

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ЗАРЕГИСТРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИИ В СКВАЖИНЕ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Ракитин Михаил Владиславович, ведущий геофизик

ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть»
414000, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Адмиралтейская, 1
E-mail: Mikhail.Rakitin@lukoil.com

Семикин Дмитрий Анатольевич, начальник отдела

ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть»
414000, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Адмиралтейская, 1
E-mail: Dmitry.Semikin@lukoil.com

Халиуллов Ильдар Ряшитович, ведущий геолог

ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть»
414000, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Адмиралтейская, 1
E-mail: Ildar.Khaliullov@lukoil.com

Дуванова Мария Евгеньевна

руководитель группы мониторинга геолого-разведочных работ

Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-ВолгоградНИПИморнефть»
414001, Российская Федерация, г. Астрахань, пр-т Гужвина, 12
E-mail: marya.duvanova@yandex.ru

Андреев Леонид Алексеевич, геолог 2 категории

ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть»
414000, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Адмиралтейская, 1
E-mail: Leonid.Andreev@lukoil.com

С начала эксплуатации скважин на месторождении им. Ю. Корчагина были созданы и внедрены в производство интеллектуальные инструменты, обеспечивающие контроль и документирование всего цикла строительства скважины в режиме реального времени, а главное, позволяющие управлять процессом бурения на основе надежных и точных характеристик технологических параметров бурения. С появлением компьютерной техники в скважинной геофизике прогресс в регистрации и визуализации каротажных данных идет огромными темпами. На заре появления каротажа данные снимали вручную, затем появилась аналоговая запись кривых на фотобумагу. С появлением цифровой техники значительно возросли возможности регистрации физических полей и их обработки. Кроме этого, стало возможным создание такой аппаратуры, которая просто не могла существовать при аналоговой записи (электрические и акустические сканеры, пластовые наклонометры, ИГН, С/О и т.д.). Одновременно с ростом возможностей повышаются и требования к геофизическому сервису. Одним из основных требований стало сокращение времени на проведение каротажных работ, визуализация зарегистрированной информации в реальном времени для оценки ее качества и получение данных интерпретации в кратчайшие сроки. Существует общая

классификация каротажной информации, которая включает в себя следующее: обычную кривую - одномерный геофизический параметр F (глубина по стволу, значение физического параметра); двухмерные данные F (глубина по стволу, физические параметры от времени начала физического импульса или по углу при круговом сканировании); трехмерные данные F (пространственные координаты ствола скважины, физические параметры, изменяющиеся по времени).

Ключевые слова: параметр, месторождение им. Ю. Корчагина, режим реального времени, визуализация, геофизические исследования, геолого-технологические исследования, скважина

VISUALIZATION OF THE REGISTERED INFORMATION IN THE WELL IN THE MODE OF REAL TIME

Rakitin Mikhail V.

Leading geophysicist
JSC LUKOIL-NIZHNEVOLZHSKNEFT
1 Admiralteysky, Astrakhan, 414000, Russian Federation
E-mail: Mikhail.Rakitin@lukoil.com

Semikin Dmitriy A.

Head of the Department
JSC LUKOIL-NIZHNEVOLZHSKNEFT
1 Admiralteysky, Astrakhan, 414000, Russian Federation
E-mail: Dmitriy.Semikin@lukoil.com

Khaliullov Ildar R.

Leading geologist
JSC LUKOIL-NIZHNEVOLZHSKNEFT
1 Admiralteysky, Astrakhan, 414000, Russian Federation
E-mail: KhaliullovIR@lukoil.com

Duvanova Mariya Ye.

Head of the group of monitoring of geological exploration activities
JSC LUKOIL-Engineering Branch "Volgogradnipimorneft"
12 Guzhvin av., Astrakhan, 414001, Russian Federation
E-mail: marya.duvanova@yandex.ru

Andreev Leonid A.

