the Svecofennian accretionary orogen along southwestern margin of the Karelia craton in the late Palaeoproterozoic resulted in creation of the

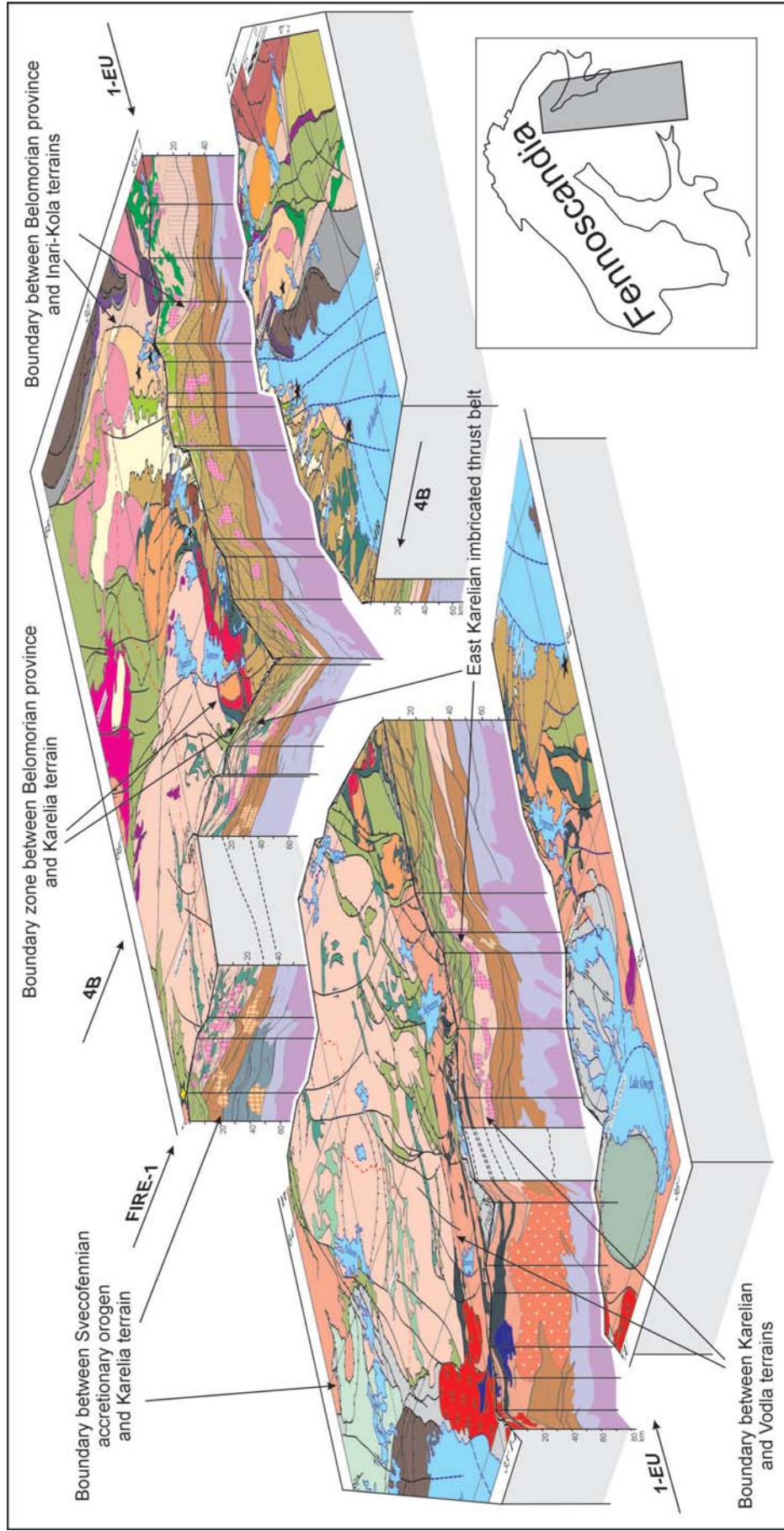


Рис. 3. Объемная 3D модель земной коры юго-восточной части Фенноскандинавского щита, демонстрирующая геологическую интерпретацию картин сейсмических отражений (сейсмических образцов), совмещенных с геологической картой. Усл. обозн. на рис. 1

