

ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ, РАЗВЕДКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

УДК 553.982.23.05:470.51+470.53+470.342

Перспективы поисков неантиклинальных ловушек углеводородов в терригенных отложениях девона на территории северных районов Волго-Урала

Н. Е. Соснин, В. М. Попов, С. В. Макарова, Н. С. Горюшкина,
Л. А. Перетягина

АО «Камский научно-исследовательский институт комплексных исследований глубоких и сверхглубоких скважин» (АО «КамНИИКИГС»),

614016, г. Пермь, ул. Краснофлотская, 15. E-mail: sgfq@mail.ru

(Статья поступила в редакцию 7 сентября 2021 г.)

Северные районы Волго-Уральской нефтегазоносной провинции еще не исчерпали возможностей получения прироста запасов нефти и газа за счет структурных залежей, тем не менее назрела необходимость поисков неантиклинальных ловушек. Весьма перспективными на обнаружение здесь ловушек углеводородов неантиклинального типа являются девонские терригенные отложения. Проведена типизация неантиклинальных ловушек, развитых в пределах нефтеперспективных земель изучаемой территории. В соответствии с проведенной типизацией на основе геолого-геофизических критериев выделены шесть зон распространения неантиклинальных ловушек, перспективных на обнаружение промышленных скоплений углеводородов.

Ключевые слова: *фация, неантиклинальные ловушки, нефть, газ, углеводороды, залежь.*

DOI:10.17072/psu.geol.20.4.369

Введение

Северные районы Волго-Уральской нефтегазоносной провинции сохраняют еще значительный потенциал получения приростов запасов нефти и газа за счет структурных залежей. Однако проведенные на их территории многолетние поисковые и разведочные работы привели к истощению фонда ловушек на антиклинальных поднятиях. В то же время в этих районах имеется значительный резерв прироста запасов нефти и газа за счет выявления залежей в ловушках неантиклинального типа. Поэтому для обеспечения прироста запасов и поддержания добычи нефти и газа на достигнутом уровне одновременно с продолжающимися поисково-разведочными работами на антиклинальных поднятиях необходимо проводить целенаправленные поиски залежей в ловушках, свя-

занных с органогенными постройками, зонами выклинивания, стратиграфического несогласия, тектонического экранирования и фациального замещения отложений. В настоящей статье рассмотрены перспективы обнаружения неантиклинальных ловушек УВ в отложениях терригенного девона на территории Пермского края, Удмуртской Республики и Кировской области.

Типизация неантиклинальных ловушек

В результате региональных литолого-палеогеографических исследований (Балашова и др., 1978; Гассанова, 1975; Михайлова, 1977; Михайлова, 1968; Сташкова и др., 2015) были установлены благоприятные условия для формирования неантиклинальных ловушек в терригенных отложениях девона исследуемой территории и высоко оце-

нены перспективы их поисков. Изучаемая территория в девонский век представляла собой преимущественно обширную прибрежную равнину, периодически заливавшуюся морем, и лишь на небольшой ее части в различное время существовал мелководно-морской режим осадконакопления. Источником обломочного материала являлись Северо-Татарский, Котельничский, Сысольский, Коми-Пермяцкий и Башкирский своды. Зона наиболее интенсивного осадконакопления в ардатовское и муллинское время являлась Верхнекамская впадина, в пашийское и тиманское время – Казанско-Кажимский авлакоген (особенно его северная часть). С Коми-Пермяцкой и Башкирской палеосуши стекало большое количество рек, что привело к широкому развитию течений, направленных по нормали к берегу. Русловые фации древних рек выделены и на восточном склоне Северо-Татарской палеосуши. По рекам обломочный материал выносился из области денудации в прибрежное мелководье, где песчаные образования слагают зоны пляжей, аккумулятивные тела подводных валов, баров и кос. На более активный волновой режим у более крутого берега Северо-Татарской палеосуши указывает большая песчаность разреза, низкая глинистость отложений, присутствие более крупных фракций, чем у берегов Башкирской палеосуши (Шик, 1983). В результате в прибрежной области Северо-Татарской палеосуши оказались широко распространены песчаные тела типа баров и подводных валов, ориентированные субпараллельно береговой линии. Бары сложены песчаниками морского происхождения, их формирование обусловлено сменой направлений подводных течений, уменьшением их скорости, а также волновыми движениями вдоль склонов подводных палеоподнятий. Баровые песчаники отличаются хорошей отсортированностью и обладают отличными коллекторскими свойствами. Разновозрастные песчаные аккумулятивные тела в девонских терригенных отложениях закартированы на Можгинской, Кокарской, Акаршурской, Архангельской, Сектырской, Люкской, Нылгинской, Ягульской, Южно-Киенгопской, Есенейской, Июльской, Игринской, Чутырской, Красногорской, Восточно-Красногорской, Лозо-

