

Оригинальная статья / Original article

УДК 550.379

DOI: <http://dx.doi.org/10.21285/2541-9455-2019-42-2-165-175>

Методика интерпретации электромагнитных зондирований в геоэлектрических условиях юга Сибирской платформы (электрофациальный анализ)

© В.А. Кочукова^а, А.М. Пашевин^б

^аИркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

^{а,б}Иркутское геофизическое подразделение, обособленное подразделение АО «Росгеология», г. Иркутск, Россия

Резюме: В работе представлены инновационные подходы к интерпретации данных электромагнитных исследований (метод зондирования становлением поля в ближней зоне), позволяющие оперативно получать информацию по изучаемой площади. Электрофациальный анализ данных является инновационной методикой электромагнитных исследований, в ходе него на этапе качественного анализа данных электромагнитных исследований исходные кривые интегрируются в сейсмический пакет обработки GeoDepth Paradigm посредством специализированных программ. Авторами в среде Stratimagic с привлечением стратиграфических отметок по данным сейсморазведки построены карты электрофаций по основным перспективным геоэлектрическим комплексам. Результатом электрофациального анализа являются карты электрофаций, построенные по основным геоэлектрическим комплексам. При сопоставлении карт электрофаций и карт продольной проводимости прослеживается соответствие в аномальных полях, что говорит о корректности инновационной технологии. Впоследствии классы электрофаций сопоставляются с данными результатов испытаний скважин глубоко бурения, расположенными на изучаемой территории. Выполнение электрофациального анализа существенно повышает уровень и информативность качественного анализа данных зондирования становлением поля в ближней зоне. Интегрирование электромагнитных данных в сейсмические пакеты программ облегчает проведение комплексирования на всех этапах интерпретации геофизических данных, что позволяет увеличить достоверность комплексного прогнозного параметра, а также повышает надежность картирования перспективных в нефтегазоносном отношении участков.

Ключевые слова: электромагнитные исследования, зондирование становлением поля в ближней зоне, трансформация кривой становления поля, электрофация, Сибирская платформа, нефтегазоперспективные участки, проводящие и высокоомные горизонты

Информация о статье: Дата поступления 12 марта 2019 г.; дата принятия к печати 30 апреля 2019 г.; дата онлайн-размещения 27 июня 2019 г.

Для цитирования: Кочукова В.А., Пашевин А.М. Методика интерпретации электромагнитных зондирований в геоэлектрических условиях юга Сибирской платформы (электрофациальный анализ). *Известия Сибирского отделения секции наук о Земле Российской академии естественных наук. Геология, разведка и разработка месторождений полезных ископаемых*. 2019. Т. 42. № 2. С. 165–175. DOI: 10.21285/2541-9455-2019-42-2-165-175.

Procedure of electromagnetic sounding interpretation for geoelectric conditions of Siberian craton south (electric facies analysis)

© Veronika A. Kochukova^а, Alexander M. Pashevin^б

^аIrkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

^{а,б}Irkutsk Geophysical Division, separate division of Rosgeologiya joint-stock company, Irkutsk, Russia

Abstract: The article considers advanced approaches to interpreting electromagnetic data i.e. near-field transient electromagnetic sounding (TEM) that provide prompt information on the area under study. The electric facies analysis is an innovative technique of electromagnetic survey in which at the stage of the qualitative analysis of the electromagnetic survey data, the initial curves are integrated into the *GeoDepth Paradigm* seismic processing

package by means of specialized software. As a result of the study, electric facies for the main geoelectric complexes have been mapped in the *Stratimagic* environment. The maps are based on the stratigraphic marks obtained by the seismic survey. The comparison of the electric facies maps and longitudinal conductivity maps shows the anomalous field match which confirms the method correctness. The electric facies classes are thereafter compared with the test data on the deep-hole wells located in the studied area. The electric facies analysis significantly increases the level and enhanced the informational content of the qualitative analysis of the TEM data. The integration of the electromagnetic data in seismic software packages facilitates integration at all stages of the geophysical data interpretation, thus increasing the validity of the complex predictive parameter and the reliability of mapping for the promising oil-and-gas sites.

Keywords: electromagnetic survey, near-field electromagnetic sounding in the near zone, TEM curve transformation, electric facies, Siberian craton, promising oil-and-gas areas, conductive oil-reservoir horizon

Information about the article: Received March 12, 2019; accepted for publication April 30, 2019; available online June 27, 2019.

For citation: Kochukova V.A., Pashevin A.M. Procedure of electromagnetic sounding interpretation for geoelectric conditions of Siberian craton south (electric facies analysis). *Izvestiya Sibirskogo otdeleniya seksii nauk o Zemle Rossiiskoi akademii estestvennykh nauk. Geologiya, razvedka i razrabotka mestorozhdenii poleznykh iskopayemykh* = *Proceedings of the Siberian Department of the Section of Earth Sciences of the Russian Academy of Natural Sciences. Geology, Exploration and Development of Mineral Deposits*, 2019, vol. 42, no. 2, pp. 165–175. (In Russ.) DOI: 10.21285/2541-9455-2019-42-2-165-175.