Fig. 3. Three-dimensional image of the Earth's crust under the southeastern Fennoscandian Shield showing the geological interpretation of the seismic reflection profiling images superimposed on the geological map. See Fig. 1 for legend

complex collision type structures. Northeastward subduction and underthrusting of the thick crustal slices formed by the oceanic, island-arc and back-arc assemblages was accompanied by overthrusting of the upper-crustal tectonic sheets of the same vergence. Resulted crustal structure has typical features of the convergent collision orogens with characteristic tectonic wedge development («crocodile» type structure).

The regular change of the thickness is the principal feature of the mainly high-reflective but locally semi-transparent lower crust. The maximum thickness of the stacked low-crustal slices is characteristic for the marginal areas of the Karelia craton at its boundary with the Palaeoproterozoic Svecofennian accretionary orogen, up to 25–30 km (FIRE-1 and 1-EV profiles). The low-crustal slice is thinning with moving off these boundaries. Beneath the Belomorian province and Inari-Kola terrain its thickness is around 8–10 km. It is seen clearly from the 4B and FIRE-1 sections that overlying slice formed by the granite-greenstone assemblages was displaced and inclined after an origin of the acoustically transparent areas suggested to be granitoid plutons related to Neoproterozoic collision. These specifics lead to conclusion that the present-day lower crust was generally formed as a result of the accretion of the mafic oceanic crust during the Palaeoproterozoic. Alternatively, it could be created in the Archaean, but deformed and stacked during Palaeoproterozoic. The most reliable suggestion on the Svecofennian provenance of the stacked low-crustal slices can be done for 275–175 km interval of the FIRE-1 profile (the eastern flank of this profile is shown in the Fig. 3). According to our analysis of the seismic related images (see App. 2 and 3 in (Kukkonen I.T., Lahtinen R, 2006)), the Svecofennian mid- and low-crustal slices of the island-arc and/or oceanic affinity can be directly traced from the Kiuruvesi (275th km) to Kuhmo (50th km) area where they «dissolve» into the mantle. The summarized thickness of the stacked mid-lower crust in this section reaches 30–35 km.

Thus, the maximum thickness of the stacked low-crustal slices is characteristic for the marginal areas of the Karelia craton at its boundary with the Palaeoproterozoic Svecofennian accretionary orogen, up to 25 – 30 km. The low-crustal slice is thinning with moving off these boundaries. Beneath the Belomorian province and Inari-Kola terrain its thickness is around 8 – 10 km. These specifics evidence that the present-day lower crust was generally formed as a result of the accretion of the mafic oceanic crust during the Palaeoproterozoic.

The crustal architecture as a whole is a combination of thrust-nappe and thrust-underthrust structural assemblages formed both by the Neoproterozoic and Paleoproterozoic rocks that were additionally deformed, to some extent, during uplift and emplacement (bulging) of granite gneiss domes. Formation of the dipping structural assemblages took place during both Paleoproterozoic (2.5–1.6 By before present) and Neoproterozoic times (2.8–2.5 By before present).

The new model of the structure of the Early Precambrian crust substantially changes previous concepts about the crust of the eastern part of the Fennoscandian Shield as a combination of blocks with subvertical margins and individual internal layering. It is apparent that the locations of gently dipping boundaries on the surface are defined by the level of erosion and, as a consequence, these boundaries cannot be taken as boundaries of some “tectonic blocks” in the traditional sense.

Seismic study along the 1-EV and the 4b profiles were worked out in accordance with the Program of deep crustal studies of the Russian Ministry of Natural Resources. Authors thank the RFFI (project No. 05-05-65012) for support of the research.

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. 43, 45–76.

Kukkonen I.T., Lahtinen R. (eds.). Finnish Reflection Experiment FIRE 2001–2005. Geological Survey of Finland, Special paper 43. 2006. 247 p.