

УДК 550.834 (470.57)

## СЕЙСМОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НЕФТЕГАЗОКОНТРОЛИРУЮЩИХ СТРУКТУРНЫХ ПАРАГЕНЕЗОВ ТРАНСТЕНСИИ И ТРАНСПРЕССИИ

Хатьянов Ф.И.

ОАО НПФ «Геофизика», г. Уфа  
e-mail: firma@npf-geofizika.ru

Петрыкина Л.Б.

ОАО «Башнефтегеофизика», г. Уфа

***Аннотация.** Рассмотрены новые подходы к выявлению и картированию дизъюнктивных и пликативных дислокаций, обусловленных структурообразующей ролью трансенсии и транспрессии на основе представительных данных комплексирования технологичных сейсмических методов 2Д, 3Д, ВСП-НВСП и поисково-оценочного бурения на разведочных площадях Республики Башкортостан. Сейсмогеологический анализ и прогнозирование выполнены на примерах линейных и линейно-прерывистых нефтеносных зон, контролируемых девонскими конседиментационными грабенообразными прогибами растяжения и малоразмерными горстами сжатия, связанными с зачаточными сдвигами восточной части Русской плиты.*

***Ключевые слова:** нефтегазоконтролирующие структуры, грабенообразные прогибы, горсты, зачаточные сдвиги, парагенезы, сейсморазведка, залежи углеводородов, прогнозирование*

Современный этап развития поисков, разведки и разработки нефтяных месторождений на территории Республики Башкортостан и сопредельных районов Урало-Поволжья характеризуется высокой степенью освоения начальных потенциальных ресурсов углеводородов. Дальнейшие перспективы во многом связаны с научным обоснованием прогнозирования малоразмерных сложнопостроенных ловушек и залежей, применением инновационных технологий в сейсмических методах, совершенствованием методики комплексирования сейсморазведки 2Д, 3Д, ВСП-НВСП и поисково-оценочного бурения, и развитием сейсмогеологической интерпретацией данных [1, 8, 9, 11].

Одним из важных направлений сейсмогеологического прогнозирования сложнопостроенных ловушек в регионах с развитой нефтедобычей, в том числе в Урало-Поволжье и, в особенности, в Башкортостане являются линейные, линейно-прерывистые и прерывистые нефтеперспективные зоны, контролируемые сдвиговой тектоникой, грабенообразными прогибами растяжения и горстовидными структурами сжатия [7, 8].

На основе анализа и обобщения сейсмогеологических данных обосновано прогнозирование внутриплитных структурных парагенезов, приуроченных к тер-

ригенно-карбонатной формации девона, связанных с линейными конседиментационными грабенообразными прогибами (микрограбенами) и зонами линейно-прерывистых малоразмерных горстовидных структур (микрогорстов), получивших отображение на картах палеогеодинамического районирования нефтегазоконтролирующих структур Восточно-Европейской древней континентальной окраины [7, 8]. На этих картах показана Башкирская система девонских конседиментационных грабенообразных прогибов северо-восточного простирания, связанная с правым зачаточным сдвигом восточной части Русской плиты. К этой системе относятся известные Сергеевско-Демский и Уршакско-Янгурчинский грабенообразные прогибы, расположенные в 35 - 45 км друг от друга, контролирующие нефтеносные зоны, содержащие значительные по запасам месторождения и залежи.

Несмотря на сравнительно высокую степень освоения начальных потенциальных ресурсов углеводородов нефтеносной зоны, контролируемой «стержневым» Сергеевско-Демским девонским конседиментационным грабенообразным прогибом, возникает необходимость его детального изучения. Доказанная протяженность прогиба сейчас превышает 300 км [8]. Получены новые данные сейсморазведки ЗД, обосновывающие микрорифтовую («мелкоблоковую») модель его строения, перспективы доопысывания и разведки отдельных участков и других менее изученных нефтеперспективных зон.