Введение

Изучение геоэлектрического строения осадочного чехла нефтегазоперспективных бассейнов является неотъемлемой частью комплекса геофизических исследований в современном мире при поисках месторождений углеводородного сырья. Изучение геоэлектрических характеристик, то есть изменения удельного электрического сопротивления горных пород, слагающих разрез осадочного чехла, позволяет производить вероятностную оценку перспективных в нефтегазоносном отношении участков на основе картирования зон улучшенных коллекторов нефтегазоперспективных горизонтов.

В настоящее время основным геофизическим методом для изучения геоэлектрического строения перспективных территорий является метод зондирования в модификации зондирования становлением поля в ближней зоне (ЗСБ) [1]. Электромагнитные зондирования используются в геофизике более полувека. Основной направленностью метода является обнаружение нефтегазоперспективных участков. Метод основан на изучении поля переходных процессов, которое возбуждается в земле при изменении тока в источнике. Поведение этого поля

определяется продольной проводимостью проводящих горизонтов разреза.

Характеристика объекта исследования

Разработка инновационных методических подходов к интерпретации электромагнитных исследований методом ЗСБ на Сибирской платформе основана на материалах ЗСБ, полученных на Нукутской площади (Аларский, Нукутский и Черемховский районы Иркутской области) (рис. 1). В геологическом строении территории принимают участие архей-протерозойские метаморфические и интрузивные образования кристаллического фундамента, а также породы вендской, кембрийской, юрской систем, рыхлые четвертичные отложения, слагающие осадочный чехол [2].

В составе осадочного чехла по структурным и литологическим признакам выделяется три комплекса: подсолевой – пониженного сопротивления, охватывающий терригенные, карбонатные породы чорской свиты с включением нижней части усольской свиты по осинский горизонт; карбонатно-галогенный – повышенного сопротивления, к которому относятся усольская, бельская, булайская, ангарская и литвинцевская свиты. Надсолевой – объединяет карбонатно-

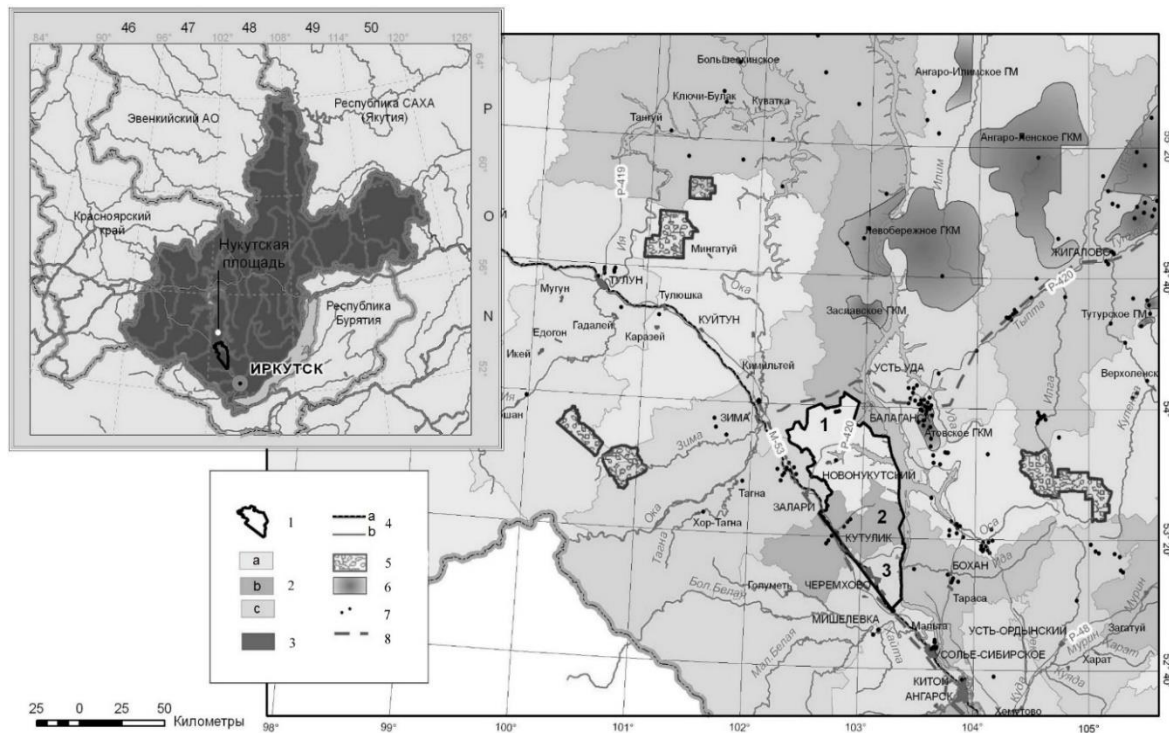


Рис. 1. Обзорная схема района работ:

1 – Контур Нукутской площади; 2 – территории районов: а – Нукутский, б – Аларский, с – Черемховский; 3 – населенные пункты; 4 – пути сообщения: а – железнодорожные, б – главные магистральные и республиканские дороги; 5 – заказники; 6 – месторождения углеводородов; 7 – скважины глубокого бурения; 8 – строящийся газопровод

Fig. 1. Overview scheme of the working site:

1 – Nukut area boundaries; 2 – region territories: а – Nukut, б – Alar, с – Cherekhovo; 3 – settlements; 4 – transport routes: а – railway, б – arterial highways and main regional roads; 5 – preserves; 6 – hydrocarbon deposits; 7 – deep-hole wells; 8 – gas pipeline under construction

терригенные отложения выше подошвы верхоленской свиты, обладает пониженным сопротивлением. Отметим, что на площади исследований верхний структурный комплекс в значительной степени размыт. В отличие от внутренних областей Сибирской платформы ангарские отложения не содержат солей, а соли в бельской свите маломощны и местами отсутствуют. Наиболее простая геоэлектрическая модель осадочного чехла представляется четырехслойной – КН, однако с проявлением региональных пластов-коллекторов в различных комплексах осадочного чехла разрез аппроксимируется более сложной многослой-

ной моделью. В разрезе в целом выделяется восемь геоэлектрических горизонтов, дифференцированных по сопротивлению.

Материалы и методы исследования

В настоящее время в практику нефтегазопроисковых работ активно внедряются передовые геофизические программные комплексы, одним из которых является программа Stratimagic. Программный комплекс Stratimagic используется для сейсмофациального анализа, в котором применяется технология искусственных нейронных сетей (ИНС)¹. Применение ИНС при интерпретации

¹Руководство по Stratimagic. Основной учебный курс. Paradigm Geophysical Ltd. Май, 2002. / Guide to Stratimagic. Basic training course. Paradigm Geophysical Ltd. May, 2002.

материалов ЗСБ позволяет определять и анализировать детальные характеристики коллекторов, не выявляемые другими способами [3, 4]. В основе ИНС лежит алгоритм самоорганизующейся нейронной сети для распознавания и оценки изменения формы сейсмического сигнала на изучаемом интервале (например, в коллекторе).

Для выражения изменения состава отложений определенного стратиграфического отрезка на площади его распространения было введено в геологию понятие «фа́ция». Ученые трактуют это понятие по-разному². Наиболее содержательное понятие фации было предложено Н.В. Логвиненко: «Фа́ция – это обстановка осадконакопления, современная или древняя, овегетивленная в осадке или породе». В настоящее время многие ученые занимаются исследованием фациального состава отдельных пластов-коллекторов нефтеносных месторождений методами сейсморазведки и электроразведки [5, 6].

В Stratimagic, SeisFacies (Paradigm) используется понятие «сейсмофа́ция» – это зона с одинаковыми параметрами сейсмической записи (например, форма сигнала) в определенном интервале, которая может быть сопоставлена с какой-либо геологической фацией (русло, бар, заполнение канала, береговая отмель и т. д.).

В данной статье авторами выполнен анализ формы записи сигнала ЗСБ (в виде трансформации кривых $St(Ht)$) с позиции фациального насыщения геоэлектрического комплекса в программе Stratimagic – электрофациальный анализ. Он направлен на изучение коллекторских свойств геоэлектрических комплексов в районе скважин глубокого бурения и распространен по всей территории исследования. Впоследствии построенные карты классов электрофаций

сопоставлены с данными сейсмофациального и полеотектонического анализов и с определенной геологической обстановкой.

Понятие «электрофа́ция» введено В.С. Муромцевым (1984 г.) и означает интерпретацию каротажной кривой $ПС$ различной формы для выяснения обстановок осадконакопления [7]. Это так называемый прямой метод определения фациального состава пород в определенной скважине [8]. Условия осадконакопления на территории Сибирской платформы не позволяют выявить особенности фациального строения в связи с сильной засоленностью разреза. Поэтому, как правило, в скважинах глубокого бурения метод каротажа $ПС$ не выполняется. Однако если применить электрофациальный анализ к данным ЗСБ на территории, где возможен прямой метод определения осадконакопления по методике В.С. Муромцева, появляется возможность территориально по площади оценить фациальные особенности с однозначной привязкой к скважинам. На территории юга Сибирской платформы электрофациальный анализ данных ЗСБ предпочтительно выполнять в комплексе с сейсмофациальным анализом, результатами ГИС, а также палеотектоническим анализом [9].

Результаты электромагнитных исследований ЗСБ представляются в виде кривых становления поля $St(Ht)$ [1], где кажущаяся продольная проводимость отражает распределение продольной проводимости разреза St до глубины Ht .

Электрофациальный анализ данных ЗСБ позволяет анализировать исходный полевой материал ЗСБ в различных трансформациях с использованием алгоритмов автоматической классификации. Он включает в себя построение карт распределения классов электрофаций по исследуемой площади в программе Stratimagic (Paradigm Geophysical) в

² Крашенинников Г.Ф. Учение о фациях: учеб. пособие. М.: Высшая школа, 1971. 368 с. / Krashennnikov G.F. Facies Theory. Moscow: Vysshaya shkola Publ., 1971. 368 p.

различных интервалах. Интервалы исследования задаются по результатам интерпретации данных сейсморазведки методом общей глубинной точки и/или скважин глубокого бурения. При этом исходный полевой материал ЗСБ интегрируется в программный комплекс Stratimagic с помощью специализированных программ, разработанных обособленным подразделением АО «Росгеология» «Иркутское геофизическое подразделение».

