

А. И. ЛАРИЧЕВ, Т. Н. ЗУБОВА, М. А. ШИШКИН, В. И. ЧЕКАНОВ,
О. И. БОСТРИКОВ, А. В. БРЫЛИНА, С. В. ВИДИК, С. А. ГРИЦЕНКО,
Е. В. ОЛЕННИКОВА, А. Н. ХАБАРОВ (ВСЕГЕИ)

Карты прогноза на нефть и газ в составе государственных геологических карт Российской Федерации

Описана методология составления карт прогноза на нефть и газ в составе Государственных геологических карт масштаба 1 : 1 000 000 (третьего поколения). Показаны зоны покрытия территорий и акваторий РФ картами прогноза на нефть и газ и стратегия их увеличения в зависимости от объемов добычи УВ и перспектив нефтегазоносности различных НГП. Предложены основные направления по составлению карт для слабоизученных, но перспективных районов НГП РФ. Даны рекомендации по использованию геолого-геофизических материалов в картах прогноза на нефть и газ.

Ключевые слова: *нефтегазоносные провинции (НГП), осадочные бассейны, зоны нефтегазо-накопления, месторождения нефти и газа, карты прогноза на нефть и газ (КПНГ), перспективы нефтегазоносности, скважины, сейсмическая изученность, лицензирование.*

A. I. LARICHEV, T. N. ZUBOVA, M. A. SHISHKIN, V. I. CHEKANOV,
O. I. BOSTRIKOV, A. V. BRYLINA, S. V. VIDIK, S. A. GRITSENKO,
E. V. OLENNIKOVA, A. N. HABAROV (VSEGEI)

Forecast maps for oil and gas forecast as part of the State Geological Maps of the Russian Federation

Data are given on the current state of knowledge in forecast mapping for oil and gas as part of the State Geological Maps at 1:1,000,000 scale (third generation), types and amount of geological information in the forecast maps for oil and gas, results of implementing the Program on compilation and preparation for publication of the Gosgeolcarta-1000/3 in connection with the results of seismic and drilling exploration maturity, petroleum potential assessment and licensing state of petroleum provinces in the Russian Federation. Recommendations are given for the use of geological and geophysical materials in the composition of oil and gas forecast maps and guidelines for mapping in poorly studied, but promising areas in Russian petroleum provinces.

Keywords: *petroleum province, sedimentary basins, oil and gas accumulation zones, oil and gas fields, forecast maps for oil and gas, oil and gas potential, wells, seismic knowledge, licensing.*

Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 1 000 000 (третьего поколения) — это комплект взаимоувязанных карт геологического содержания с объяснительной запиской и базами данных. Это результат научного обобщения и интерпретации всех накопленных ранее и полученных в период проведения работ новых геологических, геофизических, геохимических и других материалов. Карта создается с применением современных компьютерных технологий и учетом последних достижений геологической науки.

Дополнительно, в соответствии с требованиями методического руководства по составлению и подготовке к изданию Гостеолкарты-1000/3, для территорий нефтегазоносных провинций составляются карты прогноза на нефть и газ [1, 2]. Они предназначены для уточнения перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов, оценки начальных суммарных ресурсов углеводородов (НСР УВ) по категориям, соответствующим степени изученности территории и подтвержденным базами геологических, геофизических и геохимических данных. Основаны на анализе всей имеющейся информации по геологическому строению территории (стратиграфии, тектонике, литологии), геофизике, геохимии и отражают пространственно-временные

(генетические и парагенетические) связи геологических подразделений с нефтегазоносностью.

Они должны содержать основные сведения о распределении НСР УВ по площади и в разрезе погребенных толщ осадочного чехла, структуре ресурсов и запасов нефти и газа в подразделениях нефтегазогеологического районирования картируемой территории, а в наиболее изученных районах — о зональных и локальных объектах геологоразведочных работ на нефть и газ.

Объекты (элементы) картографирования карт прогноза на нефть и газ, согласно Методическому руководству [1]:

- подразделения нефтегазогеологического районирования и входящие в их состав площади с различной удельной начальной плотностью суммарных геологических ресурсов УВ;
- нефтегазоносные комплексы, месторождения углеводородного сырья, нефтегазоперспективные объекты;
- все выявленные месторождения нефти и газа и нефтегазопроявления (группы нефтегазопроявлений);
- подготовленные и выявленные локальные антиклинальные структуры и неантиклинальные ловушки;

- структуры, определяющие формирование (локализацию) и эволюцию месторождений и залежей (объекты структурно-геологического и нефтегазгеологического районирования);

- структурные поверхности продуктивных, перспективных или опорных горизонтов;

- разрывные нарушения, рассекающие осадочный чехол или его части;

- границы нефтегазоносных комплексов;

- территории с различной плотностью начальных геологических ресурсов УВ;

- глубокие опорные, параметрические, поисковые и разведочные скважины (группы скважин), при необходимости структурные скважины;

- показательные региональные, поисковые и разведочные сейсмопрофили;

- геофизические, геохимические аномалии, непосредственно связанные с нефтегазоносностью (аномалии типа «залежь»), при необходимости аномалии, возможно, связанные с нефтегазоносностью;

- прогнозируемые высокоперспективные на нефть и газ зоны, участки и локальные объекты с указанием типа УВ, количества прогнозных ресурсов в миллионах тонн нефтяного эквивалента кат. D₂ (при наличии данных D₁);

- рекомендуемые на высокоперспективных зонах, участках и объектах глубокие параметрические и поисковые скважины, сейсмопрофили, профили и площади других геофизических и геохимических исследований.

Карты ПНГ дополнительно иллюстрируются:

- схемами закономерностей размещения углеводородов по каждому НГК;

- геологическим разрезом, опорными разрезами скважин или стратиграфическими колонками по основным нефтегазоносным комплексам с выделением нефтематеринских толщ, пластов-коллекторов и основных флюидоупоров;

- структурными картами или схемами масштаба 1 : 2 500 000 по продуктивным или опорным горизонтам;

- специализированными литолого-фациальными, геолого-экономическими и другими схемами и картами;

- внемасштабными колонками-врезками или диаграммами, показывающими соотношение накопленной добычи, перспективных и прогнозных ресурсов по НГК или типам ловушек;

- таблицами основных перспективных структур с количественной оценкой текущих запасов и ресурсов УВ по элементам районирования.

В разделах объяснительной записки дается общая характеристика месторождений с указанием их количества, размера, типа флюидонасыщения, продуктивных горизонтов и глубины залегания залежей. Приводятся суммарные данные по извлекаемым запасам. Описываются нефтегазоносные провинции, области и районы, дается оценка ресурсной базы по всем нефтегазоносным комплексам продуктивной части разреза. Приводятся рекомендации по направлениям геологоразведочных работ на нефть и газ с обоснованием первоочередных объектов.

Карты прогноза на нефть и газ составляются на основе анализа литературных и фондовых данных, а также результатов дополнительных исследований, если они предусматривались техническим заданием на производство работ по созданию комплекта ГГК-1000/3. При составлении КПНГ максимально

используются данные глубокого бурения и геолого-геофизических исследований, прежде всего сейсморазведочных (МОВ, ОГТ), гравиметрических и магниторазведочных работ, а также материалов дистанционного зондирования и их компьютерной обработки. Карта, таким образом, должна отражать современное состояние ГРР на углеводородное сырье, закономерности формирования и размещения и фазовый состав залежей, плотность суммарных начальных ресурсов в нефтегазоносных комплексах. Основой для составления карты является схема структурно-тектонического районирования для структурного этажа, с которым связаны существующие и потенциальные нефтегазоносные объекты.