Geologist of 2 categories
JSC LUKOIL-NIZHNEVOLZHSKNEFT
1 Admiralteysky, Astrakhan, 414000, Russian Federation
E-mail: Leonid.Andreev@lukoil.com

From the beginning of operation of chinks on a deposit of J.Korchagina the intellectual tools providing control and documenting of all cycle of building of a chink in a mode of real time, and the main thing have been created and introduced in manufacture, allowing to operate process of drilling on the basis of reliable and exact characteristics of technological parameters of drilling. With the advent of the computer technics in скважинной to geophysics progress and visualisation каротажных the data goes to registration by huge rates. At the beginning of occurrence log the data removed manually, then there was an analogue recording of curves on photographic paper. With the advent of the digital technics possibilities of registration

of physical fields and their processing have considerably increased. Besides, there was possible a creation of such equipment which simply could not exist at an analogue recording (electric and acoustic scanners etc.). Simultaneously with growth of possibilities requirements to geophysical service raise also. Reduction of time for carrying out каротажных works, visualisation of the registered information in real time for an estimation of its quality and interpretation data acquisition in the shortest terms became one of the cores. There is a general classification каротажной information which includes: a usual curve - one-dimensional geophysical parameter F (depth on a trunk, value of physical parameter); two-dimensional data F (depth on a trunk, physical parameters from time of the beginning of a physical impulse or on a corner at circular scanning); three-dimensional given F (spatial co-ordinates of a trunk of a chink, the physical parameters changing on time).

Keywords: parameter, deposit of Yu. Korchagina, mode of real time, visualization, geophysical researches, geology-technological researches, well

На основании существующей классификации каротажной информации выделяют три класса данных.

Первый класс – это данные стандартного каротажа – ПС, УЭС, ГК, ННК, НГК, ГГКп, Тп, средний диаметр скважины, данные АКЦ, коэффициент пористости, проницаемости и много других.

Обычное представление их в виде кривых на планшетах для вертикальных скважин всем известно, но расширение методов исследований ГИС разведочных скважин и ГИС горизонтальных скважин заставляет искать другие методы представления кривых.

Количество регистрируемой информации по скважине все время увеличивается и требуется видеть ее в комплексе. Но для отображения кривой на бумажном планшете требуется 5–10 см и, даже используя цветовое разделение кривых, как правило, более трех кривых на одном поле располагать не целесообразно. При использовании цветовой модуляции можно обойтись и 0,5 см поля планшета, тем самым, получив на 5 см 10 кривых. Пример использования цветовой модуляции для этой цели показан на рисунке 1.

Следует отметить, что при удачно подобранной амплитудно-цветовой модуляции и с учетом радиуса исследования каждого из методов ГИС изображение может быть еще более информативным и более понятным. Кроме того, что такое представление позволяет значительно уменьшить величину планшетов, оно также может позволить отображать пространственную траекторию ствола с цветовым отображением кривых ГИС и ГТИ [1, 3, 5].

Второй класс данных широко известен всем по ФКД (VDL) волновых картинок АК, АКШ, кроссдипольной акустики и АКЦ. Пример амплитудно-цветовой модуляции приведен на рисунке 2. Подобная модуляция может быть использована для методов ИГН, С/О и других, где регистрация физического параметра происходит по времени после излучения физического импульса [4, 6, 7].