люкской, Балезинской, Сардайской площадях.

Авторами статьи проведена работа по выделению коллекторов и оценке их количественных характеристик на базе стандартного комплекса промыслово-геофизических исследований, принятого для нефтяных скважин. Были определены эффективная мощность и пористость коллекторов, построены карты распространения данных параметров.

В формировании неантиклинальной ловушки главная роль принадлежит факторам, нарушающим согласное залегание пород. Это может быть литологическое изменение разреза по латерали (когда пласт-коллектор либо выклинивается, либо, фациально изменяясь, замещается непроницаемыми породами), стратиграфическое и угловое несогласие в залегании пород, разрывное нарушение, т.е. неантиклинальные ловушки формируются под действием литологических, стратиграфических, тектонических факторов. Палеогеографические и тектонические особенности формирования девонской терригенной толщи предопределили распространение на территории северных районов Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, согласно генетической классификации Н. С. Окновой и др. (Окнова и др., 1999), следующих типов неантиклинальных ловушек: литологически ограниченных, литологически экранированных, стратиграфически экранированных, тектонически экранированных (рис. 1). Нередко наблюдается комбинация типов ловушек.

Локализация зон распространения неантиклинальных ловушек

В соответствии с выполненной типизацией неантиклинальных ловушек углеводородов на территории северных районов Волго-Уральской НГП установлены и локализованы зоны их распространения для девонского терригенного комплекса (рис. 2).

Большая часть месторождений Удмуртской Республики (12 из 20) располагается на Северо-Татарском своде. Для этой территории характерна высокая тектоническая активность, вследствие чего девонские структуры разбиты на отдельные блоки, к кото-

рым приурочена, как правило, изолированная залежь.

Зона I с тектонически экранированным типом ловушек выделена на территории Удмуртской Республики в юго-западной части Северо-Татарского свода – восточнее Кукморского выступа на юге и Вавожского вала – на севере. Зона соответствует Мамадышско-Коккарскому прогибу по фундаменту и целому ряду субмеридиональных валов – по палеозойским отложениям. Все они имеют северо-восточное простирание. Восточная граница зоны в целом совпадает с Казаковско-Гремихинской внутриформационной зоной органогенных построек Камско-Кинельской системы палеовпадин. Выявленные здесь залежи нефти от Покровского месторождения на юге и Архангельского в южной части Можгинской впадины до Есенеяского на севере – тектонически экранированные.

Кроме того, территория данной зоны является перспективной на обнаружение в тиманской и пашийской толщах ловушек, представляющих собой песчаные аккумулятивные тела, обладающие высокими ёмкостными свойствами. При условии перекрытия этих тел глинисто-ариллитовыми слоями достаточной мощности вероятность открытия здесь залежей нефти возрастает.

Зона II, выделенная также по принципу вероятного распространения ловушек тектонически экранированного типа, занимает территорию в юго-восточной части Удмуртской Республики (в тектоническом отношении это юго-западная часть Верхнекамской впадины), включающую Андреевский и Иванаевский валы. Северное окончание этих валов до сих пор остается недоизученным, и постановка исследовательских сейсмических работ здесь может решать двойную задачу. В границах данной зоны расположено Азинское нефтяное месторождение, залежь которого приурочена к тектонически экранированной ловушке. Наряду с тектоническим нарушением юго-восточного крыла ловушки, по ее западному крылу глубоким бурением установлено фациальное замещение коллектора. Также на Ижевском месторождении на северном его куполе ловушка девонской залежи является литологически экранированной. Таким образом, для выделенной на

данной территории Удмуртии зоны II характерно развитие литологически и тектонически экранированных ловушек углеводородов.