Интерпретация данных ЗСБ, как правило, проводится в два этапа: этап качественного анализа и этап количественной интерпретации. Электрофациальный анализ выполняется на этапе качественного анализа для получения большей

информации из полевых данных и не зависит от субъективного взгляда интерпретатора.

На начальном этапе качественного анализа проводится районирование площади по форме кривой становление поля и оценивается распределение типов кривых по изучаемой. Данная операция выполняется в пакете Stratimagic, где распределяются типы кривых $St(Ht)$ в соответствии с определенными типами – НКН, КН и др. (рис. 2). Таким образом, на основе районирования по типам кривых $St(Ht)$ в интервале 400–3000 м на Нукутской площади было получено три основных типа кривых. Первый тип (1–4) отражает слабо проводящий разрез, не имеющий интенсивных проводящих

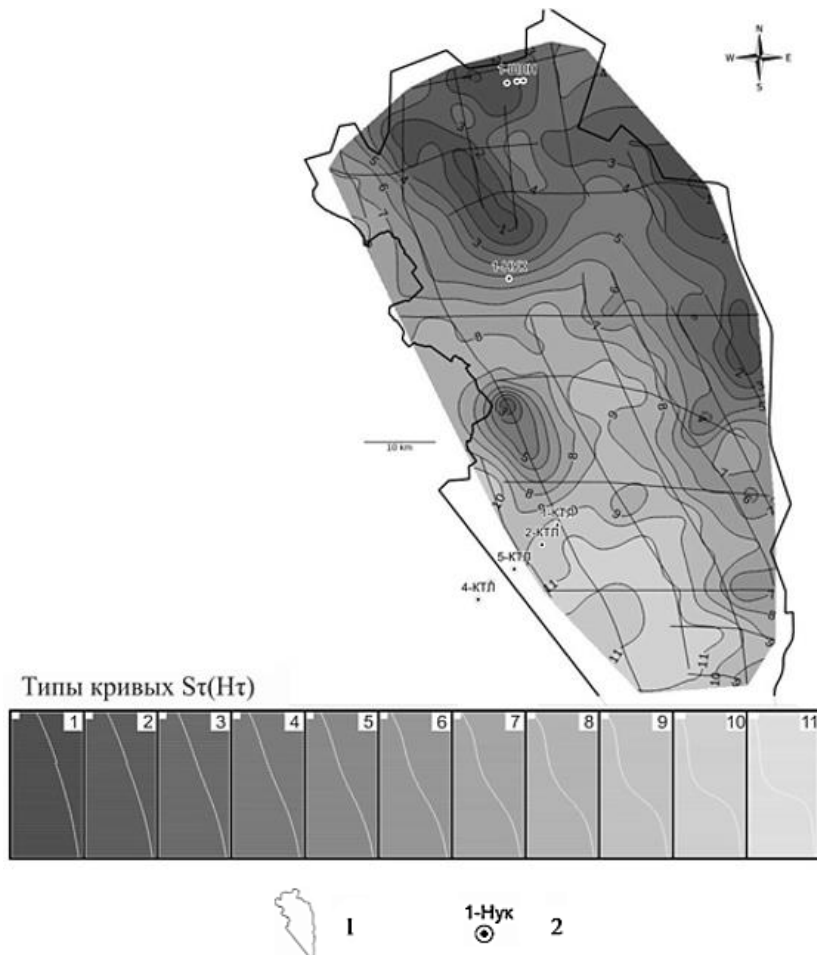


Рис. 2. Карта распределения типов кривых $St(Ht)$ на Нукутской площади:
1 – Контур Нукутской площади; 2 – скважины глубокого бурения

Fig. 2. Distribution map of $St(Ht)$ curve types in Nukut area:
1 – Nukut area boundaries; 2 – deep-hole wells

горизонтов. Кривые второго типа (5–8) обладают слабо выраженными проводниками в верхней и нижней частях разреза. Третий тип кривых (9–11) приурочен к разрезу с интенсивными проводящими горизонтами в верхней и нижней частях разреза.

При выполнении электрофациального анализа отдельных интервалов разреза, например перспективных с точки зрения нефтегазонакопления, визуализируются проводящие и высокоомные слои, приуроченные к стратиграфическим комплексам, выделенным по данным каротажа и/или сейсморазведки (метод общей глубинной точки 2D). При этом оценивается характер изменения кривых, проводится их корреляция, выполняется районирование площади по типам формы записи кривых $St(Ht)$, выявляются закономерности процесса становления на различных участках территории, определяется тип геоэлектрического разреза (рис. 3).

На данном этапе формируются стартовые геоэлектрические модели, которые затем используются при количественной интерпретации.