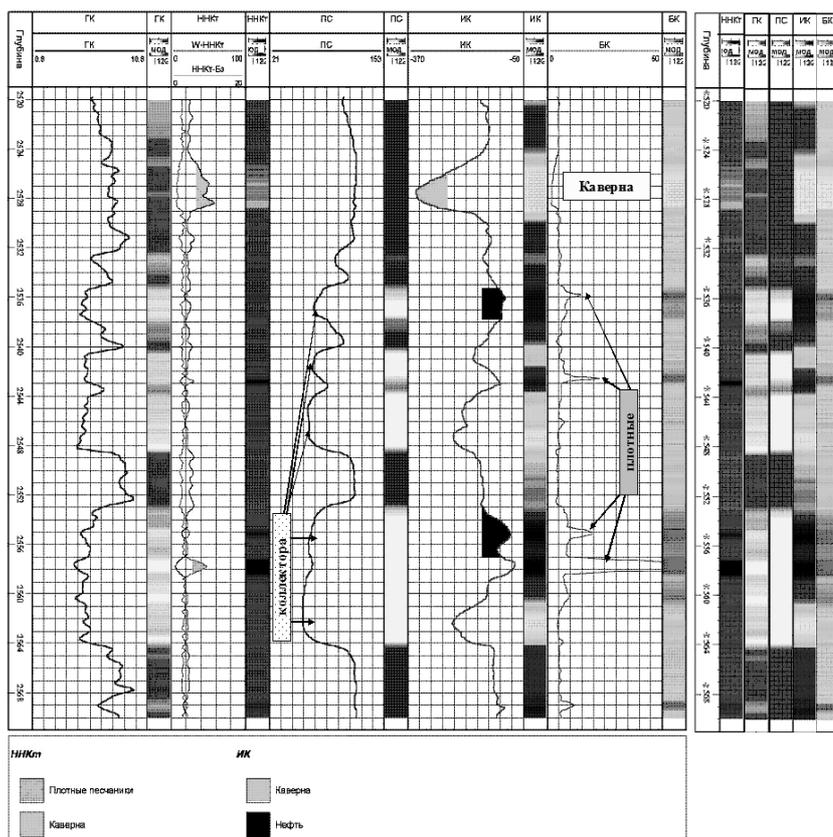


Рис. 1. Использование цветовой модуляции для кривых ГИС

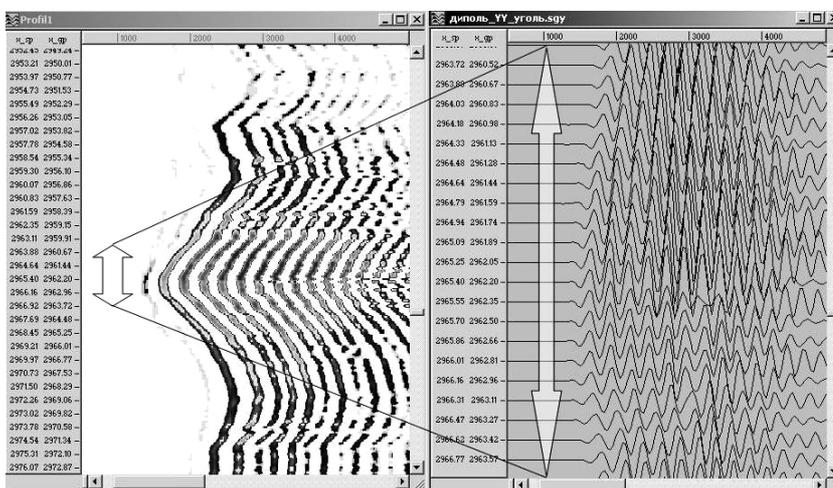


Рис. 2. Пример преобразование данных АК в ФКД с помощью амплитудно-цветовой модуляции (ПО Trace View)

При использовании цветовой модуляции в АКЦ ФКД позволяет весьма просто увидеть интервалы качественного цементатжа (рис. 3).