Зона III охватывает южные земли территории Пермского края, в тектоническом отношении занимающие северную часть Бымско-Кунгурской моноклинали, Бабкинскую седловину и юг Верхнекамской впадины. По сути, эта зона соответствует южному склону Краснокамско-Чусовского прогиба по палеогеографической обстановке эмско-тиманского времени формирования терригенной толщи девонского периода. Активность тектонических процессов отразилась на унаследованности разломных дислокаций, проникающих и в ниже-среднедевонские терригенные толщи.

Западная граница зоны совпадает с западным склоном Куединского вала, имеющего северо-западное направление. Примером тектонически экранированного типа могут служить ловушки тиманских залежей Андреевского, Туркинского, Чебакского месторождений, расположенных в данной зоне. Зоне III соответствуют наиболее значительные площади перспективных земель нераспределенного фонда недр, изученность которых сейсморазведочными методами явно недостаточна.

Зона IV выделена также на территории Пермского края, имеет еще большую площадь и протяжение от границы зоны III субмеридионально на север – до границы Волго-Уральской провинции. Данная зона включает сопредельные территории Камского, Пермского сводов и Висимской впадины с землями Предуральяского краевого прогиба. При этом территория Висимской впадины входит в зону практически полностью, а территория Пермского свода – большей частью. Целый ряд залежей нефти, открытых здесь в отложениях девонского терригенного комплекса (в основном, тиманского возраста), приурочен к ловушкам, представленным типом фациального замещения коллекторов (Краснокамское, Северокамское, Зоринское, Кузнецовское и Чердынское месторождения). Залегание пород-коллекторов пашийского и тиманского возраста среди глинистых и алевроито-глинистых толщ на склонах крупных тектонических элементов опреде-

ляет благоприятные условия для образования литологических замещений как регионального, так и локального характера.