После детального проведения качественного анализа мы имеем достаточную для моделирования (инверсии) информацию, что позволяет достоверно выполнять количественную интерпретацию (второй этап интерпретации данных ЗСБ). Количественная интерпретация заключается в численном моделировании (1D-инверсии) каждой точки ЗСБ в классе горизонтально-слоистой среды, параметры которой увязываются с данными ГИС, бурения и сейсморазведки с использованием специализированных программных комплексов. При 1D-инверсии осуществляется подбор геоэлектрической модели теоретической кривой (кривая становления поля $St(Ht)$) с минимальной невязкой относительно практической кривой. При этом геоэлектрическая модель не должна противоречить

Скважина 1-НУК
 Альтитуда скважины
 Глубина скважины

403.36 м
 2552 м

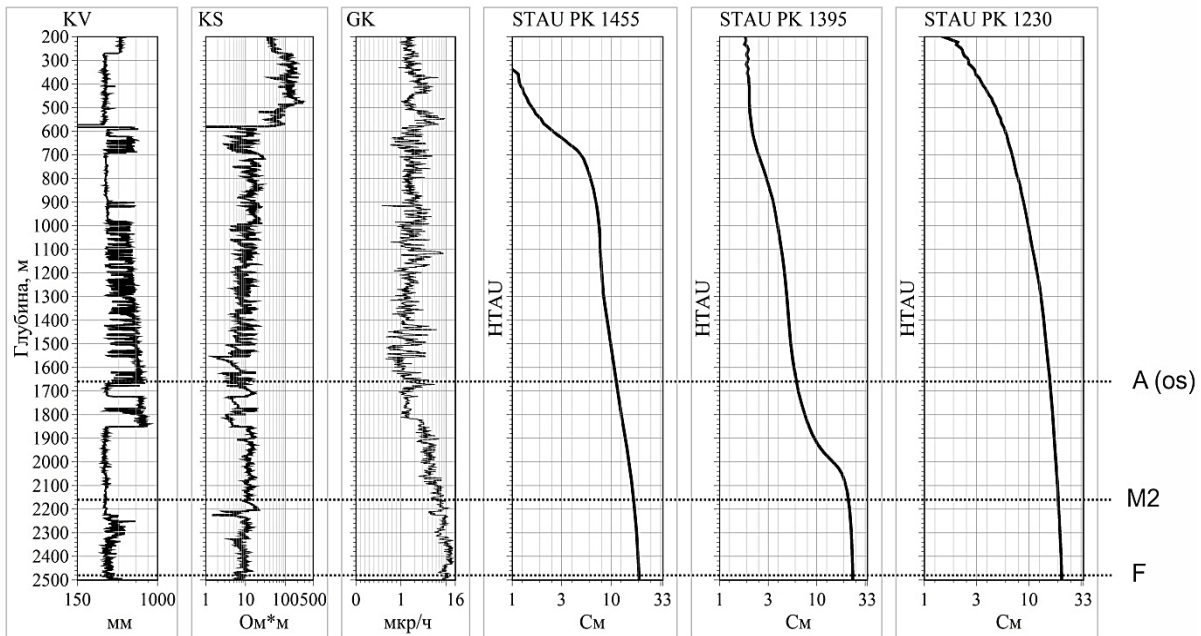


Рис. 3. Интервал исследования подсолевого комплекса на каротажных кривых и кривых зондирования становлением поля в ближней зоне в трансформации $St(Ht)$

Fig. 3. Survey interval for the subsalt complex on log curves and $St(Ht)$ -transformed TEM curves

априорной геологической информации. После проведения количественной интерпретации материалов ЗСБ выполняется построение карт и разрезов целевых геоэлектрических горизонтов. На заключительном этапе проводится комплексная интерпретация результатов геофизических методов с целью выделения перспективных в нефтегазопроисловом отношении участков.

Полученные результаты и их обсуждение

В связи с тем, что основные перспективы в нефтегазопроисловом отношении юга Сибирской платформы связаны с продуктивными коллекторами подсолевого комплекса (осинский, парфеновский, боханский горизонты) [10], электрофациальный анализ на Нукутской площади

был направлен на изучение данного интервала.

В результате была сконструирована карта классов электрофаций в интервале А-Е, которая для сравнения сопоставлена с картой электропроводности осадочного чехла и построена в том же интервале в результате количественной интерпретации (рис. 4). Впоследствии классы электрофаций сопоставлены с результатами испытаний в скважинках глубокого бурения, данными ГИС и петрофизическими исследованиями [11, 12].

При сопоставлении карты классов электрофаций с картой электропроводности прослеживается соответствие в морфологии аномальных полей.

