

С. Н. КАШУБИН, Е. Д. МИЛЬШТЕЙН, И. Ю. ВИНОКУРОВ, Ю. М. ЭРИНЧЕК (ВСЕГЕИ),
Р. Б. СЕРЖАНТОВ, В. Ю. ТАТАРИНОВ (Роснедра)

Государственная сеть опорных геолого-геофизических профилей, параметрических и сверхглубоких скважин — основа глубинного 3D картографирования территории Российской Федерации и ее континентального шельфа

Представлены сведения о современном состоянии, основных направлениях использования результатов и перспективах развития глубинных геолого-геофизических исследований земной коры и верхней мантии России при создании Государственной сети опорных геолого-геофизических профилей, параметрических и сверхглубоких скважин. Показана возможность создания по материалам опорных геолого-геофизических профилей 3D моделей глубинного строения земной коры на всю ее мощность.

Ключевые слова: *опорный геолого-геофизический профиль, сверхглубокие и параметрические скважины, земная кора, комплект карт глубинного строения.*

S. N. KASHUBIN, E. D. MILSHTEIN, I. YU. VINOKUROV, YU. M. ERINCHEK (VSEGEI),
R. B. SERZHANTOV, V. YU. TATARINOV (Rosnedra)

State network of geotransects and superdeep wells — the basis for 3D deep mapping of the Russian Federation and its continental shelf

Current state of the Earth's crust and upper mantle studies, main directions of the results using and the State network of geotransects and superdeep wells development prospects are presented in the article. The possibility of creating 3D deep structure models based on geological and integrated geophysical data of geotransects is shown.

Keywords: *Geotransect, superdeep and parametric wells, Earth's crust, set of deep structure maps.*

Введение. Исследование глубоких горизонтов земной коры на основе создания сети опорных геолого-геофизических профилей и глубоких скважин является одним из наиболее эффективных методов изучения тектонического развития Земли, ее геодинамического режима, связи глубинных процессов и приповерхностных явлений, разработки глубинных критериев прогнозирования полезных ископаемых и в будущем объединения указанных факторов в рамках единой теории процессов образования месторождений. Поэтому Министерство природных ресурсов и экологии России, Федеральное агентство по недропользованию России всегда уделяли и уделяют большое внимание этому направлению регионального геологического изучения недр [6, 7, 13].

Глубинные сейсмические исследования, составляющие основу этого направления, ведутся уже более 60 лет. Первый в мире проект по глубинным сейсмическим исследованиям земной коры был осуществлен в Советском Союзе под руководством академика Г. А. Гамбурцева в 1949 г. на профиле Иссык-Куль — Балхаш. В дальнейшем работы успешно развивались и привели к созданию сети опорных геолого-геофизических профилей, пересекающих практически все крупные геологические провинции России.

Государственная сеть опорных геолого-геофизических профилей. Современный этап развития глубинных геолого-геофизических исследований, начало которому было положено Постановлением Комитета РФ по геологии и использованию недр (№ 195 от 18.11.1994) о необходимости создания

Государственной сети опорных геофизических профилей, параметрических и сверхглубоких скважин на территории основных минерально-сырьевых провинций России как основы работ общегеологического и специального назначения, длится уже более двадцати лет. В этот период исследования проводились и ведутся практически на всей территории континентальной России, а также на акваториях Баренцева, Карского, Восточно-Сибирского и Охотского морей, в глубоководной части Северного Ледовитого океана.

Современная Государственная сеть опорных профилей реализуется как взаимоувязанный каркас протяженных (более тысячи километров) глубинных профилей, опирающихся на глубокие и сверхглубокие скважины и охватывающих всю территорию Российской Федерации, включая сушу и все внутренние и внешние акватории (рис. 1). Основные задачи этих работ:

- изучение глубинного строения и минерагенической специализации крупных геологических провинций;

- создание современных комплексных геолого-геофизических, структурно-вещественных и геодинамических моделей земной коры и верхней мантии;

- выяснение закономерностей размещения полезных ископаемых относительно глубинных структур;

- геологическое обоснование внешней границы континентального шельфа России в Северном Ледовитом океане;