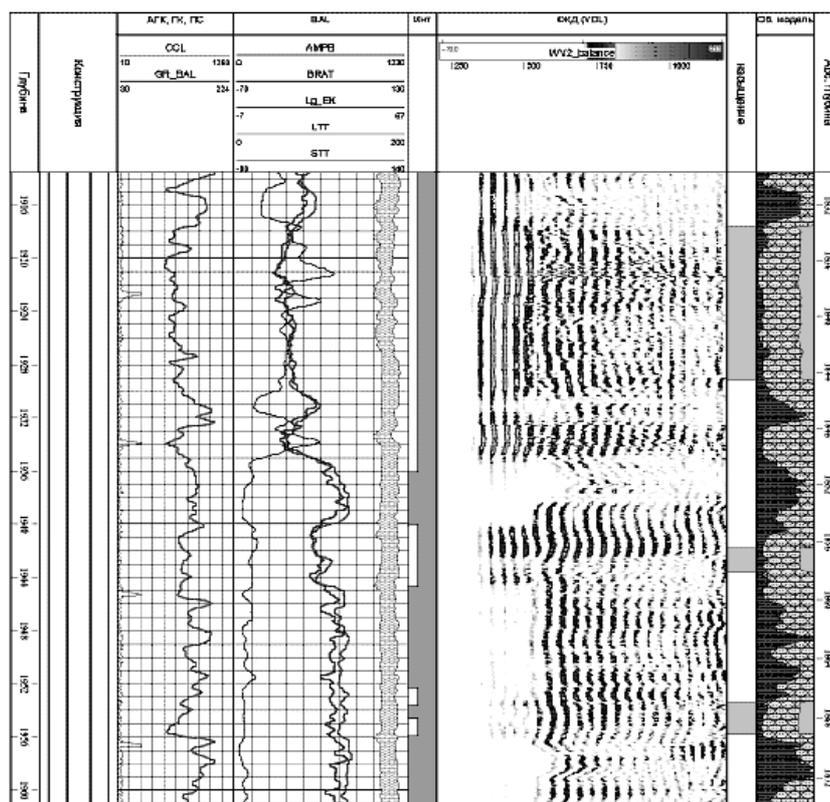


Рис. 3. Пример ФКД АКЦ=ВЧ

К этому же классу по принципу визуализации можно отнести данные каротажа, которые получают информацию, сканируя по окружности ствол скважины. Это многорычажные профилемеры, ультразвуковые сканеры, электрические наклонометры, гамма-гамма цементометрия и другие методы. Для горизонтальных скважин каждый метод должен давать данные по окружности ствола, хотя бы в четырех квадрантах – верх, низ, право и лево [8].

Но это не всегда осуществимо по техническим возможностям современной аппаратуры. Наибольшее распространение при каротаже бурения получила ГГКп-наклонометрия. Получая данные плотности по окружности ствола и учитывая, что границы, пересекаемые горизонтальным стволом, тянутся довольно долго, можно рассчитывать углы и азимуты падения пластов с большой надежностью [2]. Пример ГГКп-наклонометрии (image) представлен на рисунке 4. При этом следует учитывать, что при литофациальных изменениях, данные наклонометрии каротажа бурения могут быть некорректно проинтерпретированы.

Третий класс данных наиболее интенсивно начал развиваться при внедрении оптоволоконной техники для контроля работы эксплуатационных скважин [7, 9, 10, 11]. При этом необходимо видеть траекторию ствола, конструкцию скважины, геологию и изменение температурных полей во времени. Это возможно только при использовании анимации. В настоящее время программных продуктов, позволяющих это делать, нет. Как правило, визуализируется цветовая модуляция временных изменений по стволу скважины. Примеры такой визуализации приведены на рисунке 5.