В качестве основных подразделений нефтегазгеологического районирования выступают нефтегазоносные провинции (НГП), нефтегазоносные области (НГО), нефтегазоносные районы (НГР), зоны нефтегазонакопления (ЗНГН). Прогнозируемые (потенциальные) области, районы и зоны выделяются как участки, характеризующиеся наличием группы благоприятных признаков и критериев при отсутствии установленных месторождений и залежей.

Выделяемые провинции, области и районы по соотношению (преобладанию) полезного компонента подразделяются на преимущественно нефтеносные, преимущественно газоносные, нефтегазоносные и газонефтеносные.

Оценка прогнозных ресурсов осуществляется на основе выявленных закономерностей размещения залежей углеводородов. Для слабоизученных регионов, в соответствии с Методическим руководством по количественной и экономической оценке ресурсов нефти и газа и конденсата России (2000 г.), выполняется оценка ресурсов кат. D₂ [3–7]. Для слабоизученных районов, при наличии материалов по ОГТ и параметрическому бурению, может быть выполнена оценка нефтегазогенерационного потенциала по методикам А. Э. Конторовича, В. Д. Наливкина, С. Г. Неручева и др. [3–7].

При разработке и уточнении нефтегазогеологического и структурно-тектонического районирования, анализе нефтегазоносных комплексов, выделении и оценке нефтегазоносности приоритетных зон нефтегазонакопления и локальных объектов используются результаты работ геологических организаций нефтегазового профиля (карты и схемы нефтегазоносных провинций, перспектив нефтегазоносности, распределения плотностей ресурсов УВ), а также карты прогноза на нефть и газ по сопредельным листам Госгеолкарты-1000/3. Используемые материалы отмечаются на соответствующей схеме масштаба 1 : 2 500 000.

Стратегия долгосрочных и среднесрочных программ составления листов Госгеолкарты-1000/3 заключается в выполнении первоочередных работ в пределах хорошо изученных НГП с устойчивой добычей нефти и газа и слабоизученных территорий и акваторий с высокими перспективами нефтегазоносности. К настоящему времени большая часть НГП РФ закрыта листами Госгеолкарты-1000/3 (рис. 1). Наибольшая изученность достигнута в пределах Тимано-Печорской (100 %), Прикаспийской (88 %), Западно-Сибирской (87 %), Восточно-Баренцевской (80 %) и Енисейско-Анабарской НГП (78 %) (таблица). В других НГП покрытие листами Госгеолкарты-1000/3 составляет менее 60 %. Менее чем на 40 % изучены геологической съемкой

Степень покрытия территории РФ ГГК-1000/3

Название НГП	Площадь НГП (км ²)	Площадь листов ГГК-1000/3 (км ²)	Изученность (%)	Площадь листов с картами прогноза на нефть и газ (км ²)	Степень покрытия картами прогноза на нефть и газ (%)	Кол-во листов ГГК-1000/3	Кол-во листов с картами прогноза на нефть и газ
1. Волго-Уральская	986 988	427 159	43	256 963	26	7	5
2. Восточно-Арктическая ПНГП	899 426	481 288	54			16	
3. Восточно-Баренцевская	549 095	438 192	80	15 605	3	18	2
4. Восточно-Черноморская	36 859	20 240	55			1	
5. Енисейско-Анабарская	398 404	310 082	78	264 170	66	10	9
6. Западно-Баренцевская	516 664	291 525	56			9	
7. Западно-Сибирская	2 171 152	1 895 069	87	1 845 238	85	26	22
8. Лено-Вилуйская	335 396	127 530	38			6	
9. Лено-Тунгусская	2 916 159	1 341 137	46	942 342	32	22	13
10. Охотская	1 710 413	335 295	20	286 736	17	8	5
11. Прикаспийская	133 037	117 663	88	3 707	3	3	1
12. Притихоокеанская	1 132 954	263 345	23	172 939	15	4	3
13. Северо-Кавказская	396 803	239 267	60			3	
14. Тимано-Печорская	450 341	450 341	100	414 263	92	10	8
Всего	12 633 691	6 738 133	53	4 201 965	33		
Всего: листов ГГК-1000/3 на площади НГП — 98 листов с картами прогноза на нефть и газ — 44							

миллионного масштаба третьего поколения Лено-Вилуйская, Охотская и Притихоокеанская НГП.

Степень покрытия территории НГП РФ картами прогноза на нефть и газ высока в пределах Тимано-Печорской (92 %), Западно-Сибирской (85 %) и Енисейско-Анабарской НГП (66 %) (рис. 2). Значительно меньше подготовленных карт ПНГ по сравнению с завершенными листами Госгеолкарты-1000/3 для Волго-Уральской, Восточно-Баренцевской, Лено-Тунгусской, Охотской, Прикаспийской и Притихоокеанской НГП. Полностью не закрыты картами ПНГ Восточно-Арктическая, Восточно-Черноморская, Западно-Баренцевская, Лено-Вилуйская и Северо-Кавказская НГП. Карты ПНГ подготовлены для территорий с высокой сейсмической и буровой изученностью, с высокой перспективностью на нефть и газ в пределах распределенного фонда недр (рис. 3–5). В первую очередь это относится к наиболее изученной и самой крупной по запасам нефти и газа Западно-Сибирской НГП, где большая часть перспективных земель находится в распределенном фонде недр. Подготовлены и частично изданы карты ПНГ для Тимано-Печорской НГП с высокой степенью геолого-геофизической изученности, где также большая часть перспективных земель находится в распределенном фонде недр.

К первоочередным районам, где были завершены работы по составлению карт ПНГ, относятся наиболее перспективные и сравнительно хорошо изученные южные районы Лено-Тунгусской НГП, расположенные в зоне действия ВСТО.

Следует отметить, что материалы Госгеолкарты-1000/3 в целом и материалы карт ПНГ в частности имеют высокий уровень востребованности со стороны научных организаций,

геолого-геофизических предприятий и нефтегазовых компаний. Об этом свидетельствует ежегодное большое количество обращений на сайт ВСЕГЕИ и скачиваний цифровых моделей карт и соответствующих им баз данных.

Один из положительных примеров востребованности результатов работ, полученных при составлении карт ПНГ и тематических исследований, выполненных ВСЕГЕИ, — ряд обобщений геолого-геофизических данных по территории Енисейско-Анабарской НГП. Наряду с результатами работ, выполненными организациями «Башнефтегеофизика», «Южморгео», ИГГНГ СОРАН и СНИИГГиМС, они широко использованы при лицензировании ряда крупных участков недр в пределах Енисейско-Анабарской НГП, а ВСЕГЕИ по заказу ПАО «Лукойл» подготовил проект поиска месторождений нефти и газа на Восточно-Таймырском лицензионном участке.