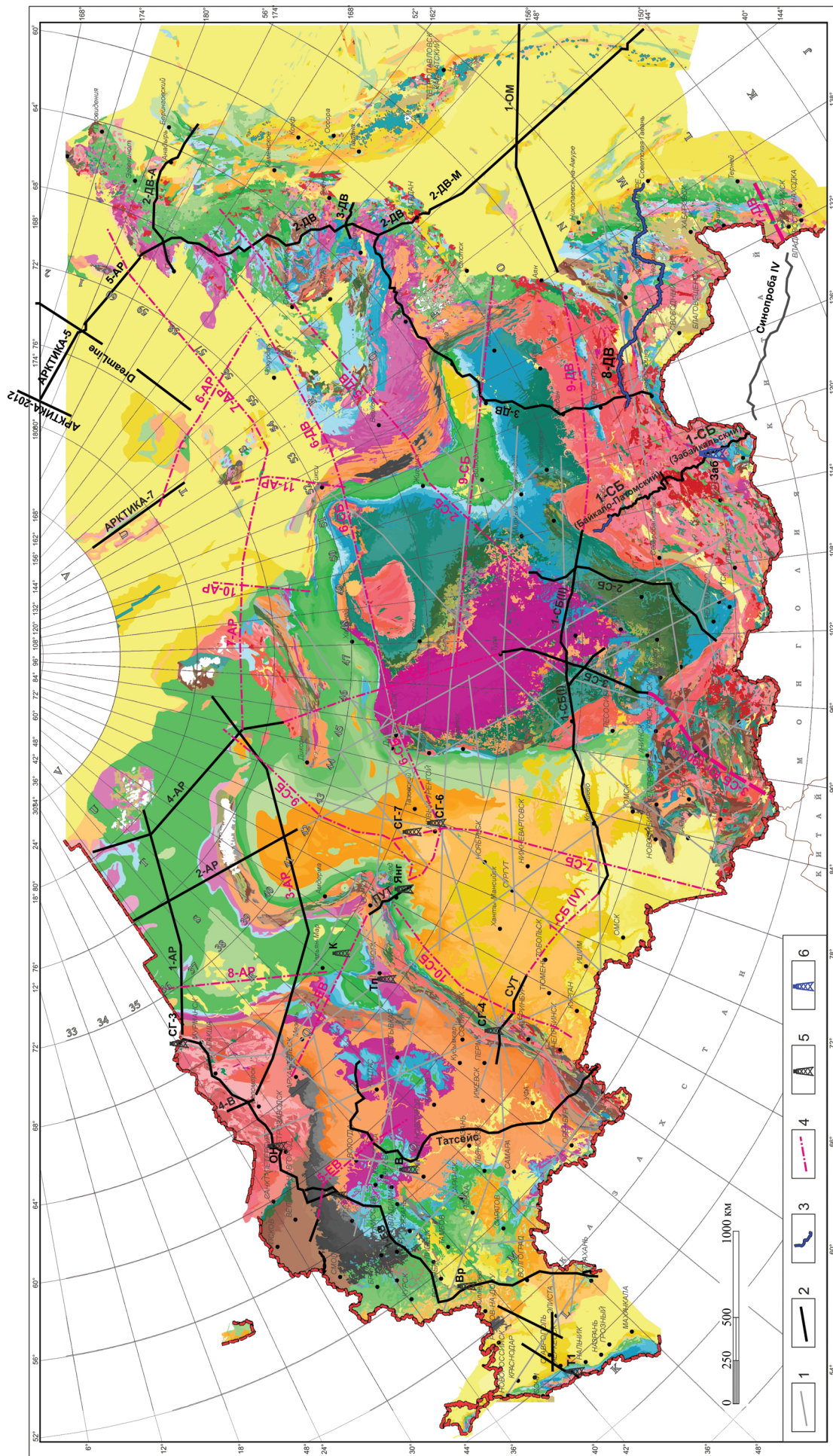


Рис. 1. Государственная сеть опорных геолого-геофизических профилей, параметрических и сверхглубоких скважин России

1 – глубокие геофизические профили, выполненные многоволновой сейсморазведкой до 1995 г.; 2 – опорные комплексные геолого-геофизические профили, выполненные в 1995–2015 гг.; 3 – опорные геолого-геофизические профили, обрабатываемые в настоящее время; 4 – опорные комплексные геолого-геофизические профили, намеченные на перспективу; 5 – завершенные сверхглубокие и параметрические скважины (СГ-4 – Уральская, СГ-6 – Тюменская, Г1 – Тырныаузская, Вр – Воронежская, В – Ворошиловская, СГ-7 – Ен-Яхинская, Он – Онежская, СГ-3 – Кольская геологическая лаборатория, Янг – Янгитанская); 6 – планируемая параметрическая скважина (Заб – Забайкальская)

– обеспечение прироста глубинной геолого-геофизической изученности Российской Федерации и ее континентального шельфа.

