

Оценка возможности применения результатов динамического анализа 3D сейсморазведки для определения насыщенности пород коллекторов

Ф.С. Салимов

начальник отдела технологий повышения нефтеотдачи¹

А.В. Лялин

кандидат к.г.-м.н., начальник отдела мониторинга сейсмогеологических моделей²

Ш.Х. Султанов

д.т.н., профессор³
ssultanov@mail.ru

¹ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь», ТПП «Повхнефтегаз», Когалым, Россия

²ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг», Москва, Россия

³ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа, Россия

Представлено обоснование способа прогнозирования насыщенности коллекторов по результатам динамического анализа волновой картины. В результате анализа атрибута «интенсивность амплитуды сейсмической волны» было выделено и рассмотрено 4 участка по интенсивности оси синфазности.

Материалы и методы

В работе использованы результаты анализа разработки залежи нефти по Западно-Повховскому участку и переинтерпретации данных 3D сейсморазведки.

Ключевые слова

интенсивность оси синфазности, сейсморазведка 3D, насыщенность, коллектор

Способ определения насыщенности пород методами сейсморазведки является новым, и с разной степенью успешности решался и решается разными специалистами и исследователями.

На общее рассмотрение представлено обоснование способа разделения водонасыщенных, нефтеводонасыщенных и нефтенасыщенных участков коллекторов пласта ЮВ1 васюганской свиты залежей нефти Повховского лицензионного участка по результатам динамического анализа волновой картины. Используются программные возможности комплекса «PARADIGM», в частности — изменение интенсивности амплитуды сейсмической волны для дифференциации водонасыщенных, нефтеводонасыщенных и нефтенасыщенных участков коллекторов пласта ЮВ1 васюганской свиты (рис. 1) [3].

В результате анализа атрибута «интенсивность амплитуды сейсмической волны», по которому наиболее точно можно определить насыщенность пород, были выделены следующие участки (рис. 2, 3, 4):

- 1) повышенной интенсивности оси синфазности, соответствующий отсутствию углеводородов (УВ);
- 2) средней интенсивности оси синфазности, соответствующий нефте-водонасыщению;
- 3) отсутствия динамической выраженности оси синфазности, соответствующий залежи УВ;
- 4) зона относительно средне-высокой интенсивности оси синфазности, соответствующий залежи УВ, либо нефтеводонасыщению.

При анализе в центральной части Западно-Повховской залежи выделили повышение амплитуд (участок с «желтой заливкой»), который классифицируется как зона относительно средне-высокой интенсивности оси синфазности ЮВ1 (рис. 4). В структурно-тектоническом плане данный участок относится к перемычке между Южно-Копейтяхинской и Восточно-Копейтяхинской антиклиналями. Местоположение куста 442 находится в некоторой эксклюзивной зоне распространения коллекторов пласта ЮВ1, с отличными от общей залежи УВ физическими свойствами, что возможно связано как с литолого-фациальными, так и с тектоническими факторами. Данный вопрос требует отдельного изучения.

При сопоставлении участков повышенной интенсивности оси синфазности, соответствующим зонам отсутствия нефтенасыщения, с данными фактической добычи эксплуатационных скважин, получено подтверждение в 60% случаев.

Для подтверждения и сопоставления полученных результатов по насыщению коллекторов пласта ЮВ1 при динамическом анализе с фактическими данными состава добываемой продукции из эксплуатационных скважин рассмотрен пример восточной части залежи пласта ЮВ1. Район по динамическому анализу характеризуется отсутствием углеводородов, либо водо-нефтенасыщением. Обширная область на временном сейсморазрезе отмечена желто-оранжевой окраской (рис. 5).