Исходя из результатов анализа состояния работ по составлению карт ПНГ, геолого-геофизической изученности, перспектив нефтегазоносности, приоритетности и состояния лицензирования участков недр в нефтегазоносных провинциях Российской Федерации, можно наметить главные направления по составлению карт прогноза на нефть и газ в составе листов Госгеолкарты-1000/3:

- продолжение работ в центральных, южных и юго-восточных районах Лено-Тунгусской НГП в зоне действия ВСТО;

- начало работ по составлению карт ПНГ на территориях Лено-Вилуйской НГП;

- продолжение работ по составлению карт ПНГ в центральных и восточных районах Волго-Уральской НГП;

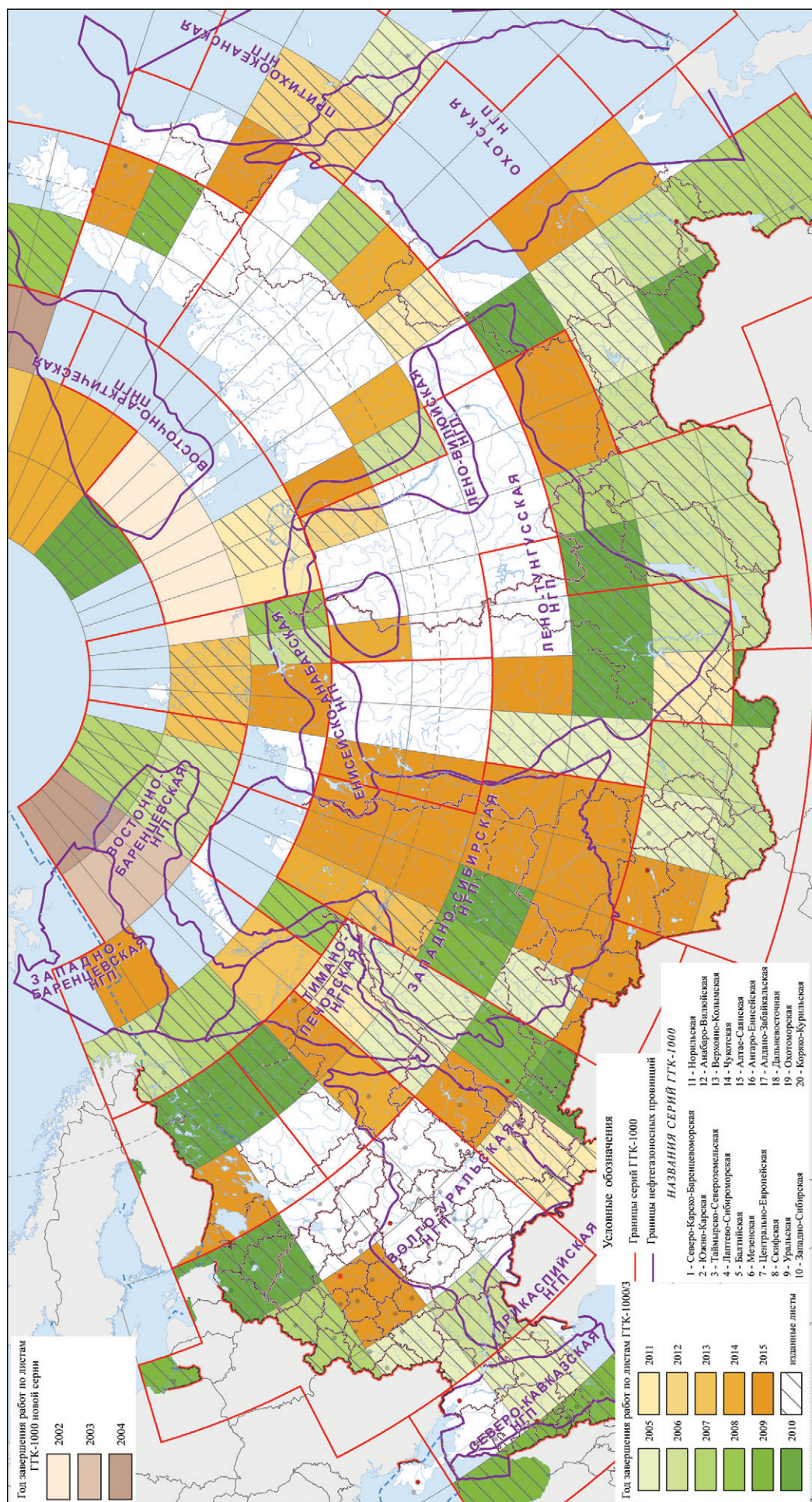


Рис. 1. Схема изученности ГТК-1000/3 с элементами нефтегазogeологического районирования. По состоянию на 01.01.2016

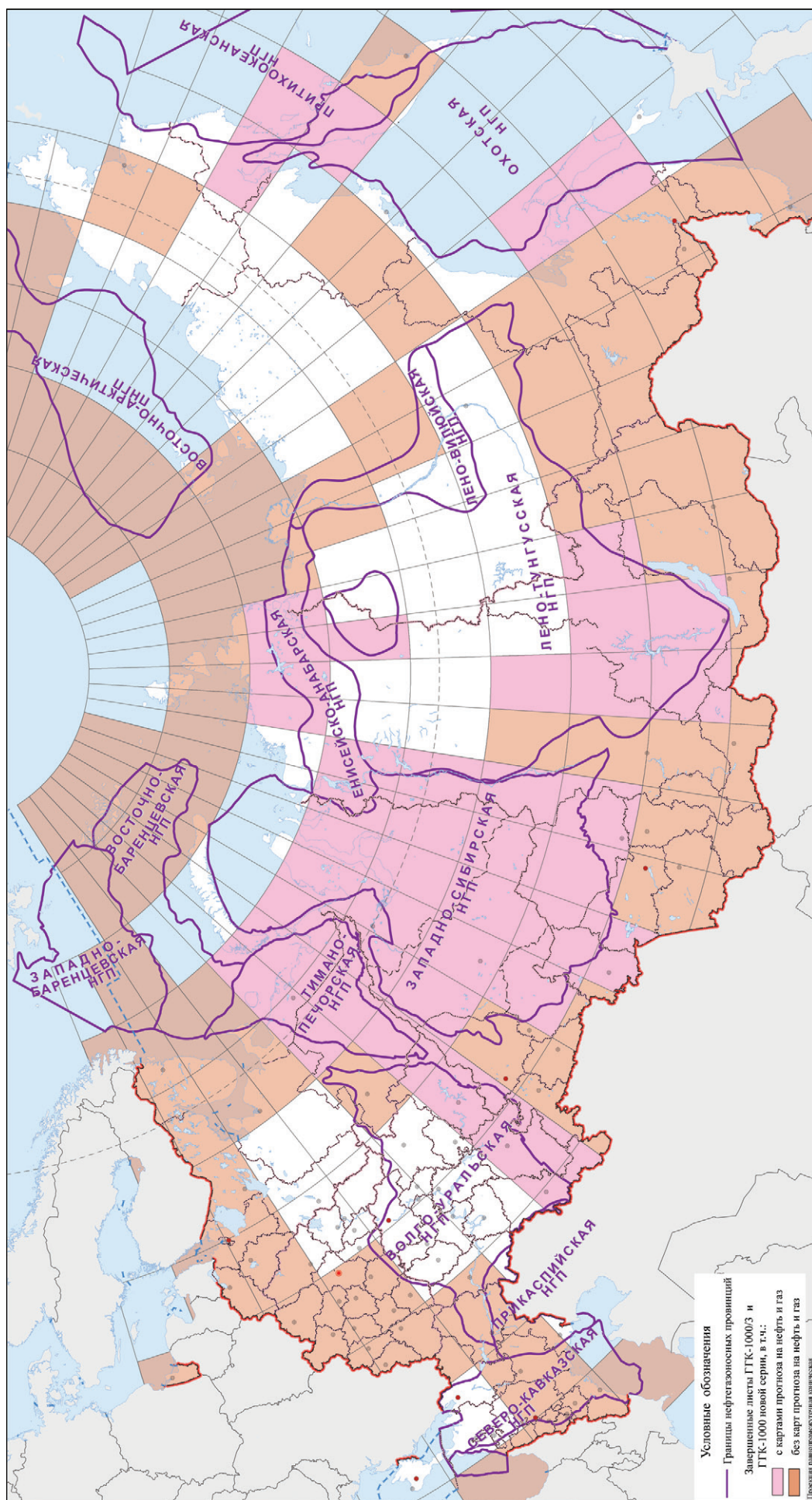


Рис. 2. Расположение карт прогноза на нефть и газ в комплексах обязательных приложений к ГТК-1000 новой серии и ГТК-1000/3 по территории Российской Федерации