Особенность проводимых глубинных сейсмических исследований заключается в использовании аппаратурно-технических и программных средств, позволяющих проследить исследуемый разрез с практически равной детальностью на всю мощность земной коры. Стали широко применяться многоканальные телеметрические системы регистрации и многократные системы наблюдений глубинного МОВ-ОГТ. Внедрена комбинированная система наблюдений (МОГТ-КМПВ). В качестве источника возбуждения, в том числе и при производстве ГСЗ, используются мощные вибраторы и группы вибраторов. В информационном плане современная трехкомпонентная регистрация сейсмических волн позволяет более обоснованно выделять различные типы сейсмических волн, с большей достоверностью прогнозировать вещественный состав земной коры и динамическое состояние среды, а в перспективе – вариации напряженного состояния недр [2].

Государственная сеть опорных геолого-геофизических профилей, параметрических и сверхглубоких скважин включает три основных элемента:

– сверхдлинные профили ГСЗ с ядерными взрывами, отработанные до 1995 г., по ним получена информация о глубинном строении, в целом удовлетворяющая современным требованиям [1];

– комплексные опорные геолого-геофизические профили, выполненные на современной аппаратурно-технологической базе [8, 14];

– сверхглубокие и параметрические скважины, пройденные с 1970-х годов [12].

Общий объем сверхдлинных профилей ГСЗ, входящих в Государственную сеть, составляет более 57 000 пог. км, а общий объем современных комплексов геолого-геофизических профилей к концу 2016 г. составит более 31 000, из них на акваториях почти 12 500 пог. км [16].

Значительный объем глубинных сейсмических исследований выполнен в последнее десятилетие в Восточной Арктике, в том числе в ее глубоководной части. Сеть глубинных исследований здесь представлена сейсмическими профилями Трансарктика-89-91, -92, Арктика-2000, Арктика-2005, Арктика-2007, Арктика-2012, 5-АР [5, 10, 11].

Параметрическое и сверхглубокое бурение. В различных регионах страны в районах проложения опорных профилей выполнено бурение ряда сверхглубоких и параметрических скважин, позволивших получить параметрическую информацию о физических свойствах пород разреза, о природе сейсмических границ и аномалеобразующих объектов. Завершена проходка Кольской (12261 м), Уральской (6015 м) и Ен-Яхинской сверхглубоких скважин, Тимано-Печорской (6905 м), Колвинской (7057 м), Воротиловской (5374 м), Тырнаузской (4001 м), Тюменской (7502 м), Северо-Молоковской (3313 м), Воронежской (3000 м) и Онежской (3500 м) параметрических скважин. На границе Полярного Урала и Западно-Сибирской плиты завершено бурение Янгюганской параметрической скважины (4000 м). Ведутся работы по заложению Забайкальской параметрической скважины проектной глубиной 4000 м.

Работы по созданию параметрических скважин сопровождаются не только широким комплексом

геофизических исследований скважин, но и большим объемом современных лабораторно-аналитических исследований [9].

Комплекты карт глубинного строения в составе Госгеолкарты-1000/3 и крупных международных геолого-картографических проектов. Одним из важных элементов современных комплексов мелко-масштабных геологических и тектонических карт являются дополнительные карты, построенные по геофизическим данным и отражающие глубинное строение картографируемой территории. По сути этот комплект карт раскрывает 3D строение земной коры на всю ее мощность.

В крупных международных проектах, таких как «Атлас геологических карт Циркумполярной Арктики» [18] и «Атлас геологических карт Азии и сопредельных территорий» [17], комплект карт глубинного строения представлен следующим набором: карта мощности земной коры, карта мощности осадочного чехла, карта мощности консолидированной коры, схема районирования по характеру потенциальных полей, схематическая карта типов земной коры. Дополнительно приводится разрез земной коры и верхней мантии по Геотрансекту, пересекающему большую часть, охваченную картой. Пример такого комплекта карт и Геотрансекта приведен в зарамочном оформлении Международной тектонической карты Циркумполярной Арктики м-ба 1 : 5 000 000 (рис. 2) [3, 4, 19].