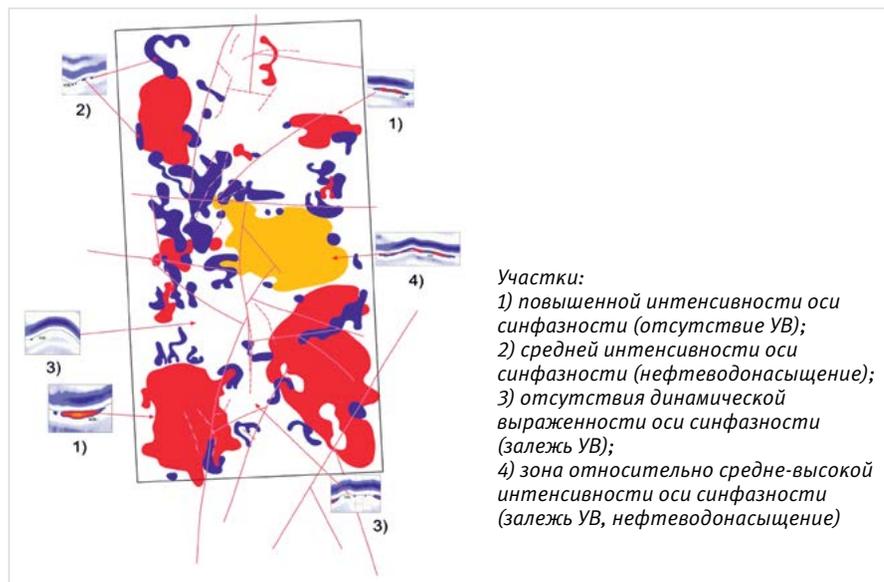


Рис. 1 — Схема изменения интенсивности амплитуды сейсмической волны, иллюстрирующая дифференциацию водонасыщенных, нефтеводонасыщенных и нефтенасыщенных участков коллекторов пласта ЮВ1 васюганской свиты Западно-Повховского участка

На данном участке практически все добывающие скважины при запуске давали безводную нефть (рис. 6), за исключением скважин № 7300, 7316, имеющих пониженные гипсометрические глубины с интерпретацией электрокаротажа по пласту ЮВ1 как водонасыщенные (рис. 7). Остальные скважины имеют нефтенасыщенную кровельную часть продуктивного пласта. Анализ эксплуатации скважин показал: скважина № 7100 (толщина нефтенасыщения — 4 м, регрессивный характер разреза) начала резко обводняться через полтора года;

скважина № 7106 (толщина нефтенасыщения — 2 м) начала резко обводняться через 6 месяцев; № 7100 (толщина нефтенасыщения — 4 м, трансгрессивный тип разреза) резко обводнилась после проведения ГРП через 1 год.

Таким образом, можно сделать вывод, что большая часть пласта вышеперечисленных скважин водонасыщена и водонефте-насыщена. Скорость прорыва пластовой воды зависит от типа разреза и от создания сообщения по всей мощности пласта искусственными методами при интенсификации призабойной зона пласта (ПЗП).

При динамическом анализе атрибута осей синфазности, зоны интерпретируются как водонасыщенные при наличии нефтенасыщенной части пласта меньшей, относительно водонасыщенной и при высокой подвижности воды.

По мере приближения или удаления от зон тектонических нарушений уменьшается или увеличивается водонасыщение продуктивных пород (рис. 8).

В плане, на карте динамического анализа мгновенного ускорения, выявленной тектонической обстановки, отмеченный по

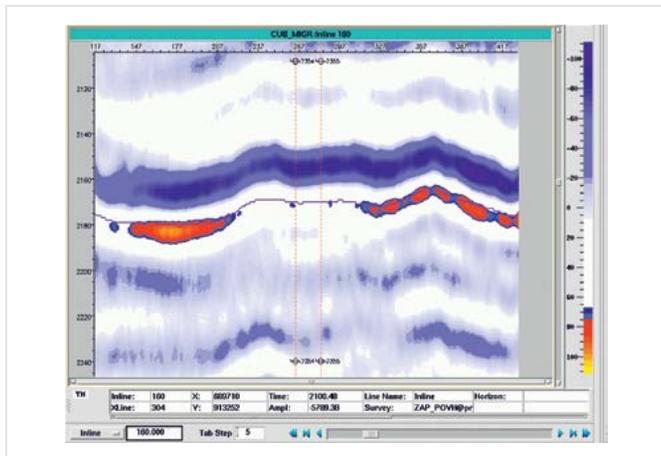


Рис. 2 — Временной разрез по линии InLine 160. Участки повышенной интенсивности оси синфазности ЮВ1 (отсутствие УВ) и отсутствия динамической выраженности оси синфазности (залежь УВ) Западно-Повховского участка