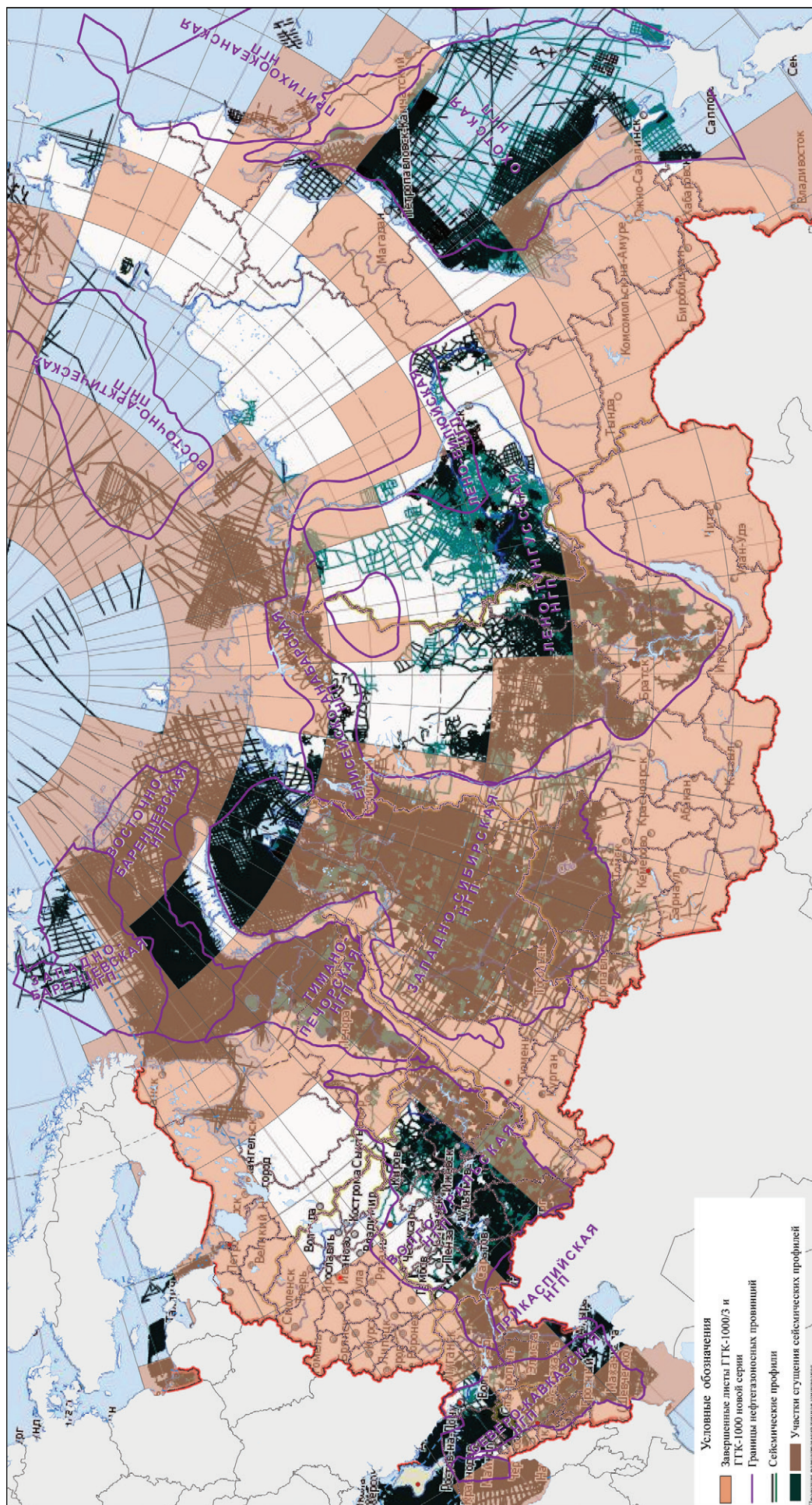


Рис. 3. Изученность территорий нефтегазовых провинций РФ методами ОГТ, МОВ, ГПК-1000 (новая серия) и ГПК-1000/3