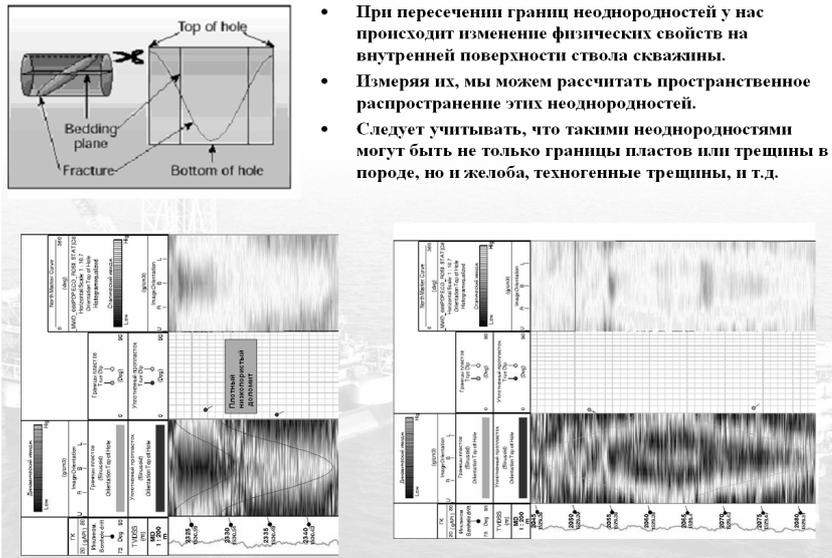


Рис. 4. Пример ГГКп-наклонометрии (image), полученной аппаратурой каротажа при бурении компанией Schlumberger

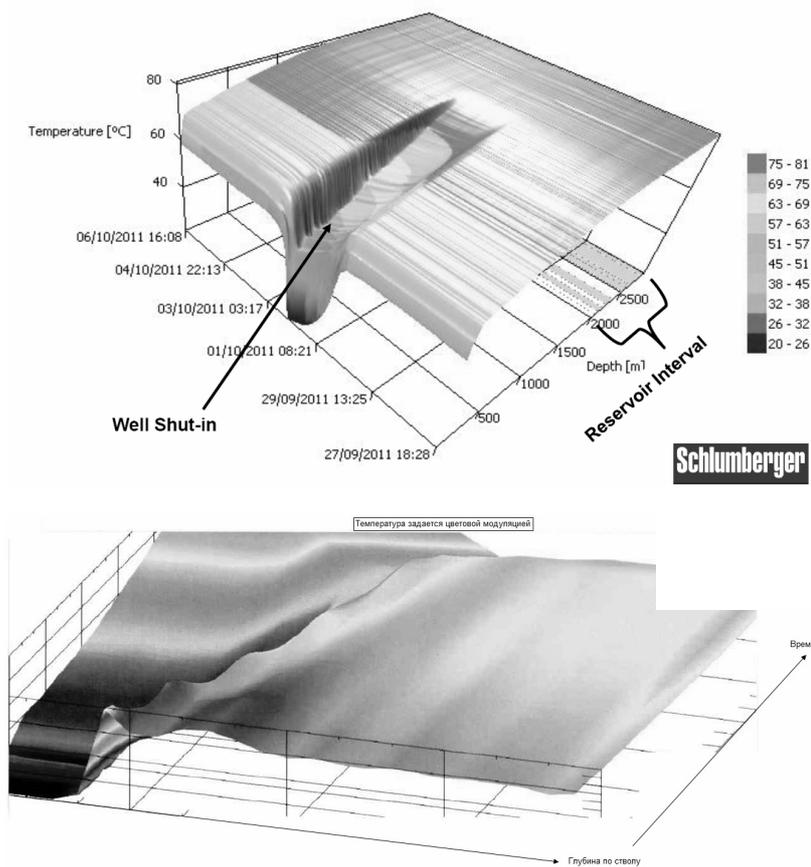


Рис. 5. Примеры цветовой модуляции данных оптоволокна компаний Schlumberger и ГИРСОВТ

Из практического опыта использования оптоволоконна ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть» для сложного трехфазного потока (нефть, газ и вода) можно сделать вывод, что просто использовать данные температуры оптоволоконна для контроля изменения тепловых полей для наших условий оказалось не так просто [12, 13].

При трехкомпонентном притоке теория не позволяет построить профиль притока и определить источник обводнения без специальных исследований. Кроме того, точность измерений температуры ниже, чем при измерении обычным термометром. Вместе с этим в получаемых нами данных был слишком большой дрейф, который нам удалось компенсировать с помощью забойного термометра. Это позволило «увидеть» на качественном уровне как образуются интервалы прорывного газа (рис. 6).