Карта глубинного строения (КГС) в составе Госгеолкарты-1000/3 – это комплект картографических документов (взаимоувязанных карт, схем и разрезов), представляющих собой объемную геолого-геофизическую модель земной коры [15], основной целью которого является вовлечение глубинной геолого-геофизической информации в геодинамические построения.

К сожалению, из-за отсутствия нормативной базы в настоящее время комплект КГС не является обязательным в составе Госгеолкарты-1000/3. В зависимости от авторского видения КГС имеет разное наполнение на разных листах. Тем не менее существуют предпосылки для унификации комплекта КГС и его более широкого использования при мелкомасштабном геологическом картографировании и тектоническом районировании.

Основным содержанием КГС являются геолого-геофизические неоднородности, отражающие вертикальную и латеральную изменчивость структуры и вещественного состава земной коры, а также закономерности размещения основных полезных ископаемых по отношению к элементам глубинного строения.

Исходными материалами для построения КГС служат цифровые модели аномального гравитационного и магнитного полей; сейсмические разрезы; сводные петрофизические данные и результаты параметрического и глубокого бурения. Дополнительно могут использоваться результаты глубинных электроразведочных, геоэлектрохимических, гелиометрических, геотермических и других исследований.

Объемная модель земной коры на КГС представляется набором карт (или схем), отражающих строение определенных глубинных интервалов земной коры, и серией разрезов, отражающих особенности глубинного строения площади исследований.

Выделяются три уровня информационно-содержательных интервалов глубин:

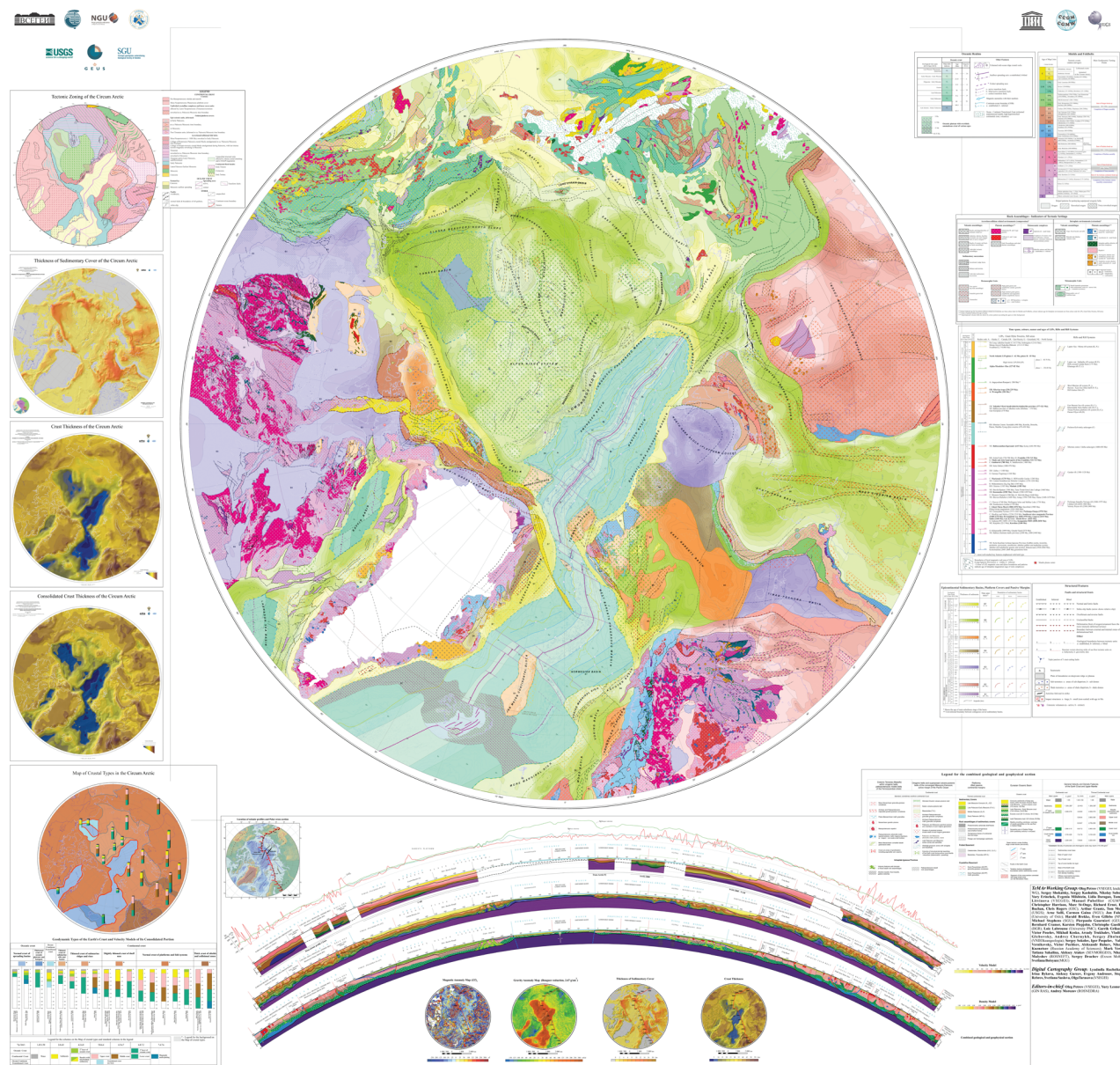


Рис. 2. Тектоническая карта Циркумплярной Арктики масштаба 1 : 5 000 000 [19]

1-й уровень (верхняя часть земной коры) определяется геолого-экономической целесообразностью оценки минерагенического и ресурсного потенциалов территории и составляет для платформенных областей от 0 до 5–7, для складчатых областей от 0 до 2–3 км;

2-й уровень (верхняя и средняя части земной коры) определяется возможностью количественной оценки параметров неоднородностей по аномалиям потенциальных геофизических полей и глубиной исследований на региональных сейсмических профилях и составляет для платформенных областей от 0 до 15–20, для складчатых областей от 0 до 10–15 км;

3-й уровень (вся земная кора) определяется информативностью основного комплекса глубинных геофизических исследований, применяемого на опорных и глубинных геолого-геофизических профилях, и охватывает земную кору на всю ее мощность до поверхности Мохоровичича.

Состав и содержание комплекта карт глубинно-строения определяются степенью изученности

и типом геологического строения территории Гостеолкарты-1000/3. При наиболее полной изученности комплект включает карту структурно-вещественных комплексов верхней части земной коры (для платформенных областей и глубоких осадочных бассейнов карту структурно-вещественных комплексов чехла и схему структурно-вещественных комплексов кровли консолидированной коры); карту глубинных неоднородностей земной коры; схемы мощности и типов земной коры. Завершается комплект КГС картой закономерностей размещения полезных ископаемых по отношению к глубинным неоднородностям, на которой отражаются крупные минерагенические таксоны (в ранге минерагенических зон, нефтегазоносных, алмазоносных или рудных районов), выделяемые как площади развития ареалов их прямых и косвенных признаков.

Картографические материалы для 1- и 2-го уровней, а также карта закономерностей размещения полезных ископаемых по глубинным критериям представляются в рамках листа Гостеолкарты-1000/3.

Материалы для 3-го уровня, как правило, охватывают несколько смежных листов м-ба 1 : 1 000 000 в обзорных м-бах 1 : 2 500 000 или 1 : 5 000 000.

Заключение. Федеральным агентством по недропользованию разработана программа, предусматривающая дальнейшее развитие Государственной сети опорных геолого-геофизических профилей, параметрических и сверхглубоких скважин (рис. 1), в первую очередь в перспективных геолого-минералогических регионах (включая регионы с низкой степенью изученности), с учетом результатов исследований последних лет и в тесной взаимосвязи с другими проводимыми в нашей стране региональными геолого-геофизическими исследованиями. Современный этап изучения глубинного строения в соответствии с этой программой отличается следующими особенностями:

– создание Государственной сети включает взаимозвязанные работы по сверхдлинным опорным (в среднем более 1000 пог. км) профилям и специализированным на глубинные исследования параметрическим скважинам (глубина более 3000 м, при проходке по консолидированной коре не менее 500 м);

– каркас опорных профилей охватывает как сухопутную, так и акваториальную части страны; при этом выполняются уникальные (не имеющие аналогов в мировой практике) работы по переходу суша–море;

– полевые работы включают единый широкий комплекс глубинных геофизических методов, представленных сейсмическими (МОГТ, КМПВ, ГСЗ) и геоэлектрическими (ГМТЗ-МТЗ-АМТЗ) исследованиями. Полевые гравиметрические исследования имели место только для территорий, где не проводилась государственная гравиметрическая съемка м-ба 1 : 200 000;

– предусмотрена унификация технологических схем и систем обработки основных видов геофизических исследований (сейсморазведочных и электроразведочных) при работах на опорных профилях континентальной части и в комплексе геолого-геофизических исследований, выполняемых на акваториях.