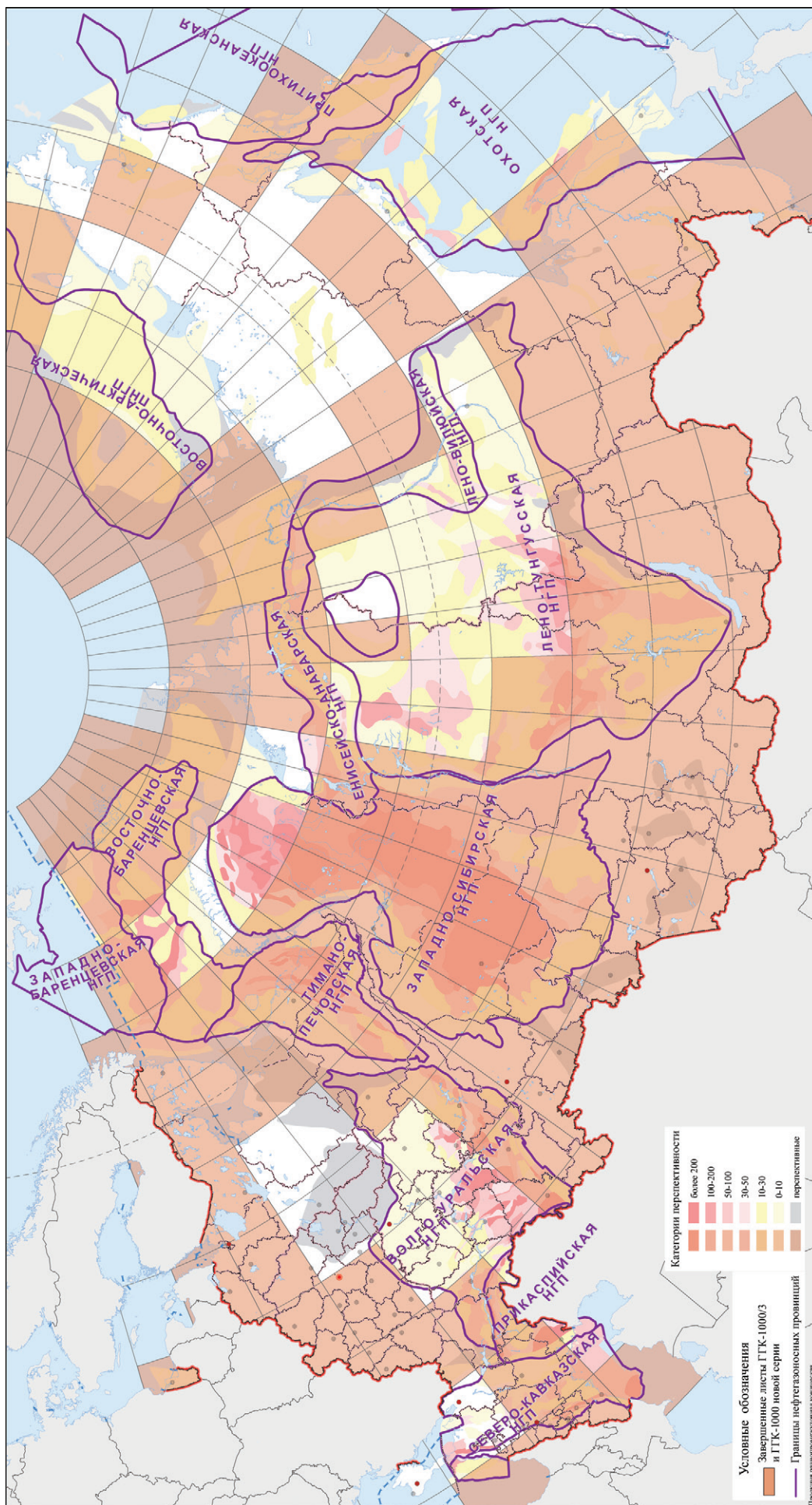
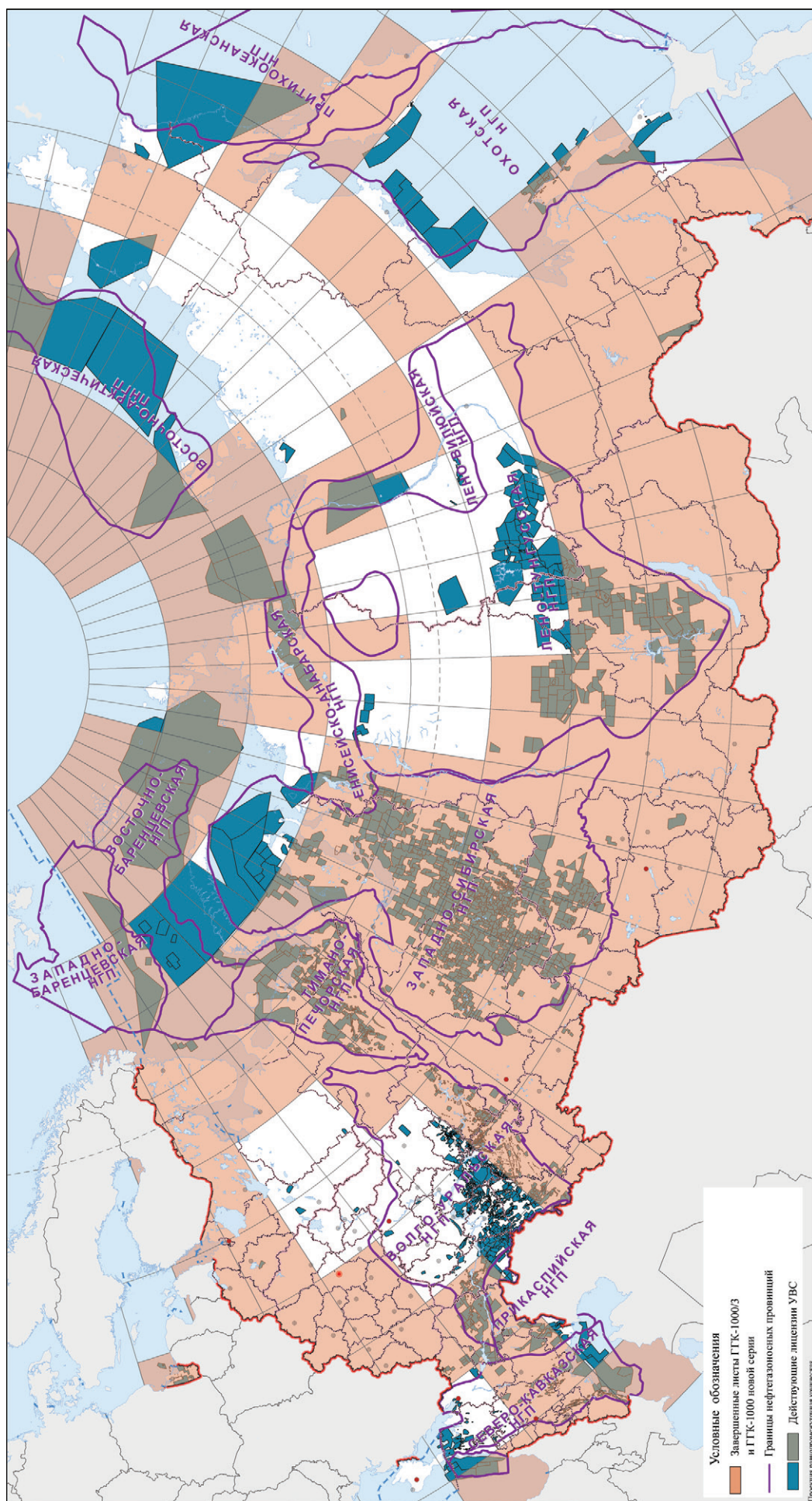


Рис. 4. Схема изученности ГГК-1000 новой серии и ГГК-1000/3 с оценкой перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Российской Федерации



— продолжение работ по составлению карт ПНГ в арктических осадочных бассейнах, в первую очередь в пределах Карского моря, Восточно-Баренцевской и Западно-Баренцевской НГП.

Современный уровень финансирования комплекта всех видов карт в составе Гостеолкарты-1000/3, когда в среднем на карту прогноза на нефть и газ выделяется в зависимости от изученности территории от 1,5 до 4,0 млн руб., позволяет подготовить сравнительно полную информационную сводку, проанализировать и обобщить материалы по нефтегазоносности территории по состоянию на год составления КПНГ. Однако из-за недостаточного финансирования выполнить в необходимом объеме доработку и интерпретацию сейсмических материалов и материалов ГИС, получить принципиально новую модель осадочного бассейна в пределах миллионного листа, с учетом новых полученных материалов оценить перспективы нефтегазоносности территории с выделением объектов и их оценкой не представляется возможным. Такие работы можно провести при условии трехкратного увеличения финансирования работ по составлению листов Гостеолкарты-1000/3.

При обработке и обобщении геолого-геофизических материалов планируются современные программные комплексы по обработке и интерпретации материалов ОГТ и ГИС, в том числе по бассейновому моделированию.

Для слабоизученных районов, при наличии сейсмических материалов, будут выполняться доработка и интерпретация материалов ОГТ с построением карт T_0 и структурных карт по основным отражающим горизонтам. Эти построения станут основой для выделения

антиклинальных объектов. Кроме антиклинальных объектов, по результатам интерпретации динамических параметров сейсмической записи планируется выделение неструктурных перспективных объектов, таких как литологически или тектонически экранированные ловушки. Современные программные комплексы позволяют рассчитывать различные динамические параметры, а также прогнозировать значения параметров пласта по сейсмической записи. На рис. 6 приведен прогноз зон локализации пласта Ю11 по профилю, для этого использованы разрезы параметра αPS , рассчитанные в интервале продуктивного пласта.

Сейсмические временные разрезы несут большие объемы полезной информации, позволяющей, кроме традиционной реконструкции структуры геологических тел, использовать их для прогноза вещественного состава пород и условий осадконакопления. Существует определенная связь между условиями осадконакопления толщ и рисунками сейсмических отражений. Условия осадконакопления в свою очередь определяют нефтематеринские и коллекторские свойства пород, следовательно, являются исключительно важными с точки зрения оценки перспектив нефтегазоносности территории. Особенно это актуально для региональных работ на нефть и газ. В последние годы в практике нефтепоисковых работ достаточно широко распространена сейсмическая стратиграфия, занимающаяся реконструкцией обстановок осадконакопления, палеотектоники, палеогеографии, эволюции режима седиментогенеза [8].

Примеры использования сейсмических данных для уточнения фациальных границ вендераннекембрийских отложений приведены на рис. 7, 8.