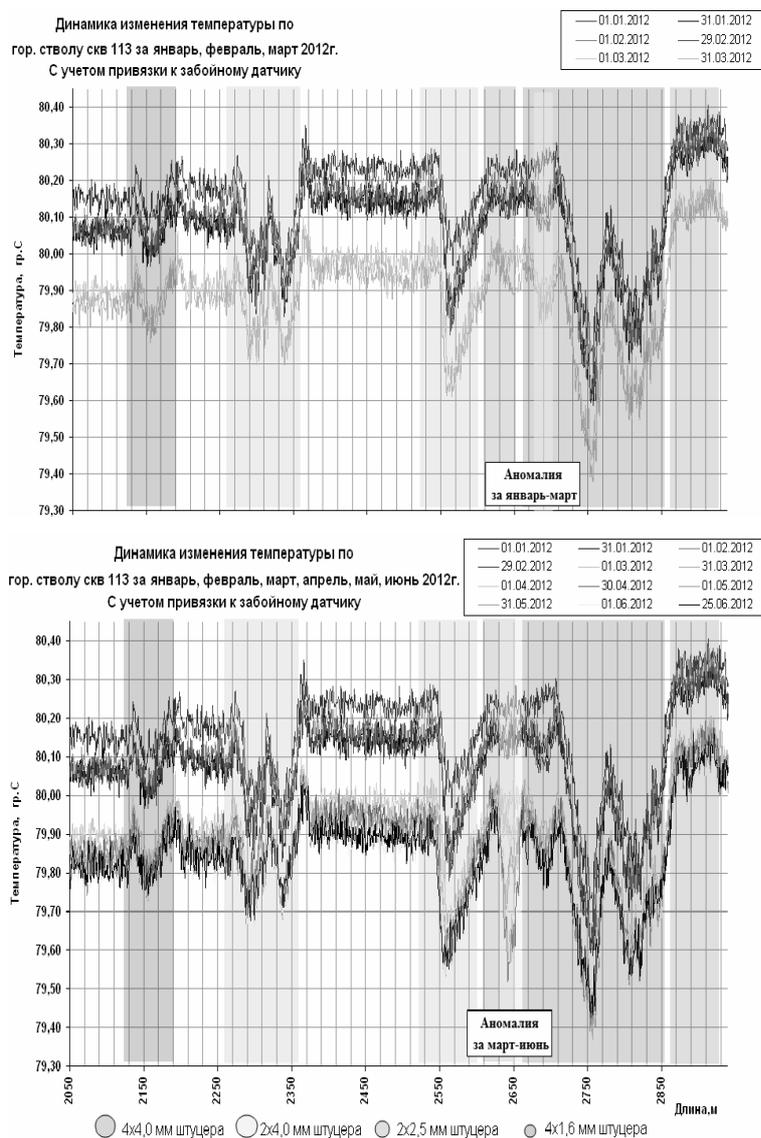


Рис. 6. Образование дополнительных интервалов притока газа в январе-марте и март-апрель по данным оптоволоконна

Геологи и буровики часто теряются при получении каротажной информации, поэтому данная классификация может помочь при анализе обычных данных ГИС и каротажа бурения [14]. Подобрать наиболее удобную форму представления данных ГИС и ГТИ, можно видеть недостатки в регистрации физических параметров и использовать получаемую информацию для эффективного решения геологических, эксплуатационных и технических задач.