На севере площади зона ухудшения коллекторов соответствует электро-

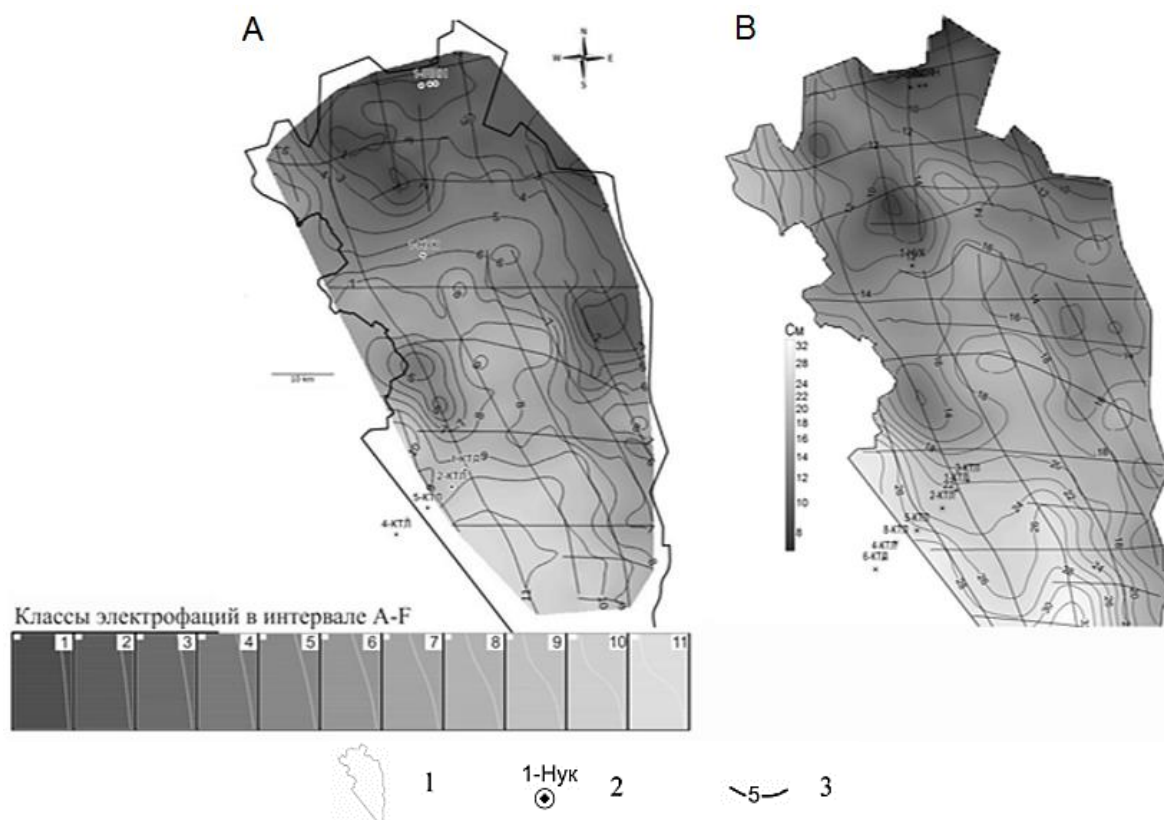


Рис. 4. Сопоставление карты классов электрофаций (А) и карты электропроводности (В) отложений подсолевого комплекса в интервале отражений А-Е:

1 – контур Нукутской площади; 2 – скважины глубокого бурения;

3 – изолинии классов электрофаций (А), изолинии электропроводности (В), См

Fig. 4. Comparison of electric facies classes maps (A) and electrical conductivity maps (B) for subsalt complex deposits in the reflection range A-F:

1 – Nukut area boundaries; 2 – deep-hole wells;

3 – electric facies classes isolines (A), electric conductivity isolines (B), Cm

фациям с 1 по 4 класс (темно-серый цвет). В данной области расположены три скважины глубокого бурения (Шелонинская-1, 2, 3). По результатам испытаний все продуктивные горизонты в интервале А-Е оказались сухими, что подтверждается низкими значениями электропроводности. В литологическом плане интервал представлен карбонатными и терригенными породами с чередованием продуктивных пластов-коллекторов. За счет улучшения их коллекторских свойств (фациального состава) изменяется и форма кривой $St(Ht)$, и можно судить о примерном насыщении этих пластов-коллекторов. В данной области пласты-коллекторы не имеют нефтегазового насыщения и являются неперспективными. Их фациальный состав неблагоприятен для аккумуляции и генерации углеводородов.

В центральной части Нукутской площади распределение электрофаций и электропроводности отражает более сложную структуру геоэлектрического поля, здесь фиксируются электрофации с 4 по 8 класс. В данной области расположена скважина глубокого бурения Нукутская-1. По результатам испытаний в скважине из продуктивных горизонтов получено смешанное флюидонасыщение. Так, из осинского пласта коллектора получен приток воды с растворимым горючим газом. В терригенной части разреза из парфеновского горизонта притока не получено, а из непского и ушаковского пластов-коллекторов получены незначительные притоки газа. Таким образом, область электрофаций с 4 по 8 класс

можно считать перспективной областью с газовым и смешанным насыщением и улучшенными коллекторскими свойствами.

В южной части Нукутской площади хорошо выраженная аномалия, соответствующая проводящим отложениям (светло-серый цвет), соответствует электрофациям с 8 по 11 класс. Здесь расположены скважины глубокого бурения Кутуликская-1, 2, 3. По результатам испытаний в данных скважинах из перспективных пластов-коллекторов получены притоки сильно минерализованной воды с незначительным выделением газа. Эту область можно приурочить к области с улучшенными коллекторскими свойствами.

Заключение

На основе всего вышесказанного можно сделать следующие выводы:

– выполнение электрофациального анализа существенно повышает уровень и информативность качественного анализа данных ЗСБ;

– интегрирование электромагнитных данных в сейсмические пакеты программ облегчает проведение комплексирования на всех этапах интерпретации геофизических данных, что позволяет увеличить достоверность комплексного прогнозного параметра, а также повышает надежность картирования перспективных в нефтегазоносном отношении участков;

– использование специализированных программных продуктов позволяет оперативно выполнять поставленные геофизические задачи.