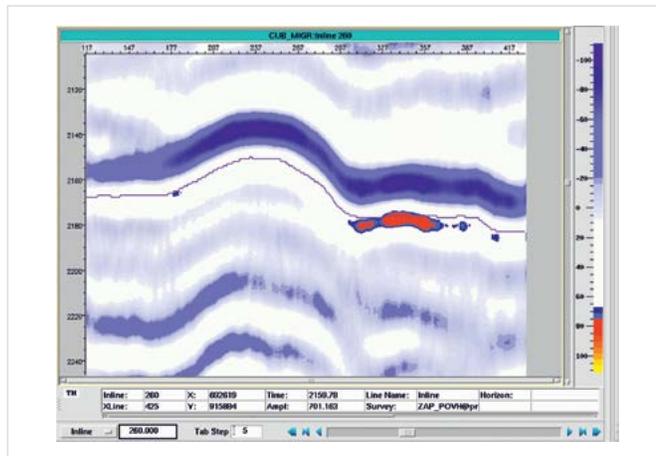


Рис. 3 — Временной разрез по линии InLine 260. Участки повышенной интенсивности оси синфазности пласта ЮВ1 (отсутствие УВ) и отсутствия динамической выраженности оси синфазности (залежь УВ) Западно-Повховского участка

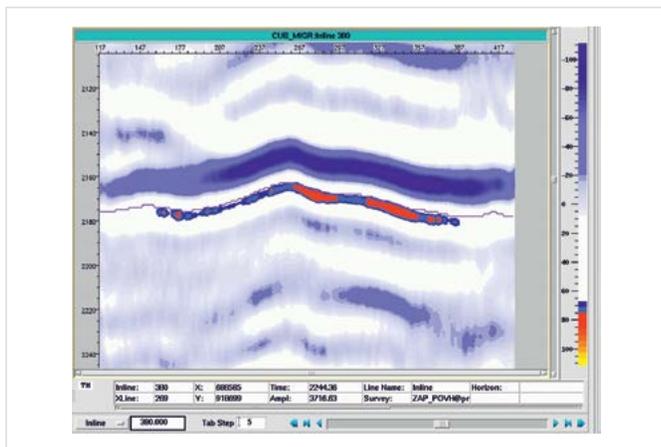


Рис. 4 — Временной разрез по линии InLine 260. Зона относительно средне-высокой интенсивности оси синфазности пласта ЮВ1 (залежь УВ, нефтеводонасыщение) Западно-Повховского участка

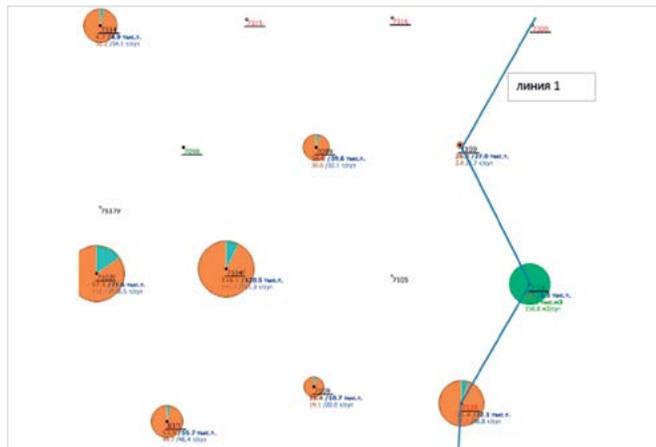


Рис. 6 — Выкопировка карты разработки по участку скважин №№ 7106, 7300 пласта ЮВ1 Западно-Повховского участка на момент запуска скважин в работу