Список литературы

1. Аксельрод С. М. Оптико-волоконная технология при геофизических исследованиях в скважинах (по материалам иностранной литературы) / С. М. Аксельрод // Каротажник. – 2006. – № 1. – С. 104–141.
2. Геофизические исследования действующих горизонтальных скважин : презентация. – Уфа : Башкирский государственный университет, 2010.
3. Горбачев Ю. И. Геофизические исследования скважин / Ю. И. Горбачев. – Москва : Недра, 1990. – 398 с.
4. Горбачев Ю. И. Геофизические методы контроля за разработкой нефтегазовых месторождений / Ю. И. Горбачев, А. И. Ипатов. – Москва : Государственная Академия нефти и газа им. И. М. Губкина, 1996. – 129 с.
5. Гречухин В. В. Геофизические методы изучения геологии угольных месторождений / В. В. Гречухин. – Москва : Недра, 1995. – 477 с.
6. Карлов К. Р. Оптико-волоконная технология при мониторинге природных резервуаров / К. Р. Карлов, А. П. Зубарев // Каротажник. – 2006. – № 9. – С. 44–53.
7. Кожевников С. Технология компьютеризированного контроля процесса КРС – первый опыт внедрения и перспективы развития / С. Кожевников, А. Токман, О. Тинакин, Р. Алиев // Технологии топливно-энергетического комплекса. – 2003. – № 1. – С. 16–18.
8. Козыряцкий Н. Г. Анализ точности расчета координат ствола скважины по данным инклинометрии / Н. Г. Козыряцкий // Каротажник. – 2002. – Вып. 98. – С. 115–122.
9. Латышова М. Г. Практическое руководство по интерпретации диаграмм геофизических исследований скважин / М. Г. Латышова. – Москва : Недра, 1991. – 219 с.
10. Лухминский Б. Е. Интеллектуальное обустройство эксплуатационных скважин (Smart Wells 2003–2004) / Б. Е. Лухминский // Каротажник. – 2006. – № 7. – С. 191–194.
11. Мангазеев П. В. Гидродинамические исследования эксплуатационных и нагнетательных скважин / П. В. Мангазеев, М. В. Панков, Т. Е. Кулагина, М. Р. Камартинов. – Томск : Томский политехнический университет, 2009. – 243 с.
12. Поляков И. О. Описание структуры геофизических палеток в формате XML-файла / И. О. Поляков // Каротажник. – 2007. – Вып. 7 (160). – С. 90–93.
13. РД 153-39.0-072-01 Техническая инструкция по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах. – Введен 2001–07–01. – Москва : Министерство энергетики Российской Федерации, 2001. – № 134.
14. Хмелевской В. К. Геофизические методы исследования земной коры : учебное пособие / В. К. Хмелевской. – Дубна : Международный университет природы, общества и человека «Дубна», 1997. – Часть 1. – 276 с.
15. Широков В. Н. Скважинные геофизические информационно-измерительные системы / В. Н. Широков, Е. М. Митюшин, В. Д. Неретин. – Москва : Недра, 1996. – 317 с.

References

1. Akselrod S. M. Optiko-voлокonnaya tekhnologiya pri geofizicheskikh issledovaniyakh v skvazhinakh (po materialam inostrannoy literatury) [Optiko-fiber technology at the geophysical researches in wells (on materials of the foreign literature)]. *Karotazhnik* [Karotazhnik], 2006, no. 1, pp. 104–141.
2. *Geofizicheskie issledovaniya deystvuyushchikh gorizontalnykh skvazhin* [Geophysical researches of operating horizontal wells], Ufa, Bashkir State University Publ. House, 2010.
3. Gorbachev Yu. I. *Geofizicheskie issledovaniya skvazhin* [Geophysical researches of wells], Moscow, Nedra Publ., 1990. 398 p.
4. Gorbachev Yu. I., Ipatov A. I. *Geofizicheskie metody kontrolya za razrabotkoy neftegazovykh mestorozhdeniy* [Geophysical methods of control over the development oil and gas fields], Moscow, Gubkin Russian Academy of Oil and Gas Publ. House, 1996. 129 p.
5. Grechukhin V. V. *Geofizicheskie metody izucheniya geologii ugolnykh mestorozhdeniy* [Geophysical methods of studying of geology of coal fields], Moscow, Nedra Publ., 1995. 477 p.