Первые результаты внедрения сейсморазведки ЗД на Шафрановском и Азнавском участках Сергеевско-Демской нефтеносной зоны указывают на существенное совершенствование методики комплексирования сейсмических методов 2Д, ЗД, ВСП-НВСП и поисково-оценочного бурения [9].

На представительных сейсмических материалах получил отображение девонско-нижневизейский нефтеносный формационный надкомплекс, выделяемый между отражающими горизонтами «У» и «Д2» (включительно), отвечающий циклу относительных колебаний уровня моря второго порядка. В нижней части этого надкомплекса выделяется терригенно-карбонатная полициклическая формация девона между отражающими горизонтами «Д1» и «Д2» (включительно), сопоставляемыми соответственно с тиманским и бийским горизонтами. На рис. 1 представлены результаты сейсморазведки ЗД и последующего поискового бурения на участке между Сатаевским и Демским месторождениями. На разрезе мгновенных фаз МОГТ ЗД в сейсмическом волновом поле отчетливое отображение получил девонский грабенообразный прогиб по отражающим горизонтам «Д2» и «Д1» и промежуточному локальному отражению, соответствующему увеличению толщин аргиллитов тиманского горизонта, компенсировавших проседание по нормальным сбросам, характеризующем время конседиментационного этапа образования микрограбенов. Не менее отчетливое отображение получили сейсмические поисковые критерии нефтеносного шельфового биогерма по отражениям «fm» и «У», ранее пропущенного сейсморазведкой 2Д (рис. 1).

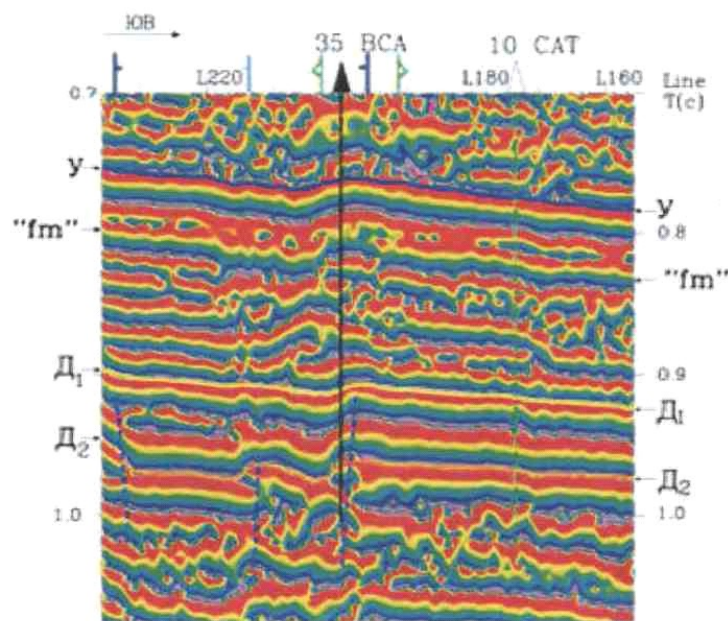


Рис. 1 Временной разрез мгновенных фаз МОГТ 3Д (trace 265). Сейсмическое отображение Сергеевско-Демского девонского конседиментационного грабенообразного прогиба (по отражающим горизонтам «Д2» и «Д1») и Южно-Сатаевского шельфового биогерма по отражениям «У» и «fm» (фамен, установлена нефтяная залежь поисковой скважиной 35 ВСА, 2002)

Для формаций и структур верхнефранско-нижневизейского формационного комплекса относительно высокого стояния уровня моря, выделяемого в сейсмическом волновом поле между отражающими горизонтами «Д1» и «У», характерна закономерная связь с Камско-Кинельской системой некомпенсированных впадин, определяющих палеогеоморфологические закономерности распространения органогенных построек, биогермов и рифов.