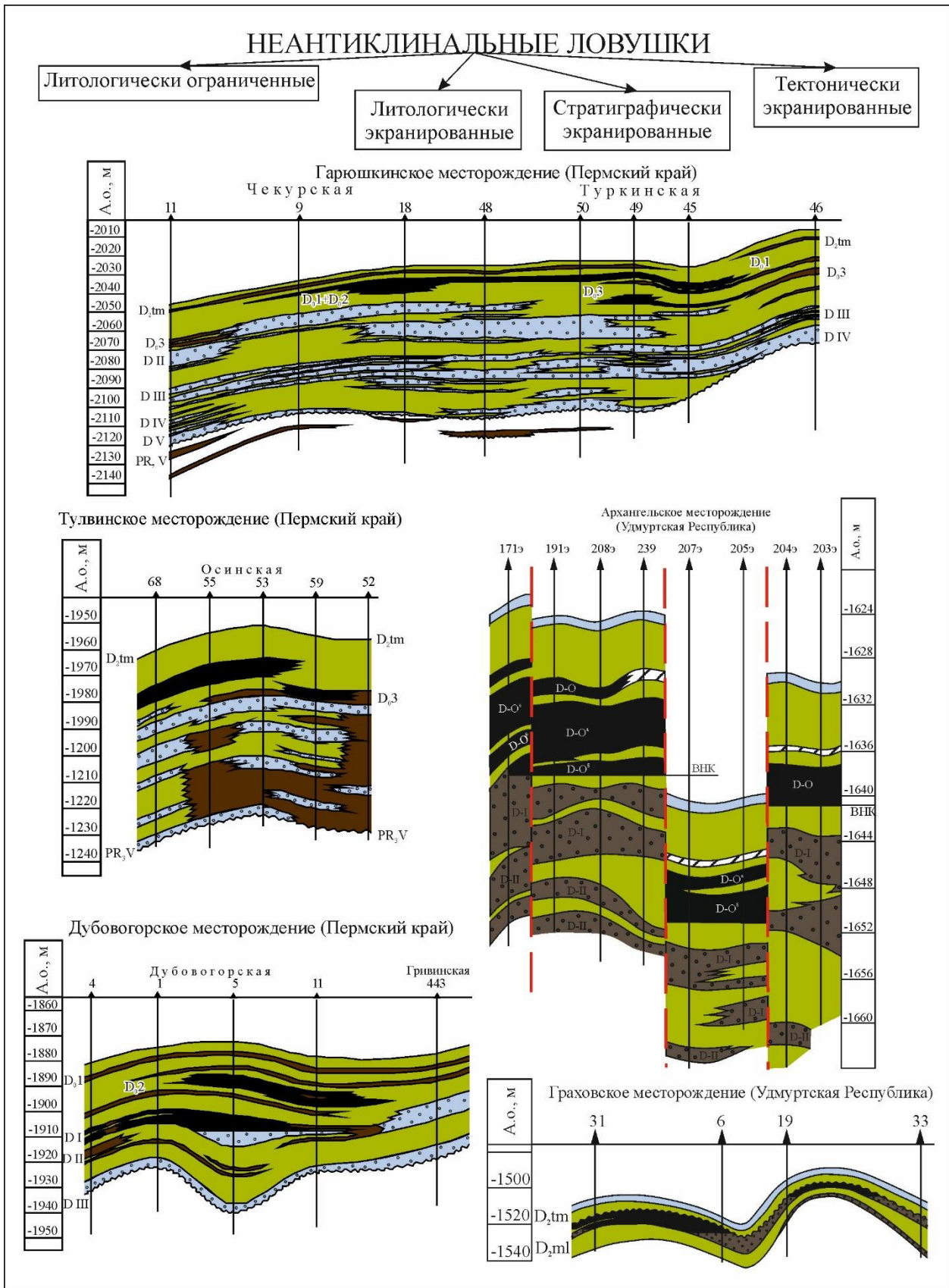
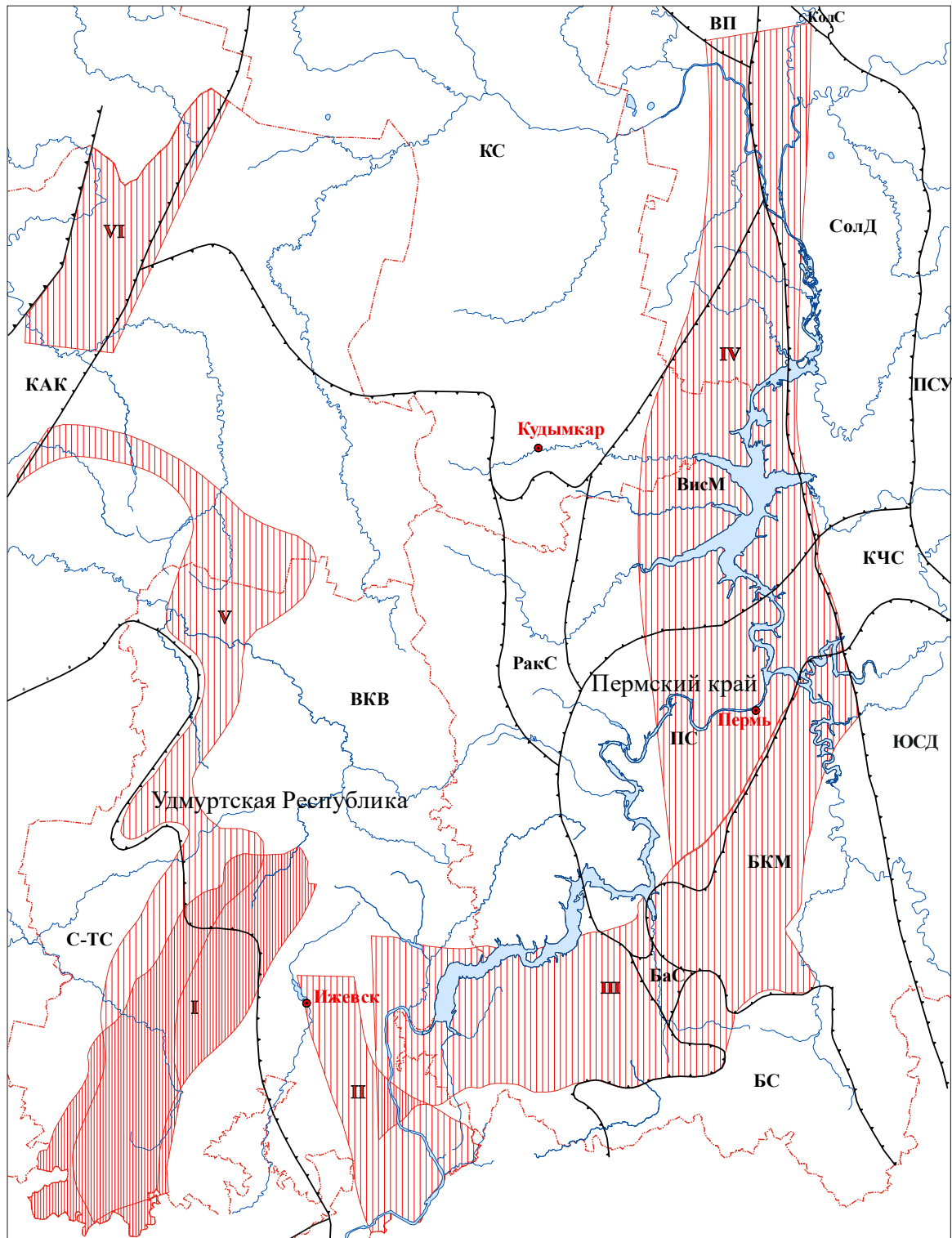