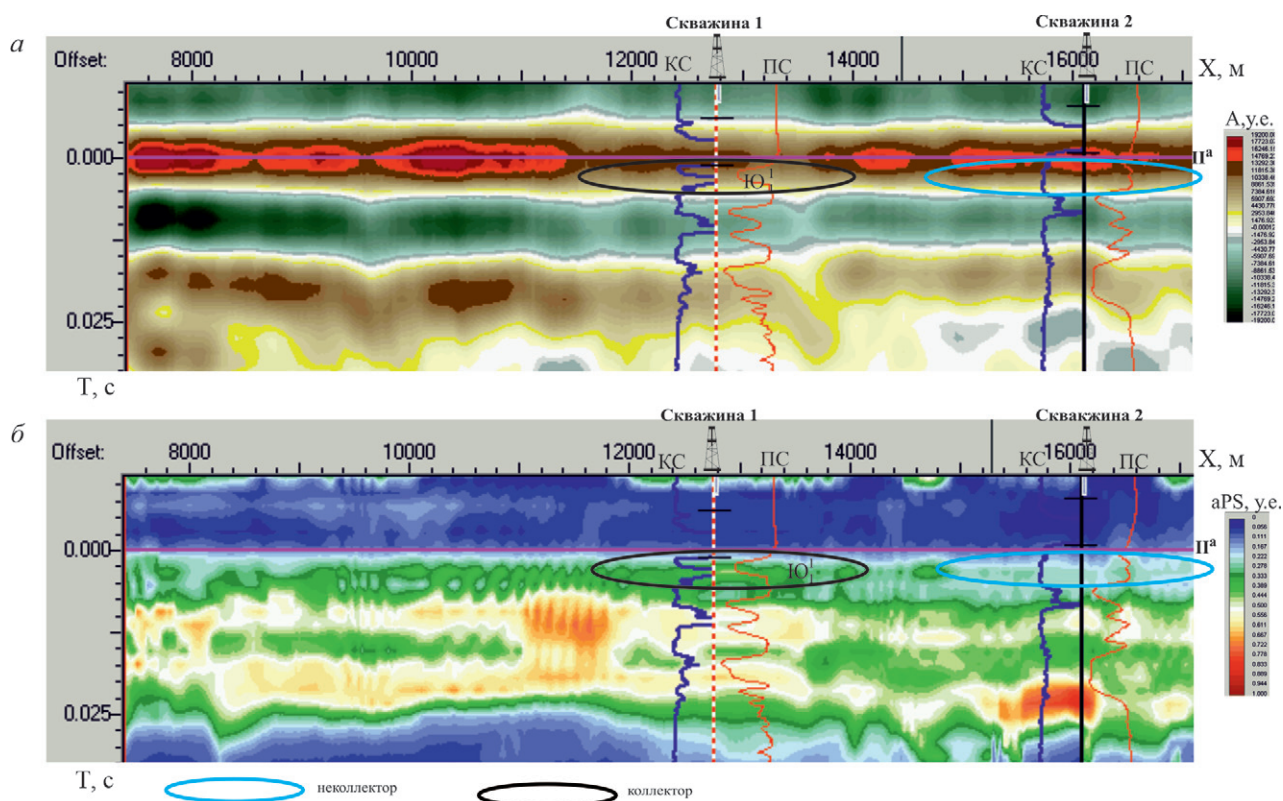


Рис. 6. Сопоставление динамических параметров на примере палеоразреза по профилю 028117 (Западная Сибирь) на разрезах амплитуд (а) и αPS (б)

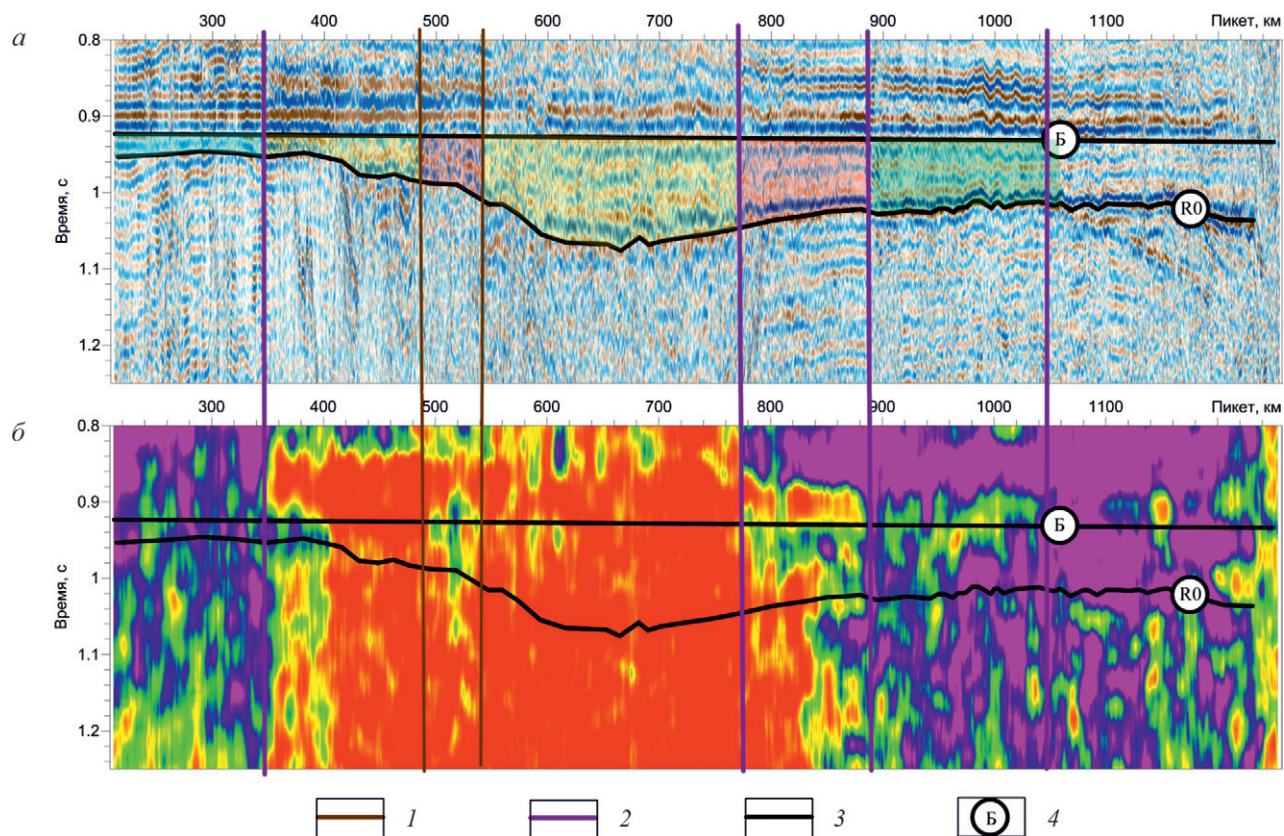


Рис. 7. Временной (а) и частотный (б) разрезы по профилю Батолит, выровненные по отражающему горизонту Б (Восточная Сибирь)

1 – границы сейсмофаций; 2 – границы сейсмофаций, соответствующие границам фациальных районов; 3 – отражающий горизонт; 4 – название отражающего горизонта