Длительное время оставался недостаточно ясным вопрос о характере локальных структур и тектонических деформаций на обширной территории гомоклинали, расположенной между Сергеевско-Демским и Уршакско-Янгурчинским девонскими конседиментационными прогибами. В решении этого важного вопроса основополагающее значение имели результаты сейсморазведки МОГТ 2Д и бурения предыдущего этапа в их палеогеодинамической интерпретации на основе структурно-формационной методологии. Здесь установлено полосовое распространение локальных горстовидных постседиментационных структур в терригенно-карбонатной формации девона, осложненных биогермными и надбиогермными ловушками в верхнедевонско-нижневизейском комплексе [7, 8].

Обосновано пространственное положение двух наиболее изученных сейсморазведкой 2Д и бурением полос развития линейно-прерывистых локальных горстовидных структур северо-восточного простирания с азимутом 35-45° -

Аскароро-Балкановской и Орловско-Черниговской, расположенных друг от друга на расстоянии от 12 до 17 км. Протяженность Аскароро-Балкановской зоны от пересечений с девонскими грабенообразными прогибами Уршакско-Янгурчинским на северо-востоке и Сергеевско-Демским на юго-западе составляет порядка 120 км. Орловско-Черниговская зона имеет протяженность свыше 100 км от пересечения с Уршакско-Янгурчинским грабенообразным прогибом до сочленения с северным окончанием Большекинельского вала. Каждая из этих зон включает порядка 20 малоразмерных нефтеконтролирующих горстовидных структур.

Существенно важным следует считать результаты комплексирования сейсморазведки 2Д, поискового бурения и НВСП по выявлению нового Альшеевского участка развития нефтеносных структур горстовидного типа по отражающим горизонтам «Д2» и «Д1», расположенного кулисообразно с ранее установленной Аскароро-Балкановской горстовидной зоной, в 6 км к западу. С ним связано открытие АНК Башнефть и ОАО Башнефтегеофизика Альшеевского нефтяного месторождения, наиболее значительного за последние пять лет.

На рис. 2 представлен временной разрез по профилю 1096016 через Ново-Абдрашитовскую структуру, иллюстрирующий выявление Альшеевских нефтеносных структур горстовидного типа в терригенно-карбонатной формации девона (по отражающим горизонтам «Д1» и «Д2»), связанных с ними нефтеносных верхнедевонских шельфовых биогермов и надбиогермных ловушек (информация по отражающим горизонтам «У» и промежуточным).

Основные нефтяные залежи приурочены к биогермной ловушке нижнего фамена и песчаному пласту Д1 на малоразмерной горстовидной структуре. Кроме того, установлены три мелкие залежи нефти в заволжском, кизеловском и бобринском горизонтах. Таким образом, на Альшеевском месторождении доказана нефтеносность всего девонско-ранневизейского стратиформного формационного надкомплекса.

Привлечение к анализу и интерпретации новых геологических исследований и представлений по результатам экспериментов и сопоставлений с природными данными показало, что в настоящее время признается все более очевидным, что деформации в земной коре чаще всего протекают комбинированным способом через сочетания простых её типов – сжатия, растяжения и сдвига [3, 6]. К близким выводам пришли авторы в ряде предыдущих публикаций, хотя тогда ещё не были известны новые понятия для обозначений комбинаций сдвига и растяжения, и сдвига на фоне сжатия.

Так, сделаны следующие заключения: «Образование зон сдвигообразования, по-видимому, происходило исключительно на стадиях общей (региональной) тектонической активизации области сочленения Восточно-Европейской платформы с Уралом и Прикаспием. Все это позволяет представить геодинамическую модель и механизм формирования систем субпараллельных (линейно-эшелониро-

ванных) структур растяжения и сжатия как результат одновременного проявления, сочетания (сложения или интерференции) палеотектонических напряжений, связанных со сдвигообразованием (действием пары сил или вращательным перемещением блоков) и общим региональным растяжением земной коры (в случае системы грабенообразных прогибов и сбросов) или сжатием земной коры (в случае системы тектонических валов, горстовидных структур и надвигов) [7, с. 181 - 182].