6. Karlov K. R., Zubarev A. P. Optiko-voлокonnaya tekhnologiya pri monitoringe prirodnykh rezervuarov [Optical-fiber technology at the monitoring of natural reservoirs]. *Karotazhnik* [Karotazhnik], 2006, no. 9, pp. 44–53.

7. Kozhevnikov S., Tokman A., Tinakin O., Aliev R. Tekhnologiya kompyuterizirovannogo kontrolya protsessa KRS-pervyy opyt vnedreniya i perspektivy razvitiya [Technology of the computerised control of process the KRS is the first experience of introduction and development prospect]. *Tekhnologii toplivno-energeticheskogo kompleksa* [Technology of fuel and energy complex], 2003, no. 1, pp. 16–18.

8. Kozyryatskiy N. G. Analiz tochnosti rascheta koordinat stvola skvazhiny po dannym inklinometrii [Analysis of accuracy of calculation of co-ordinates of a trunk of a well by data directional survey]. *Karotazhnik* [Karotazhnik], 2002, issue 98, pp. 115–122.

9. Latyshova M. G. *Prakticheskoe rukovodstvo po interpretatsii diagramm geofizicheskikh issledovaniy skvazhin* [Practical guide on interpretation of diagrams of geophysical researches of wells], Moscow, Nedra Publ., 1991. 219 p.

10. Lukhminskiy B. Ye. Intellektualnoe obustroystvo ekspluatSIONnykh skvazhin (Smart Wells 2003–2004) [Intellectual arrangement of operational wells (Smart Wells 2003–2004)]. *Karotazhnik* [Karotazhnik], 2006, no. 7, pp. 191–194.

11. Mangazeev P. V., Pankov M. V., Kulagina T. Ye., Kamartdinov M. R. *Gidrodinamicheskie issledovaniya ekspluatSIONnykh i nagnetatelnykh skvazhin* [Hydrodynamic researches of operational and injection wells], Tomsk, Tomsk Polytechnic University Publ. House, 2009. 243 p.

12. Polyakov I. O. Opisanie struktury geofizicheskikh paletok v formate XML-fayla [Geophysical chart structure description in the XML file format]. *Karotazhnik* [Karotazhnik], 2007, no. 7, pp. 90–93.

13. *RD 153-39.0-072-01 Tekhnicheskaya instruktSIya po provedeniyu geofizicheskikh issledovaniy i rabot priborami na kabele v neftyanykh i gazovykh skvazhinakh* [RD 153-39.0-072-01 Technical instruction on carrying out of geophysical researches and works with devices on a cable in oil and gas wells]. Introduced 2001–07–01. Moscow, Ministry of Energy of the Russian Federation Publ., 2001, no. 134.

14. Khmelevskoy V. K. *Geofizicheskie metody issledovaniya zemnoy kory* [Geophysical methods of research of earth crust], Dubna, Dubna International University for Nature, Society and Men, 1997, part 1. 276 p.

15. Shirokov V. N., Mityushin Ye. M., Neretin V. D. *Skvazhinnye geofizicheskie informatsionno-izmeritelnye sistemy* [Wells geophysical information and measuring systems], Moscow, Nedra Publ., 1996. 317 p.

НЕОТЕКТОНИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ВНЕШНЕЙ МАТЕРИКОВОЙ ОКРАИНЫ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО УЧАСТКА ЧЕРНОГО МОРЯ

Евсюков Юрий Дмитриевич

кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник

Южное отделение Института океанологии им. П. П. Ширшова
Российской академии наук (ИОО ИО РАН)

353467, Российская Федерация, Краснодарский край, г. Геленджик,
ул. Просторная 1г

E-mail: evsgeol@rambler.ru

Руднев Валерий Иванович, младший научный сотрудник

Южное отделение Института океанологии им. П. П. Ширшова
Российской академии наук (ИОО ИО РАН)

353467, Российская Федерация, Краснодарский край, г. Геленджик,
ул. Просторная 1г

E-mail: evsgeol@rambler.ru