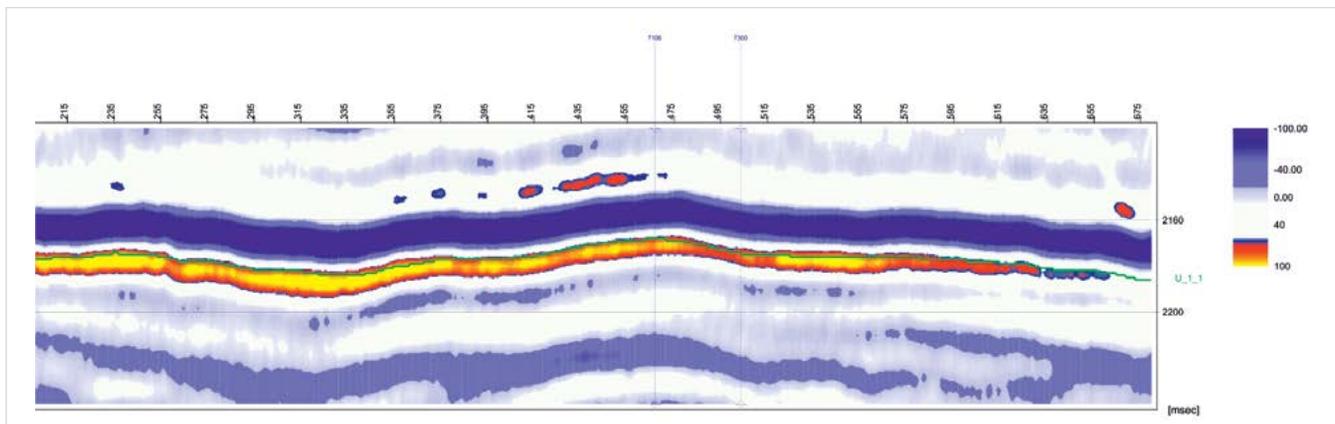


Рис. 5 — Временной разрез по линии InLine 377 с распределением интенсивности оси синфазности по пласту ЮВ1, район скважин №7106, 7300 Западно-Повховского участка

рисунку участок повышенной водонасыщенности располагается в зоне спокойной обстановки (рис. 9).

На Северо-Повховском участке данный анализ не выполнялся в виду невозможности получения приемлемых результатов из-за низкого качества сейсмического материала.

Итоги

В результате проведенной работы оценены возможности применения результатов динамического анализа для определения насыщенности пород коллекторов.

Выводы

Результаты анализа разработки залежи нефти по Западно-Повховскому участку и

переинтерпретации 3D сейсморазведки указывают на возможность использования методики по определению насыщенности продуктивных пород при оценке потенциальных запасов новых участков на более качественном уровне, указывает на появление дополнительных рисков получения обводнённой продукции.

Можно с уверенностью говорить о получении инструмента по прогнозированию насыщенности коллекторов на основе динамического анализа, подтверждаемое работой добывающих скважин.

Зависимость между длительностью безводной эксплуатации добывающих скважин от расстояния до тектонических нарушений верхнеюрских продуктивных отложений

была так же получена и в других районах Западной Сибири. Исследователями отмечается влияние разломов на удалении до 1,5 км.

Выявлена закономерность в увеличении обводнённости продукции при удалении от зоны тектонических нарушений. Подтверждение результатов динамического анализа по определению насыщенности пород коллекторов составляет порядка 60%.

Список литературы

1. Афонин Д.Г. Обоснование степени влияния разломов на эффективность работы скважин // Бурение и нефть. 2008. № 9. С. 22–25.
2. Попов И.П., Томилов А.А., Авершин Р.В. и др. Новые технологии в нефтегазовой геологии и разработке месторождений // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2014. № 3. С. 51–58.
3. Салимов Ф.С. Особенности строения пласта ЮВ1 Западно-Повховского участка, выявленные по данным динамического анализа сейсмического волнового поля. Проблемы повышения эффективности разработки нефтяных месторождений на поздней стадии: Материалы международной научно-практической конференции. Казань, 2015. С. 257.
4. Тимурзиев А.И. Особенности контроля продуктивности скважин на месторождениях Западной Сибири, осложнённых структурами горизонтального сдвига // Нефтяное хозяйство. 2010. № 10. С. 76–80.
5. Малец О.Н., Турдыматов А.Н., Султанов Ш.Х., Андреев В.Е., Котенев Ю.А. Использование статистических методов