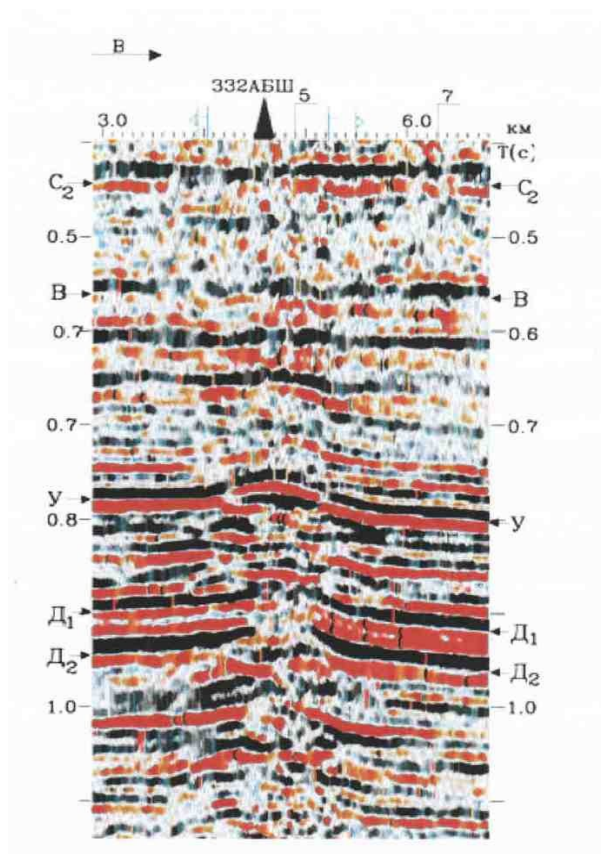


Рис. 2 Временной разрез по профилю 1096016 ОАО «Башнефтегеофизика» через Ново-Абдрашитовскую подготовленную сейсмическую структуру с участием тематической партии 21/98 (пробурена поисковая скважина 332 АБШ, оказавшаяся нефтеносной). Сейсмическое отображение малоразмерной нефтеносной горстовидной структуры (микророгста) по отражающим горизонтам «Д2» и «Д1», биогермных и надбиогермных ловушек нефти по отражающему горизонту «У» и промежуточным отражениям (Альшеевское месторождение, 2000)

В последнее время всё более широкое использование получили понятия трансенсии для обозначения комбинации сдвига на фоне общего растяжения и транспрессии для обозначения сочетания сдвига и общего сжатия. Предполагается, что структурные парагенезы, возникающие при этом, вероятно, также имеют комбинированный или интегральный характер [3, 6].

Ю.А. Морозов (ОИФЗ РАН) считает, что для решения вопросов, каковы наиболее характерные особенности структурных парагенезов транспрессии и транстенсии, частичный ответ находится при структурно-геологическом анализе природных объектов, но не менее важно использование тектонического моделирования (моделирование тектонических процессов). Результаты моделирования ситуаций транспрессии и транстенсии, полученные Ю.А. Морозовым, показали немало существенных особенностей, как протекания этих процессов, так и структурного результата, в той или иной мере схожего с природными примерами [3].

Использование новых материалов комплексирования сейсморазведки и теоретического обобщения сейсмогеологических данных, с привлечением материалов экспериментального моделирования тектонических процессов, позволяют рассматривать выделенную авторами Башкирскую систему конседиментационных грабенообразных прогибов северо-восточного простирания с азимутом порядка  $20^\circ$ , как структурный парагенез, образовавшийся в условиях транстенсии, характеризующихся сочетанием общего растяжения и правого зачаточного сдвига, а Башкирско-Оренбургскую систему кулисообразно расположенных зон прерывистых горстовидных структур северо-восточного простирания с азимутом  $35^\circ$  как структурный парагенез в условиях транспрессии, характеризующихся сочетанием общего сжатия и левого зачаточного сдвига земной коры в пределах Восточно-Европейской девонской континентальной окраины [10].

Значение структурно-форационной интерпретации сейсмических данных для выявления дизъюнктивных дислокаций и создания геологических моделей залежей углеводородов показано в новых публикациях [4, 5].