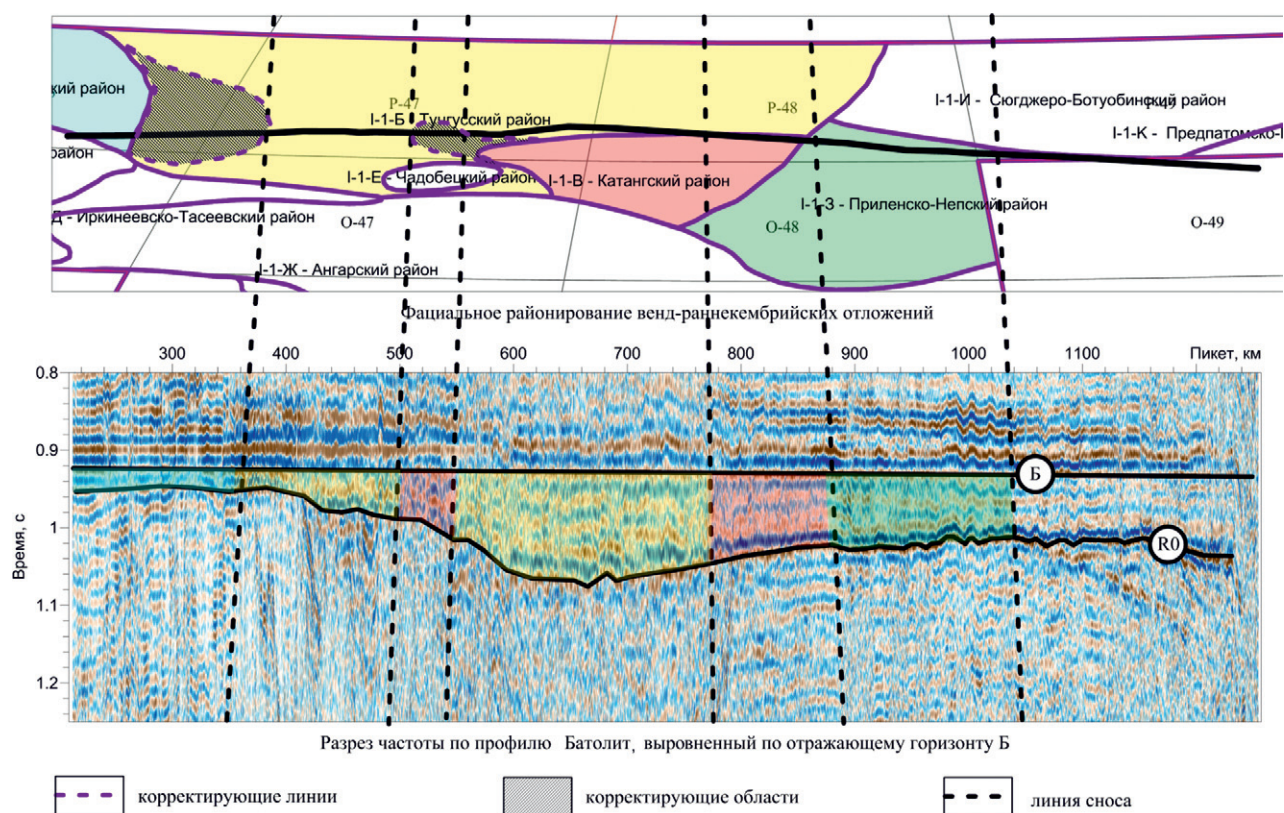


Рис. 8. Сейсмофациальное районирование венд-раннекембрийских отложений, профиль Батолит (Восточная Сибирь)

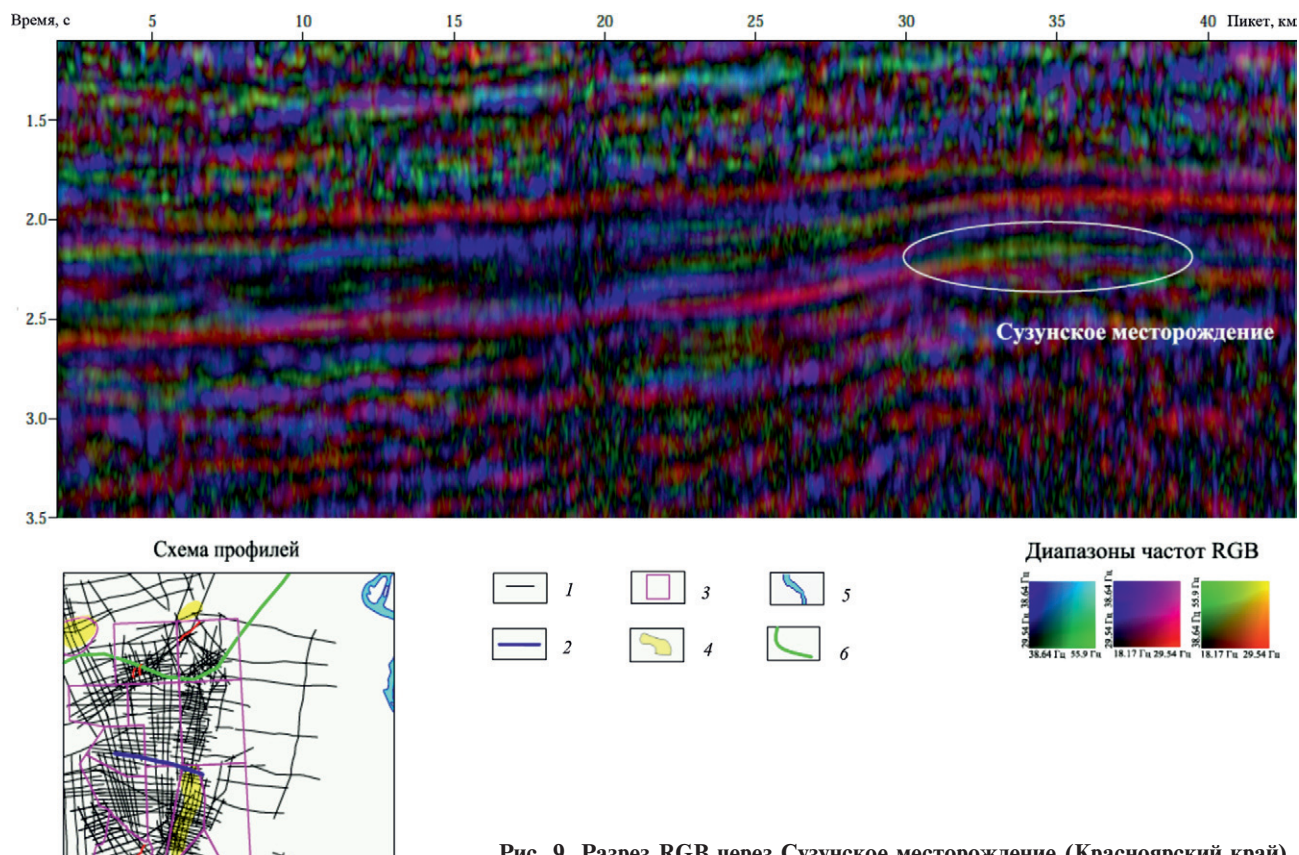


Рис. 9. Разрез RGB через Сузунское месторождение (Красноярский край)

При выделении поисковых объектов на картах ПНГ планируется применение одного из вариантов частотного анализа, разработанного во ВСЕГЕИ.

В основе анализа частотного состава данных лежит исследование разрезов, построенных методом RGB [9]. В результате изучения сейсмических атрибутов эталонных объектов на разных территориях установлено, что с залежами УВ часто связаны аномалии «цветовых пятен», синтезируемых в методе RGB.

Аналогичный метод для изображения срезов 3D куба также используется в работе [10].

В основе метода лежит расчленение спектра на низкочастотные, среднечастотные и высокочастотные компоненты, придание этим компонентам определенных цветов и смешивание этих цветов аналогично формированию цветного изображения на телевидении. В интервале залежи, на эталоне, мы «сдвигаем» границы между частотными компонентами, чтобы залежь проявилась ярким пятном на временном разрезе RGB. Затем частотная модель залежи, полученная на эталоне, используется для поиска её аналогов в волновом поле сейсмического разреза (рис. 9).

Применение этих методов анализа сейсмических данных позволит значительно повысить достоверность выделения перспективных для поисков УВ ловушек, что повысит эффективность и востребованность карт прогноза на нефть и газ в составе листов Госгеолкарты-1000/3.