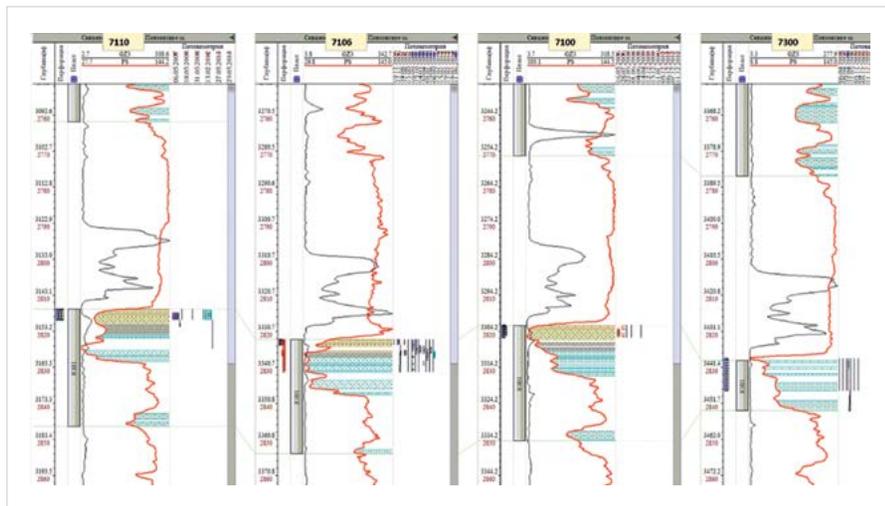


Рис. 7 — Геологический профиль пласта ЮВ1 Западно-Повховского участка по линии скважин 1

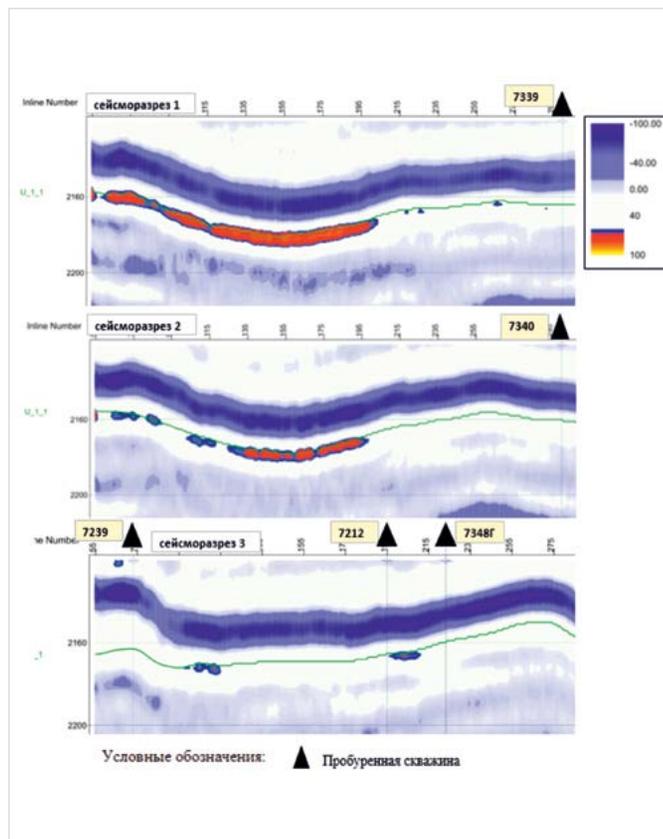


Рис. 8 — Временной разрез по линиям InLine 187, 207, 247 с распределением интенсивности оси синфазности по пласту ЮВ1 в южной части залежи