Изложенное выше обосновывает выводы о необходимости возобновления и продолжения тематических работ по анализу и обобщению новых и архивных данных сейсмических методов, ГИС и бурения с целью совершенствования методики и уточнения основных направлений геолого-поисковых и разведочных работ с учетом принципов структурно-формационной интерпретации и установленных закономерностей прогнозирования нефтегазоперспективных зон транстенсивных и трансpressивных сдвигов на территории Башкортостана и прилегающих нефтяных районов.

Изучение зачаточных сдвигов и связанных с ними нефтеконтролирующих структур растяжения и сжатия, структурных парагенезов транстенсии и транспрессии является важной задачей дальнейших комплексных сейсмо-геологических исследований Урало-Поволжья и Западной Сибири [2, 10].

### Литература

1. Адиев Я.Р., Ахметшин И.Н., Валеев Г.З., Еникеев Р.Х. Новые возможности сейсморазведки при изучении малоразмерных залежей нефти. Геофизика, 2004. № 2. С. 3 - 7.
2. Гогоненков Г.Н., Лаврик А.С, Эльманович С.С. Зарождающиеся горизонтальные сдвиги в тектонике северной части Западной Сибири // Геофизика. Спецвыпуск: Технологии сейсморазведки, 2002. С. 54 - 61.
3. Морозов Ю.А. Структурные парагенезы транспрессии и транстенсии по результатам экспериментов и в сопоставлении с природными данными // Тектоника Неогей: общие и региональные аспекты. Том 2. Материалы XXXIV Тектонического совещания. М.: ГЕОС, 2001. С. 52 - 56.
4. Мушин И.А., Корольков Ю.С., Чернов А.А. Выявление и картирование дизъюнктивных дислокаций методами разведочной геофизики. М: Научный мир, 2001. 120 с.
5. Мятчин К. М., Кондратьева О.О., Сафонов А.С, Федотова О.В., Шлезингер А.Е. Выделение тонкой циклической структуры осадков по данным ГИС и сейсморазведки при построении геологических моделей залежей нефти и газа // Каротажник. Научно-технический вестник. 2004. Выпуск 3 - 4 (116 - 117). С. 150 - 154.
6. Роль сдвиговой тектоники в структуре литосфер Земли и планет земной группы / Науч. рук., сост. и отв. ред: Воронов П.С. Санкт-Петербург: Наука, 1997. 591 с.
7. Хатъянов Ф.И. Теория зачаточного сдвига в приложении к сейсмогеологическому прогнозированию нефтегазоконтролирующих структур растяжения и сжатия // Сдвиговые тектонические нарушения и их роль в образовании месторождений полезных ископаемых: Сб. научных статей. М.: Наука, 1991. С. 180 - 185.
8. Хатъянов Ф.И. Структурно-формационная и сиквенс-стратиграфическая интерпретация различных по помехоустойчивости частотно-зависимых сейсмических отображений при изучении новых нефтегазоперспективных территорий и при разведке нефтегазоносных зон в Башкортостане // Состояние и перспективы использования геофизических методов для решения актуальных задач поисков, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Материалы республиканской научно-практической конференции. Октябрьский, 1999. С. 47 - 62.
9. Хатъянов Ф.И., Куряева В.В., Яковлева А.Ф., Петрыкина Л.Б. Комплексирование технологичных сейсмических работ 2-D, 3-D и НВСП при поисках и разведки малоразмерных сложнопостроенных залежей углеводородов на основе структурно-формационной и сиквенс-стратиграфической методологии // Инновационные технологии в области поисков, разведки и детального изучения месторождений нефти и газа. Материалы научно-практической конференции. ЕАГО. ЦГЭ. М: 2002. С. 42 - 45.

10. Хатьянов Ф.И. Прогноз структурных парагенезов трансенсии и транспрессии на основе инновационной сейсморазведки // Международная геофизическая конференция и выставка. Геофизика XXI века – прорыв в будущее. М.: 2003. OS13.