Библиографический список

1. Сидоров В.А. Тикшаев В.В. Электроразведка зондированиями становлением поля в ближней зоне. Саратов: Изд-во НВНИИГГ, 1969. 68 с.
2. Анциферов А.С., Бакин В.Е., Варламов И.П. [и др.]. Геология нефти и газа Сибирской платформы / под ред. А.Э. Конторовича, В.С. Суркова, А.А. Трофимука. М.: Недра, 1981. 552 с.

3. Латыпова Э.С., Нестерова Т.А., Конова Т.А. Сейсмофациальный анализ как основной метод прогноза развития коллекторов в условиях ограниченной изученности бурением // Геомодель-2016: материалы XVIII Междунар. геолог. науч.-практ. конф. EAGE. Геленджик, 2016. С. 57–61.
4. Малярова Т.Н., Птецов С.Н., Иванова Н.А. Методика изучения и прогноза

коллекторских свойств резервуаров руслового генезиса по данным сейсморазведки 3D и ГИС в условиях широтного Приобья // Выделение коллекторов, оценка их ФЕС и нефтенасыщенности по данным полевой и промысловой геофизики Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции: материалы геофиз. науч.-практич. конф. Тюмень-ОЕАГО. Тюмень, 2004. С. 21–25.

5. Александров В.М., Мазаев В.В. Палеофациальное районирование осадочных отложений пласта ЮС₁ Фаинского месторождения // Вестник Тюменского государственного университета. 2005. № 4. С. 142–148.

6. Меркулова Т.В., Развожаева Е.П. Анализ фаций в кайнозойских грабенах среднеамурского осадочного бассейна методами сейсмо- и электроразведки // Тихоокеанская геология. 2007. Т. 26. № 4. С. 34–52.

7. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. М.: Недра, 1984. 260 с.

8. Белозёров В.Б. Роль седиментационных моделей в электрофациальном анализе терригенных отложений // Известия Томского политехнического университета. 2011. Т. 319. № 1. С. 116–123.

9. Ухлова Г.Д., Соломатин В.В., Штифанова Л.И., Чернышова Т.И. Сейсмофациальный

анализ и возможности прогнозирования литотипов пород по данным сейсморазведки // Осадочные бассейны, седиментационные и постседиментационные процессы в геологической истории: материалы VII Всерос. литолог. совещ. Новосибирск, 2013. С. 227–230.

10. Самсонов В.В., Ларичев А.И., Чеканов В.И., Соловьев В.В. Особенности геологического строения нефтегазовых комплексов и оценка перспектив нефтегазоносности южной части Сибирской платформы // Геология и геофизика. 2010. Т. 51. № 11. С. 1545–1564.

11. Окс Л.С. Выделение электрофаций с целью повышения качества определения петрофизических параметров по данным ГИС на примере Чокракских отложений сладковско-морозовской группы месторождений // Проблемы геологии и освоения недр: труды XVI Междунар. симпозиума им. акад. М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвящ. 110-летию со дня основания горно-геологического образования в Сибири. Краснодар, 2012. С. 399–401.

12. Мусин К.М., Шарифуллина Г.Р., Кандурова Г.Ф., Нафиков А.З. Интерпретация данных ГИС сложных карбонатных коллекторов старого фонда скважин – нестандартные решения // Георесурсы. 2005. № 1 (16). С. 40–42.

References

1. Sidorov V.A., Tikshaev V.V. *Elektrorazvedka zondirovaniyami stanovleniem polya v blizhnei zone* [New-field TEM sounding]. Saratov: Nizhnevolzhsk Research Institute of Geology and Geophysics Publ., 1969, 68 p. (In Russ.).

2. Antsiferov A.S., Bakin V.E., Varlamov I.P. *Geologiya nefti i gaza Sibirskoi platformy* [Oil and gas geology of Siberian craton]. Moscow: Nedra Publ., 1981, 552 p. (In Russ.).

3. Latypova E.S., Nesterova T.A., Kononova T.A. *Seismofatsial'nyi analiz kak osnovnoi metod prognoza razvitiya kollektorov v usloviyakh ogranichennoi izuchennosti bureniem* [Seismic facies analysis as the main method for reservoir development prediction in the conditions of limited exploration state]. *Materialy XVIII Mezhdunar. geolog. nauch.-prakt. konf. EAGE. "Geomodel'-2016"* [Materials of the 18th International Geological Research-to-practice Conference "Geomodel-2016"]. Gelendzhik, 2016, pp. 57–61. (In Russ.).

4. Malyarova T.N., Ptetsov S.N., Ivanova N.A. *Metodika izucheniya i prognoza kollektorskikh svoystv rezervuarov ruslovogo genezisa po dannym seismorazvedki 3D i GIS v usloviyakh shirotnogo Priob'ya* [Technique of prospecting and predicting the properties of reservoirs of a channel genesis based on GIS and 3D seismic survey data in the conditions of latitudinal Priobye strike]. *Materialy geofiz. nauch.-*

praktich. konf. Tyumen'OEAGO "Vydelenie kollektorov, otsenka ikh FES i nefte-nasyshchennosti po dannym polevoi i promyslovoi geofiziki Zapadno-Sibirskoi neftegazonosnoi provintsi" [Materials of geophysical research-to-practice conference of the Tyumen Branch of EAGS "Allocation of reservoirs, estimation of their FCP and oil saturation based on the field and development geophysics of the West Siberian oil-and-gas province"]. Tyumen, 2004, pp. 21–25. (In Russ.).