Анализ современного состояния глубинных исследований в России свидетельствует, что мы стоим на пороге нового этапа. Аппаратурно-технологическое оснащение работ, выполняемых на опорных профилях, в целом соответствует современному мировому уровню и позволяет решать поставленные сложные задачи, связанные с изучением глубинного строения земной коры. Накопленный огромный фактический материал, достижения в вопросах обработки геофизических материалов указывают на возможность существенно повысить геологическую информативность этого вида исследований в ближайшие годы.

1. Атлас «Опорные геолого-геофизические профили России». Глубинные сейсмические разрезы по профилям ГСЗ, отработанным в период с 1972 по 1995 год». [Электронное издание]. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2013. – 94 с. URL: <http://www.vsegei.ru/> (дата обращения: 13.09.2016).

2. *Кашубин С.Н.* Вариации поляризации упругих волн как индикатор вариаций тектонических напряжений. Тектонофизика и актуальные вопросы наук о Земле // К 40-летию создания М.В. Гзовским лабораторией тектонофизики в ИФЗ РАН: Тезисы докладов Всерос. конф. В 2-х томах. Т. 1. – М.: ИФЗ, 2008. – С. 47–49.

3. *Кашубин С.Н., Павленкова Н.И., Петров О.В.* и др. Типы земной коры Циркумполярной Арктики // Регион. геология и металлогения. 2013. № 55. – С. 5–20.

4. *Кашубин С.Н., Петров О.В., Андросов Е.А.* и др. Карта мощности земной коры Циркумполярной Арктики // Регион. геология и металлогения. 2011. № 46. – С. 5–13.

5. *Кашубин С.Н., Петров О.В., Артемьева И.М.* и др. Глубинное строение земной коры и верхней мантии поднятия Менделеева по профилю ГСЗ Арктика-2012 // Регион. геология и металлогения. 2016. № 65. – С. 16–35.

6. *Козловский Е.А.* Комплексная программа глубинного изучения земных недр // Сов. геология. 1982. № 9. – С. 3–12.

7. *Липилин А.В., Аккуратов О.С., Келлер М.Б., Шуккин Ю.К.* Создание государственной сети опорных геофизических профилей, параметрических и сверхглубоких скважин // Регион. геология и металлогения. 2000. № 10. – С. 7–11.

8. Модели земной коры и верхней мантии: по результатам глубинного сейсмопрофилирования: Материалы Междунар. науч.-практич. сем. (Санкт-Петербург, 18–20 сентября 2007) – СПб.: ВСЕГЕИ, 2007. – 245 с.

9. Основные результаты глубокого и сверхглубокого бурения в России. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2000. – 112 с.

10. *Поселов В.А., Аветисов Г.П., Каминский В.Д.* и др. Российские арктические геотраверсы. – СПб.: ФГУП «ВНИИОкеангеология» им. И.С. Грамберга, 2011. – 172 с.

11. *Сакулина Т.С., Верба М.Л., Кашубин Т.В.* и др. Комплексные геолого-геофизические исследования на опорном профиле 5-АР в Восточно-Сибирском море // Разведка и охрана недр. 2011. № 10. – С. 17–23.

12. Сверхглубокие скважины России и сопредельных регионов. – СПб.: ВСЕГЕИ, 1995. – 247 с.

13. *Сержантов Р.Б., Кашубин С.Н., Эринчек Ю.М.* и др. Глубинное геолого-геофизическое изучение недр России: современное состояние и основные задачи // Регион. геология и металлогения. 2013. № 53. – С. 26–31.

14. Структура и строение земной коры Магаданского сектора России по геолого-геофизическим данным: Сб. науч. тр. – Новосибирск: Наука, 2007. – 173 с.

15. *Эринчек Ю.М., Кашубин С.Н., Мильштейн Е.Д., Мухин В.Н.* Состав и содержание карты глубинного строения в Гостеолкарте-1000/3. Основные подходы // Регион. геология и металлогения. 2007. № 33. – С. 65–67.