11. Хатьянов Ф.И., Куряева В.В., Яковлева А.Ф., Петрыкина Л.Б., Шапенская О.А. Картирование малоразмерных сложнопостроенных ловушек углеводородов на основе комплексирования сейсморазведки 2Д, НВСП, 3Д. // Научный симпозиум «Новые геофизические технологии в нефтегазовой промышленности». IV конгресс нефтегазопромышленников России. Тезисы докладов. Уфа, 2003. С. 38-41.



## SEISMIC-GEOLOGICAL PREDICTING OF OIL-GAS CONTROL STRUCTURAL TRANSTENSION AND TRANSPRESSION PARAGENESIS

*F.I. Khatyanov*  
*OAO NPF "Geofizika", Ufa, Russia*  
*e-mail: firma@npf-geofizika.ru*

*L.B. Petrykina*  
*OAO "Bashneftegeofizika", Ufa, Russia*

**Abstract.** *New approaches to the determination and survey of disjunctive and plicated dislocations stipulated by the transtension and transpression templating role, based on the representative data of technological seismic methods 2D, 3D, VSP-OVSP and prospect evaluation drilling on the potential areas of Bashkortostan Republic complexing are discussed. Seismic-geological analysis and predicting are realized on the examples of linear and linear-discontinuous oil zones, controlled by Devon contemporaneous keystone extension deflections and small-scale compression horsts, connected with incipient shifts of the eastern part of Russian platform.*

**Keywords:** *oil-gas-control structures, keystone deflections, horsts, incipient shifts, paragenesis, seismic survey, accumulation of hydrocarbons, predicting*

### References

1. Adiev Ya.R., Akhmetshin I.N., Valeev G.Z., Enikeev R.Kh. *Novye vozmozhnosti seismorazvedki pri izuchenii malorazmernykh zalezhei nefi (New possibilities of seismic survey in the study of small-size oil deposits)*, *Geofizika*, 2004, Issue 2, pp. 3 - 7.
2. Gogonenkov G.N., Lavrik A.S, El'manovich S.S. *Zarozhdayushchiesya gorizonta'nye sdvigi v tektonike severnoi chasti Zapadnoi Sibiri (Incipient horizontal shifts in the tectonics of Northern part of Western Siberia)*, *Geofizika. Special Issue: Seismic survey technologies*, 2002, pp. 54 - 61.
3. Morozov Yu.A. *Strukturnye paragenezы transpressii i transtensii po rezul'tatam eksperimentov i v sopostavlenii s prirodnyimi dannymi (Structural transpression and transtension paragenesis from experimental results and in comparison with natural data)*, *Tektonika Neogeya: obshchie i regional'nye aspekty. Tom 2. Materialy XXXIV Tektonicheskogo soveshchaniya (Tectonics of Neogeya: general and regional aspects. Vol. 2. Proceedings of XXXIV Tectonic Meeting)*. Moscow, GEOS, pp. 52 - 56.
4. Mushin I.A., Korol'kov Yu.S., Chernov A.A. *Vyyavlenie i kartirovanie diz'yunktivnykh dislokatsii metodami razvedochnoi geofiziki (Identification and mapping of disjunctive dislocations by methods of exploration geophysics)*. Moscow, Nauchnyi mir, 2001. 120 p.
5. Myatchin K. M., Kondrat'eva O.O., Safonov A.S, Fedotova O.V., Shlezinger A.E. *Vydelenie tonkoi tsiklicheskoй struktury osadkov po dannym GIS i seismorazvedki*

pri postroenii geologicheskikh modelei zalezhei nefi i gaza (Selection the fine structure of the cyclic sediments by GIS data and seismic data to construct geological models of oil and gas deposits), *Karotazhnik*, 2004, Issue 3 - 4 (116 - 117), pp. 150 - 154.

6. Rol' sdvigovoi tektoniki v strukture litosfer Zemli i planet zemnoi gruppy (Role of shear tectonics in the lithosphere structure of the Earth and terrestrial planets) / Sci. Ed.: P.S. Voronov. Saint Petersburg, Nauka, 1997. 591 p.