2. Единые требования к составу, структуре и форматам представления в НРС Роснедра комплектов цифровых материалов листов Государственных геологических карт масштабов 1 : 1 000 000 и 1 : 200 000: версия 1.2. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2013. — 207 с.

3. Конторович А.Э. Геохимические методы количественного прогноза нефтегазоносности. — М.: Недра, 1976. — 248 с.

4. Конторович А.Э., Фотиади Э.Э., Демин В.И. и др. Прогноз месторождений нефти и газа. — М.: Недра, 1981. — 350 с.

5. Методическое руководство по количественной и экономической оценке ресурсов нефти, газа и конденсата России / МПР РФ, Научный совет по совершенствованию количественной и экономической оценки ресурсов нефти, газа и конденсата при ВНИГНИ. — М., 2000. — 200 с.

6. Методическое руководство по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 1 000 000 (третьего поколения). — СПб., 2015. — 178 с.

7. Наливкин В.Д., Белонин М.Д., Лазарев В.С. Критерии и методы количественной оценки нефтегазоносности слабоизученных крупных территорий // Советская геология. — 1976. — № 1. — С. 37–44.

8. Неручев С.Г. О возможности оценки прогнозных запасов нефти на генетической основе // Геология нефти и газа. 1964. № 7. — С. 8–11.

9. Сейсмическая стратиграфия. Использование при поисках и разведке нефти и газа / под ред. Ч. Пейтона. В 2-х т. — М.: Мир, 1982. Т. 1 — 374 с.; Т. 2 — 486 с.

10. Hao Guo, Sean Lewis, Kurt Marfurt J. Mapping multiple attributes to three- and four-component color models — A tutorial // Geophysics. 2008. Vol. 73. N 3. — P. 7–19.

1. Гритценко С.А. Изображение геологических разрезов и определение скоростей методом общей глубинной точки. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2014. —120 с.

1. Gritsenko S.A. Izobrazhenie geologicheskikh razrezov i opredelenie skorostey metodom obshchey glubinnoy tochki [The picture geologic cross-sections and velocities by the

method of Common depth point]. St. Petersburg: VSEGEI Press. 2014. 120 p.

2. Edinye trebovaniya k sostavu, strukture i formatam predstavleniya v NRS Rosnedra komplektov cifrovyykh materialov listov Gosudarstvennykh geologicheskikh kart masshtabov 1 : 1 000 000 i 1 : 200 000: versiya 1.2 [Common requirements for the composition, structure and presentation formats in LDCs Rosnedra sets of digital materials sheets of State geological maps in scales 1:1,000,000 and 1:200,000: version 1.2]. St. Petersburg: VSEGEI. 2013. 207 p.

3. Kontorovich A.Eh. Geohimicheskie metody kolichestvennogo prognoza neftegazonosnosti [Geochemical methods of quantitative forecast of oil and gas]. Moscow: Nedra. 1976. 248 p.

4. Kontorovich A.Eh., Fotiadi Eh.Eh., Demin V.I. i dr. Prognoz mestorozhdeniy nefiti i gaza [Forecast of oil and gas fields]. Moscow: Nedra. 1981. 350 p.

5. Guidance on quantitative and economic evaluation of oil and gas of Russia. *MNR of the Russian Federation, Scientific Council on improvement of quantitative and economic assessment of resources of oil, gas and condensate at VNIGNI*. Moscow. 2000. 200 p. (In Russian).

6. Metodicheskoe rukovodstvo po sostavleniyu i podgotovke k izdaniyu listov Gosudarstvennoy geologicheskoy karty Rossiyskoy Federacii masshtaba 1 : 1 000 000 (tret'ego pokoleniya) [Guidance on drafting and preparation for publication of sheets of the State geological map Russian Federation, scale 1:1,000,000 (third generation)]. St. Petersburg. 2015. 178 p.

7. Nalivkin V.D., Belonin M.D., Lazarev V.S. Criteria and methods of quantitative assessment of oil and gas potential of poorly studied large territories. *Sovetskaya geologiya*. 1976. No 1, pp. 37–44. (In Russian).

8. Neruchev S.G. On the possibility of estimating prognostic reserves of oil on a genetic basis. *Geologiya nefiti i gaza*. 1964. No 7, pp. 8–11. (In Russian).

9. Seysmicheskaya stratigrafiya. Ispol'zovanie pri poiskakh i razvedke nefiti i gaza [The seismic stratigraphy. Use in prospecting and exploration of oil and gas]. Ed. Ch. Peytona. V 2-h t. Moscow: Mir. 1982. Vol. 1. 374 p.; Vol. 2. 486 p.

10. Hao Guo, Sean Lewis, Kurt Marfurt, J. 2008: Mapping multiple attributes to three- and four-component color models – A tutorial. *Geophysics*. Vol. 73. 3. 7–19.

Ларичев Андрей Иванович — канд. геол.-минер. наук, зам. ген. директора, ВСЕГЕИ¹. <Andrey_Larichev@vsegei.ru>

Зубова Татьяна Николаевна — директор Центра государственного геологического картографирования, зам. ген. директора ВСЕГЕИ¹. <tatiana_zubova@vsegei.ru>

Шишкин Михаил Александрович — канд. геол.-минер. наук, зам. ген. директора, ВСЕГЕИ¹. <Mikhail_Shishkin@vsegei.ru>

Чеканов Владимир Иванович — канд. геол.-минер. наук, зав. отделом, ВСЕГЕИ¹. <wch@vsegei.ru>

Бостриков Олег Игоревич — канд. геол.-минер. наук, вед. науч. сотрудник, ВСЕГЕИ¹. <Oleg_Bostrikov@vsegei.ru>

Брылина Анастасия Владимировна — канд. геол.-минер. наук, зав. отделом, ВСЕГЕИ¹. <anastasiya_brilina@vsegei.ru>

Видик Светлана Владимировна — канд. геол.-минер. наук, зав. лабораторией, ВСЕГЕИ¹. <Svetlana_Vidik@vsegei.ru>

Гриценко Сергей Алексеевич — зав. лабораторией, ВСЕГЕИ¹. <Sergey_Gritsenko@vsegei.ru>

Оленикова Елена Валерьевна — зав. отделом, ВСЕГЕИ¹. <Elena_Olennikova@vsegei.ru>

Хабаров Андрей Николаевич — зав. лабораторией, ВСЕГЕИ¹. <Andrey_Habarov@vsegei.ru>

Larichev Andrey Ivanovich — Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Deputy General Director, VSEGEI¹. <Andrey_Larichev@vsegei.ru>

Zubova Tatiana Nikolaevna — Director of State Geological Cartography Centre, Deputy General Director, VSEGEI¹. <tatiana_zubova@vsegei.ru>

Shishkin Mihail Aleksandrovich — Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Deputy General Director, VSEGEI¹. <Mikhail_Shishkin@vsegei.ru>

Chekanov Vladimir Ivanovich — Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Head of the entire department, VSEGEI¹. <wch@vsegei.ru>

Bostrikov Oleg Igorevich — Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Leading Researcher, VSEGEI¹. <Oleg_Bostrikov@vsegei.ru>

Brylina Anastasiya Vladimirovna — Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Head of the entire department, VSEGEI¹. <anastasiya_brilina@vsegei.ru>

Vidik Svetlana Vladimirovna — Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Head of the laboratory, VSEGEI¹. <Svetlana_Vidik@vsegei.ru>

Gritsenko Sergey Alekseevich — Head of the laboratory, VSEGEI¹. <Sergey_Gritsenko@vsegei.ru>

Olennikova Elena Valer'evna — Head of the entire department, VSEGEI¹. <Elena_Olennikova@vsegei.ru>

Habarov Andrey Nikolaevich — Head of the laboratory, VSEGEI¹. <Andrey_Habarov@vsegei.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.