16. *Эринчек Ю.М., Липилин А.В., Сержантов Р.Б.* и др. Государственная сеть опорных геолого-геофизических профилей, параметрических и сверхглубоких скважин // Геофизические методы исследования земной коры: Материалы Всерос. конф., посвященной 100-летию со дня рождения академика Н.Н. Пузырева (Новосибирск, 8–13 декабря 2014 г.). – Новосибирск: Изд-во ИНГТ СО РАН, 2014. – С. 282–288.

17. International project. Atlas of geological maps of Asia and adjacent areas / Eds. O.V. Petrov, Dong Shuwen, E.A. Kiselev, A.F. Morozov. – SPb.: VSEGEI Publishing House, 2016. – 48 p.

18. International project. Atlas of geological maps of the Circumpolar Arctic / Eds. O.V. Petrov, M. Smelror, A.F. Morozov. – SPb.: VSEGEI Publishing House, 2016. – 64 p.

19. *Petrov O., Morozov A., Shokalsky S.* et al. Crustal structure and tectonic model of the Arctic region // Earth Sci. Rev. 2016. 154. 29–71.

1. Atlas “Opornye geologo-geofizicheskie profili Rossii”. Glubinnnye seysmicheskie razrezy po profilyam GSZ, otrabotannym v period s 1972 po 1995 god. [Atlas “Reference geological and geophysical lines in Russia”. Deep seismic sections along DSS lines acquired from 1972 to 1995. Electronic edition]. St. Petersburg: VSEGEI. 2013. 94 p. Available from: <http://www.vsegei.ru/>.

2. Kashubin S.N. Variations of elastic wave polarization as an indicator of tectonic stress variations. Tectonophysics

- and topical issues of Earth Sciences. *On the 40th anniversary of establishment by M.V. Gzovsky of Tectonophysics laboratory in IPE RAS: Abstracts of the All-Russian Conference. In 2 vols. Vol. 1.* Moscow: IPE. 2008. Pp. 47–49. (In Russian).
3. Kashubin S.N., Pavlenkova N.I., Petrov O.V. et al. Crustal types in the Circumpolar Arctic. *Regionalnaya geologiya i metallogeniya*. 2013. No 55, pp. 5–20. (In Russian).
4. Kashubin S.N., Petrov O.V., Androsov E.A. et al. Power map the Earth's crust Circumpolar Arctic. *Regionalnaya geologiya i metallogeniya*. 2011. No 46, pp. 513. (In Russian).
5. Kashubin S.N., Petrov O.V., Artemyeva I.M. et al. Deep structure of the crust and upper mantle of the Mendeleev Ridge along the DSS line Arctic-2012. *Regionalnaya geologiya i metallogeniya*. 2016. No 65, pp. 16–35. (In Russian).
6. Kozlovsky E.A. A comprehensive program of deep study of the Earth's interior. *Sov. geologiya*. 1982. No 9, pp. 3–12. (In Russian).
7. Lipilin A.V., Akkuratov O.S., Keller M.B., Shchukin Yu.K. Creating a state network of reference geophysical lines, parametric and superdeep wells. *Regionalnaya geologiya i metallogeniya*. 2000. No 10, pp. 7–11. (In Russian).
8. Modeli zemnoy kory i verhney mantii po rezul'tatam glubinnogo seysmoprofilirovaniya: Materialy Mezhdunarodnogo nauch.-praktich. seminar (Sankt-Peterburg, 18–20 sentyabrya 2007.) [Models of the Earth's crust and upper mantle by deep seismic profiling: Papers of the International Symposium (St. Petersburg, 18–20 September 2007)]. St. Petersburg: VSEGEI. 2007. 245 p.
9. Osnovnye rezul'taty glubokogo i sverkhglubokogo bureniya v Rossii [Major results of deep and superdeep drilling in Russia]. St. Petersburg: VSEGEI. 2000. 112 p.
10. Poselov V.A., Avetisov G.P., Kaminsky V.D. et al. Rossiyskie arkticheskie geotraversi [Russian Arctic geotraverses]. St. Petersburg: FGUP "VNIIOkeangeologia" im. I.S. Gramberg. 2011. 172 p.
11. Sakulina T.S., Verba M.L., Kashubina T.V. et al. Integrated geological and geophysical studies on the reference line 5-AR in the East Siberian Sea. *Razvedka i okhrana nedr*. 2011. No 10, pp. 17–23. (In Russian).
12. Sverkhglubokie skvazhiny Rossii i sopredelnykh regionov [Superdeep wells in Russia and neighbouring regions]. St. Petersburg: VSEGEI. 1995. 247 p.
13. Serzhantov R.B., Kashubin S.N., Erinchek Yu.M. et al. Deep geological and geophysical study of the Russian subsurface: current state and main tasks. *Regionalnaya geologiya i metallogeniya*. 2013. No 53, pp. 26–31. (In Russian).
14. Struktura i stroyeniye zemnoy kory Magadanskogo sektora Rossii po geologo-geofizicheskim dannym: Sb. nauch. tr. [Crustal structure in the Magadan sector of Russia according to geological and geophysical data: Coll. Sci. Papers]. Novosibirsk: Nauka. 2007. 173 p.
15. Erinchek Yu.M., Kashubin S.N., Milshtein E.D., Mukhin V.N. Composition and content of the deep structure map in the State Geological Map-1000/3. Basic approaches. *Regionalnaya geologiya i metallogeniya*. 2007. No 33, pp. 65–67. (In Russian).
16. Erinchek Yu.M., Lipilin A.V., Serzhantov R.B. et al. National network of reference geological and geophysical lines, parametric and superdeep wells. *Geophysical methods for studying the Earth's crust: Proceedings of the all-Russian conference devoted to the 100th anniversary of Academician N.N. Puzryev (Novosibirsk, 8–13 December 2014)*. Novosibirsk: SB RAS IPGG Press. 2014. Pp. 282–288. (In Russian).
17. Petrov, O.V., Dong Shuwen, Kiselev, E.A., Morozov, A.F. (Eds.) 2016: International project. Atlas of geological maps of Asia and adjacent areas. St. Petersburg: VSEGEI Publishing House, 48.
18. Petrov, O.V., Smelror, M., Morozov, A.F. (Eds.) 2016: International project. Atlas of geological maps of the Circumpolar Arctic. St. Petersburg: VSEGEI Publishing House, 64.
19. Petrov, O., Morozov, A., Shokalsky, S. et al. 2016: Crustal structure and tectonic model of the Arctic region. *Earth-Science Reviews*, vol. 154, 29–71.