7. Khat'yanov F.I. Teoriya zachatochnogo sdviga v prilozhenii k seismogeologicheskomu prognozirovaniyu neftegazokontroliruyushchikh struktur rastyazheniya i szhatiya (The theory of embryonic shift in application to the seismic prediction of oil-gas-controlled structures of stretching and compression), *Sdvigovye tektonicheskie narusheniya i ikh rol' v obrazovanii mestorozhdenii poleznykh iskopaemykh: Sb. nauchnykh statei (Strike-slip tectonic faults and their role in the formation of mineral deposits: Collected articles)*. Moscow, Nauka, 1991. PP. 180 - 185.

8. Khat'yanov F.I. Strukturno-formatsionnaya i sikvens-stratigraficheskaya interpretatsiya razlichnykh po pomekhoustoichivosti chastotno-zavisimykh seismicheskikh otobrazhenii pri izuchenii novykh neftegazoperspektivnykh territorii i pri razvedke neftegazonosnykh zon v Bashkortostane (Structural-formational and sequence-stratigraphic interpretation of the of different immunity frequency-dependent seismic mappings in the study of new oil and gas territories and in oil and gas areas exploration in Bashkortostan), *Sostoyanie i perspektivy ispol'zovaniya geofizicheskikh metodov dlya resheniya aktual'nykh zadach poiskov, razvedki i razrabotki mestorozhdenii poleznykh iskopaemykh. Mat. respub. nauch.-prakt. konf. (Status and prospects for the use of geophysical methods to solve the actual problems of exploration, prospecting and field development of minerals. Conference proceedings)*, Oktyabrskii, 1999. PP. 47 - 62.

9. Khat'yanov F.I., Kuryaeva V.V., Yakovleva A.F., Petrykina L.B. Kompleksirovanie tekhnologichnykh seismicheskikh rabot 2-D, 3-D i NVSP pri poiskakh i razvedki malorazmernykh slozhnoprostroennykh zalezhei uglevodorodov na osnove strukturno-formatsionnoi i sikvens-stratigraficheskoi metodologii (Integration of technological seismic operations 2-D, 3-D and VSP in the search and exploration of complicated of small hydrocarbon deposits on the basis of structural-formational and sequence-stratigraphic methodology), *Innovatsionnye tekhnologii v oblasti poiskov, razvedki i detal'nogo izucheniya mestorozhdenii nefi i gaza. Mat. nauch.-prakt. konf. (Innovative technologies in the field of exploration, prospecting and detailed study of the oil and gas deposits. Conference proceedings)*. EAGO. TsGE. Moscow, 2002. PP. 42 - 45.

10. Khatyanov F.I. Prognoz strukturnykh paragenezov transtensii i transpressii na osnove innovatsionnoi seismorazvedki (Prognosis of structural transtensii and transpress parageneses based on the innovative seismic surveys), *Mezhd. geofizicheskaya konf. i vystavka. Geofizika XXI veka – proryv v budushchee (International geophysical conference and exhibition. Geophysics of the XXI century – a breakthrough in the future)*. Moscow, 2003. OS13.

11. Khatyanov F.I., Kuryaeva V.V., Yakovleva A.F., Petrykina L.B., Shapenskaya O.A. Kartirovanie malorazmernykh slozhnopostroennykh lozhushek uglevodorodov na osnove kompleksirovaniya seismorazvedki 2D, NVSP, 3D (Mapping of complicated small size hydrocarbon traps on the basis aggregation seismic survey 2D VSP, 3D), *Nauchnyi simpozium «Novye geofizicheskie tekhnologii v neftegazovoi promyshlennosti». IV kongress neftegazopromyshlennikov Rossii. Tezisy dokladov (The symposium "New geophysical technology in oil and gas industry". IV Congress of Russian Oil and Gas producers. Abstracts)*. Ufa, 2003. PP. 38 - 41.