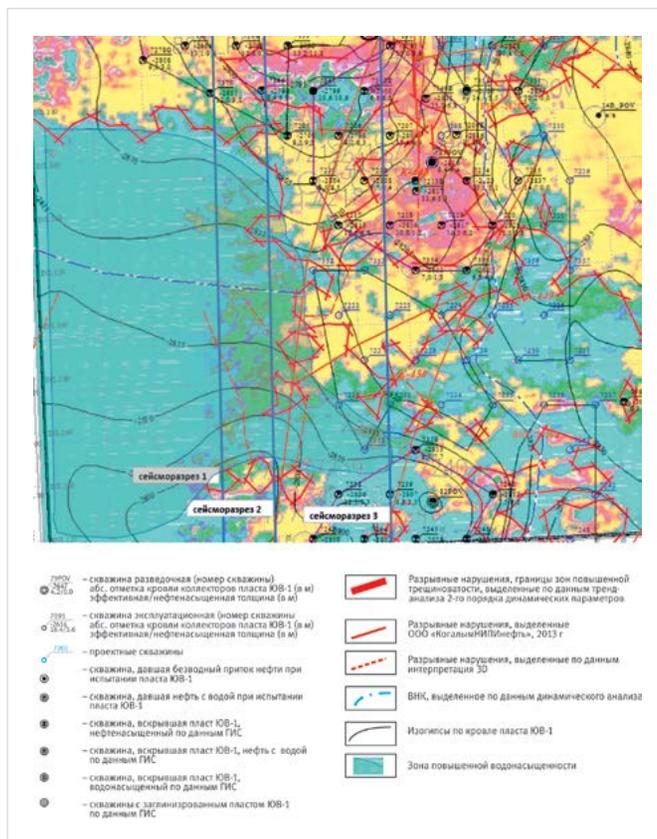


Рис. 9 — Совмещение в плане зоны повышенной водонасыщенности с распределением мгновенного ускорения по пласту ЮВ1 Западно-Повховского участка, в южной части залежи

обработки геологической информации для объективной и качественной классификации продуктивных пластов // Нефтепромысловое дело. 2008. №2. С. 4–6.

6. Каждан М.В., Котенев Ю.А., Султанов Ш.Х., Дулкарнаев М.Р. Восстановление литолого-фациальной обстановки формирования продуктивного горизонта

с использованием современных геоинформационных технологий // Нефтегазовое дело. 2013. №6. С. 103–125.

7. Дулкарнаев М.Р., Котенев Ю.А., Султанов Ш.Х., Каждан М.В., Габитов А.А. Дифференциация продуктивного пласта по литолого-фациальным зонам на основе электрометрических моделей кривых альфа-ПС для обоснования технологий

доизвлечения нефти // Нефтегазовое дело. 2013. №6. С. 81–102.

8. Котенев Ю.А., Султанов Ш.Х., Каждан М.В., Муслимов Б.Ш. Методика построения лито-фациальных схем-карт для анализа процесса формирования пласта ЮС1 Восточно-Сургутского месторождения // Экспозиция Нефть Газ. 2015. №6 (45). С. 34–36.

ENGLISH

GEOPHYSICS

The assess the possibility of applying the results of dynamic analysis of 3D seismic surveys for determining the saturation of reservoir rocks

UDC 550.3

Authors:

Farid S. Salimov — chief of technology officer improve oil recovery¹

Alexander V. Lyalin — Ph.D., chief of monitoring seismic geological models department²

Shamil Kh. Sultanov — Sc.D., professor³; ssultanov@mail.ru

¹LLC "LUKOIL-Western Siberia" "Povhneftegaz", Kogalym, Russian Federation

²LLC "LUKOIL-Engineering", Moscow, Russian Federation

³FSBEI HPE, Ufa State Petroleum Technological University (USPTU), Ufa, Russian Federation

Abstract

The reasoning behind the method of predicting saturation coefficient according to the results of dynamic analysis of a wave pattern. The analysis of the attribute "intensity amplitude seismic waves" were selected and reviewed 4 plot intensity axis of correlation.

Materials and methods

The study used the results of the analysis of development of oil deposits in West-Povkhovskoye site and preintermediate 3D seismic data.

Results

The result of this work evaluated the possibility of applying the results of dynamic

analysis for determining the saturation of reservoir rocks.