Кашубин Сергей Николаевич – доктор геол.-минер. наук, профессор, зам. ген. директора, ВСЕГЕИ¹.
<sergey_kashubin@vsegei.ru>

Мильштейн Евгения Дововна – канд. геол.-минер. наук, зав. отделом, ВСЕГЕИ¹. <evgenia_milshtein@vsegei.ru>

Винокуров Илья Юрьевич – канд. геол.-минер. наук, зам. зав. отделом, ВСЕГЕИ¹. <ilya_vinokurov@vsegei.ru>
Эринчек Юрий Маркович – канд. геол.-минер. наук, консультант по региональным геофизическим работам, ВСЕГЕИ¹. <yuri_erinchek@vsegei.ru>

Сержантов Роман Борисович – канд. техн. наук, зам. начальника Управления, Роснедра². <rserzantov@rosnedra.gov.ru>
Татаринов Виктор Юрьевич – гл. специалист-эксперт Управления, Роснедра². <vtatarinov@rosnedra.gov.ru>

Kashubin Sergey Nikolaevich – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Deputy Director General, VSEGEI¹. <sergey_kashubin@vsegei.ru>

Milshtein Evgeniya Dovovna – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Head of the entire department, VSEGEI¹. <evgenia_milshtein@vsegei.ru>

Vinokurov Ilya Yur'evich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Deputy Head of Department, VSEGEI¹. <ilya_vinokurov@vsegei.ru>

Ehrinchek Yuriy Markovich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Consultant on regional geophysical works, VSEGEI¹. <yuri_erinchek@vsegei.ru>

Serzhantov Roman Borisovich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Deputy Head of Department, Rosnedra². <rserzantov@rosnedra.gov.ru>

Tatarinov Viktor Yur'evich – Chief Expert of the Office, Rosnedra². <vtatarinov@rosnedra.gov.ru>

¹ Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ). Средний пр., 74, Санкт-Петербург, 199106, Россия.

A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (VSEGEI). 74, Sredny Prospect, St. Petersburg, 199106, Russia.

² Федеральное агентство по недропользованию (Роснедра). Ул. Б. Грузинская, 4/6, Д-242, ГСП-5, Москва, 125993, Россия. Federal Agency of Mineral Resources (Rosnedra). 4/6 Bol'shaya Gruzinskaya, GSP-5, Moscow, 119991, Russia.