Рис. 1. Типы неантиклинальных ловушек в терригенных отложениях девона



Условные обозначения:

- административная граница субъекта РФ
- административный центр
- гидросеть
- граница тектонического элемента I порядка
- перспективная зона для отложений девонского терригенного НК

Тектонические элементы I порядка:

- | | | | |
|------|--------------------------------|------|-------------------------------|
| ПСУ | Передовые складки Урала | СолД | Соликамская депрессия |
| ВКВ | Верхнекамская впадина | КС | Камский свод |
| ВП | Вычегодский прогиб | БаС | Бабкинская седловина |
| БС | Башкирский свод | БКМ | Бымско-Кунгурская моноклираль |
| ВИСМ | Висимская моноклираль | ПС | Пермский свод |
| ЮСД | Юрюзано-Сылвенская депрессия | РАКС | Ракшинская седловина |
| КЧС | Косьюинско-Чусовская седловина | С-ТС | Северо-Татарский свод |
| КОЛС | Колвинская седловина | ККА | Казанско-Кажимский авлакоген |

Рис. 2. Схема распространения зон неантиклинальных ловушек, перспективных на обнаружение промышленных скоплений УВ в девонском терригенном комплексе

Зона V. С точки зрения регионального распространения отложений описываемого комплекса, сокращение их мощности наблюдается в западном направлении в сторону Кукморского и Удмуртского выступов Северо-Татарского свода (Удмуртская Республика). Это происходит за счет выпадения из разрезов отдельных слоев, пачек и горизонтов, что создает благоприятные условия для поисков неантиклинальных ловушек, относящихся к типу фациального замещения коллекторов. Наиболее перспективной в этом смысле является зона регионального выклинивания отложений пашийского горизонта. Данная зона «описывает» с востока Северо-Татарский свод, примыкая к зоне I. Перспективы этой территории связываются с процессами миграции углеводородов из зон их генерации, которыми служат депрессионные части палеопрогибов и палеорек. Зона V примыкает с запада к зоне I, частично перекрывая ее. Ширина ее может варьировать от 3 до 5–6 км. Естественно, эта зона требует более тщательного изучения региональными (зонально-региональными) методами сейсморазведки.