5. Aleksandrov V.M., Mazaev V.V. Paleofacies zoning of the Fain oil field stratums deposits. *Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta* [Tyumen State University Herald], 2005, no. 4, pp. 142–148. (In Russ.).

6. Merkulova T.V., Razvozhayeva E.P. Cenozoic graben facies in the Middle Amur sedimentary basin as inferred from seismic and electrical exploration. *Tikhookeanskaya geologiya* [Russian Journal of Pacific Geology], 2007, vol. 26, no. 4, pp. 34–52. (In Russ.).

7. Muromtsev V.S. *Elektrometricheskaya geologiya peschanykh tel – litologicheskikh lovushek nefti i gaza* [Electrometric geology of sand solids: lithologic oils and gas traps]. Moscow: Nedra Publ., 1984, 260 p. (In Russ.).

8. Belozherov V.B. Role of sedimentation models in electric facies analysis of terrigenous deposits.

Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta [Bulletin of the Tomsk Polytechnic University], 2011, vol. 319, no. 1, pp. 116–123. (In Russ.).

9. Ukhlova G.D., Solomatin V.V., Shtifanova L.I., Chernyshova T.I. *Seismofatsial'nyi analiz i vozmozhnosti prognozirovaniya litotipov porod po dannym seismorazvedki* [Seismic facies analysis and possibilities of forecasting the rock lithotypes by seismic survey data]. *Materialy VII Vseros. litolog. soveshch. "Osadochnye basseiny, sedimentatsionnye i postsedimentatsionnye protsessy v geologicheskoi istorii"* [Materials of the 7th All-Russian lithologic meeting "Sedimentation tanks, sedimentation and post-sedimentation processes in geological history"]. Novosibirsk, 2013, pp. 227–230. (In Russ.).

10. Samsonov V.V., Larichev A.I., Chekanov V.I., Solov'ev V.V. Geological structure of the oil-and-gas plays and oil-and-gas potential of the southern Siberian Platform. *Geologiya i geofizika* [Russian Geology and Geophysics], 2010, vol. 51, no. 11, pp. 1545–1564. (In Russ.).

11. Oks L.S. *Vydelenie elektrofatsii s tsel'yu*

povysheniya kachestva opredeleniya petrofizicheskikh parametrov po dannym GIS na primere Chokraskikh otlozhenii sladkovsko-morozovskoi gruppy mestorozhdenii [Defining electric facies for the purpose of improving the quality of petrophysical parameters measurements by GIS data: Chokrasky deposits case, sladkov-morozov field group]. *Trudy XVI Mezhdunar. simpoz. im. akad. M.A. Usova studentov i molodykh uchenykh, posvyashch. 110-letiyu so dnya osnovaniya gorno-geologicheskogo obrazovaniya v Sibiri "Problemy geologii i osvoeniya nedr"* [Proceedings of the 16th International Students' and Young Scientists' Symposium n. a. M.A. Usov dedicated to the 110th anniversary of mining-and-geological education in Siberia "Geology and subsoil development issues"]. Krasnodar, 2012, pp. 399–401. (In Russ.).

12. Musin K.M., Sharifullina G.R., Kandaurova G.F., Nafikov A.Z. Interpretation of GIS data on complex carbonate reservoirs of the old well stock: non-standard decisions. *Georesursy* [Georesources], 2005, no. 1 (16), pp. 40–42. (In Russ.).

Критерии авторства / Authorship criteria

Кочукова В.А., Пашевин А.М. написали статью, имеют на нее авторские права и несут одинаковую ответственность за плагиат.

Veronika A. Kochukova and Alexander M. Pashevin are the authors of the article, hold equal copyright and bear equal responsibility for plagiarism.

Конфликт интересов / Responsibility for plagiarism

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of the article.

Сведения об авторах / Information about the authors



Кочукова Вероника Алексеевна,

аспирант,

Институт недропользования,

Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,

ведущий геофизик,

Иркутское геофизическое подразделение, обособленное подразделение
АО «Росгеология»,

664039, г. Иркутск, ул. Клары Цеткин, 9а, Россия,

e-mail: nikamop@mail.ru

Veronika A. Kochukova,

Post-graduate student,

Institute of Subsoil Use,

Irkutsk National Research Technical University,

83, Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia,

Senior Geophysicist,

Irkutsk Geophysical Division, separate division of *Rosgeologiya* joint-stock
company,

9a, Clara Zetkin St., Irkutsk, 664039, Russia,

e-mail: nikamop@mail.ru



Пашевин Александр Михайлович,

кандидат геолого-минералогических наук,
ведущий геофизик,
Иркутское геофизическое подразделение, обособленное подразделение
АО «Росгеология»,
664039, г. Иркутск, ул. Клары Цеткин, 9а, Россия,
e-mail: ampashev@yandex.ru

Alexander M. Pashev,

Cand. Sci. (Geol. & Mineral.),
Senior Geophysicist,
Irkutsk Geophysical Division, separate division of *Rosgeologiya* joint-stock
company,
9a, Clara Zetkin St., Irkutsk, 664039, Russia,
e-mail: ampashev@yandex.ru