Conclusions

The results of the analysis of development of oil deposits in West-Povkhovskoye site and preintermediate 3D seismic surveys indicate the possibility of using the methodology to determine the saturation of a productive species when evaluating potential stocks of new sites on a more qualitative level, indicates the occurrence of additional risks of getting watered products. It's safe to talk about a tool for the prediction of the saturation coefficient based on the dynamic analysis confirm the work of wells. The relationship between

the duration of the anhydrous operation of producing wells on the distance to tectonic disturbances of the upper Jurassic productive deposits was also obtained in other regions of Western Siberia]. Researchers noted the impact of faults at a distance of 1.5 km. The regularity in water production increases with distance from the zone of tectonic disturbances. Confirmation of the results of dynamic analysis for determining the saturation of reservoir rocks is about 60%.

Keywords

the intensity axis of correlation, 3D seismic, saturation, reservoir

References

1. Afonin D.G. *Obosnovanie stepeni vliyaniya razlomov na effektivnost' raboty skvazhin* [Substantiation of the degree of influence of breaking on an efficiency of the wells working]. *Burenie i nef't*, 2008, issue 9, pp. 22–25.
2. Popov I.P., Tomilov A.A., Avershin R.V. and oth. *Novye tekhnologii v nef'tegazovoy geologii i razrabotke mestorozhdeniy* [New technologies to be applied in petroleum geology and fields development]. *Geologiya, geofizika i razrabotka nef'tyanykh i gazovykh mestorozhdeniy*, 2014, issue 3, pp. 51–58.
3. Salimov F.S. *Osobennosti stroeniya plasta YuV1 Zapadno-Povkhovskogo uchastka, vyavlennoye po dannym dinamicheskogo analiza seymicheskogo volnovogo polya*. [Features of structure formation of JuV1 West Puhovskaja of the site, identified according to dynamic analysis of seismic wave field]. Problems of increasing the efficiency of oil fields development at the late stage. Materials of the international scientific practical conference. Kazan, 2015, p. 257.
4. Timurziev A.I. *Osobennosti kontrolya produktivnosti skvazhin na mestorozhdeniyakh Zapadnoy Sibiri, oslozhnennykh strukturami gorizonta'nogo sdviga* [Features of wells deliverability control in Western Siberia fields, complicated by horizontal fault structures]. *Oil industry*, 2010, issue 10, pp. 76–80.
5. Malets O.N., Turdymatov A.N., Sultanov Sh.Kh., Andreev V.E., Kotenev Yu.A. *Ispol'zovanie statisticheskikh metodov obrabotki geologicheskoy informatsii dlya ob'ektivnoy i kachestvennoy klassifikatsii produktivnykh plastov* [Application of statistic methods for processing geological data for objective and qualitative classification of production layers]. *Oilfield engineering*, 2008, issue 2, pp. 4–6.
6. Kazhdan M.V., Kotenev Yu.A., Sultanov Sh.Kh., Dulkaernaev M.R. *Vosstanovlenie litologo-fatsial'noy obstanovki formirovaniya produktivnogo gorizonta s ispol'zovaniem sovremennykh geoinformatsionnykh tekhnologiy* [Recovery of productive horizon litho-facial environment forming with using of modern geoinformation technologies]. *Oil and gas Business*, 2013, issue 6, pp. 103–125.
7. Dulkaernaev M.R., Kotenev Yu.A., Sultanov Sh.Kh., Kazhdan M.V., Gabitov A.A. *Differentsiatsiya produktivnogo plasta po litologo-fatsial'nykh zonam na osnove elektrometricheskikh modeley krivykh al'fa-PS dlya obosnovaniya tekhnologiy doizvlecheniya nef'ti* [Productive horizon differentiation by litho-facial zones based on the sp-log electrometric models for justification of the enhanced oil recovery technologies]. *Oil and gas business*, 2013, issue 6, pp. 81–102.
8. Kotenev Yu.A., Sultanov Sh.Kh., Kazhdan M.V., Muslimov B.Sh. *Metodika postroeniya lito-fatsial'nykh skhem-kart dlya analiza protsesssa formirovaniya plasta YuS1 Vostochno-Surgut'skogo mestorozhdeniya* [Method of creation the litho-facial scheme-maps for analysis of Vostochno-Surgutskoe field YUS1 East Surgut deposit]. *Exposition Oil Gas*, 2015, issue 6 (45), pp. 34–36.