Зона VI с нефтеперспективными отложениями девонского терригенного комплекса выделена на территории Кировской области в северной части Казанско-Кажимского авлакогена. Зона приурочена к Гавриловской валообразной зоне, по результатам сейсмических исследований которой установлен стратиграфически экранированный тип ловушек в толще тиманских отложений. На временном разрезе этой зоны усматривается разделение валообразной зоны на Западно-Гавриловский и Гавриловский валы, на которых верхняя часть тиманской толщи «срезана» и перекрыта карбонатными породами верейского терригенно-карбонатного комплекса (рис. 3). Так же четко это прослеживается и на структурных картах вышеназванных нефтегазоносных комплексов, где по поверхности тимана закартированы цепочки локальных, меридионально вытянутых структур, а по поверхности нижнетиманского репера данная территория представляет моноклиальный склон, погружающийся в сторону западного борта авлакогена (рис. 4, 5).

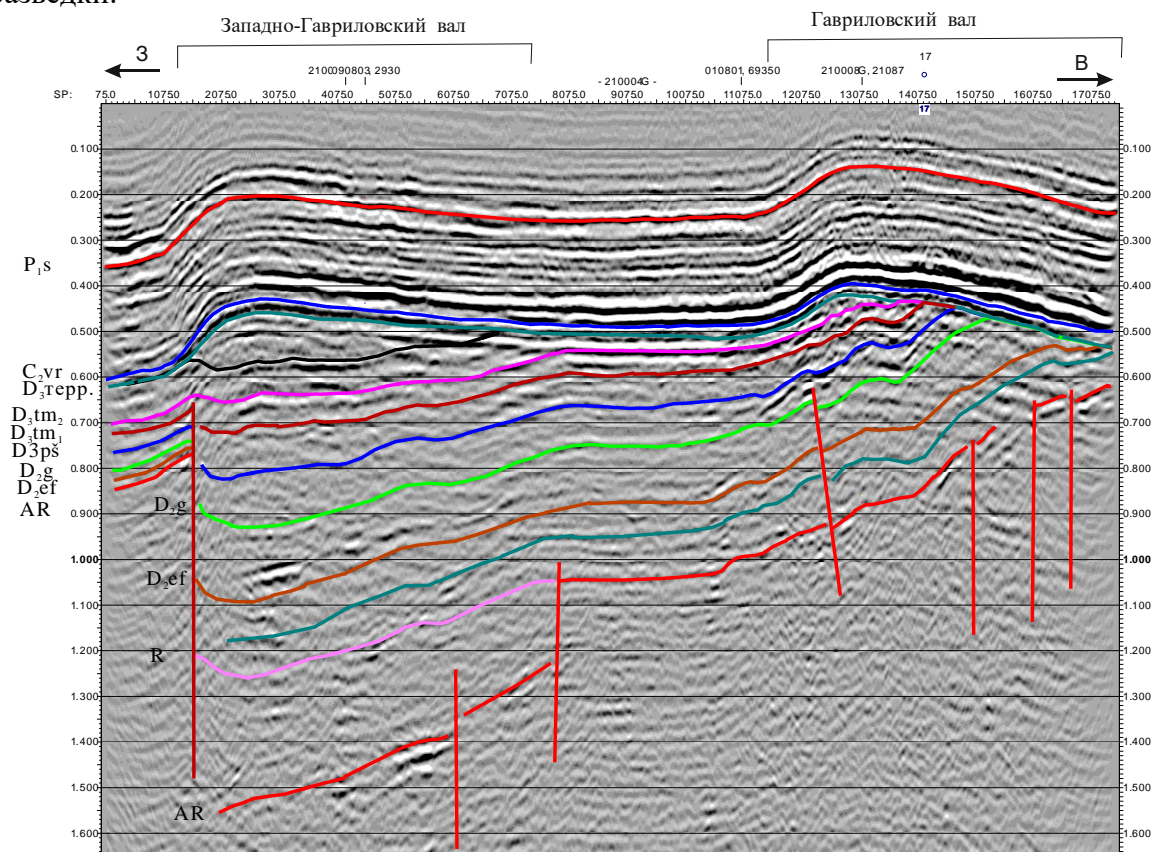


Рис. 3. Отображение эрозионного среза разновозрастных отложений терригенного девона в сейсмической записи по профилю 210004G (Гавриловская площадь)

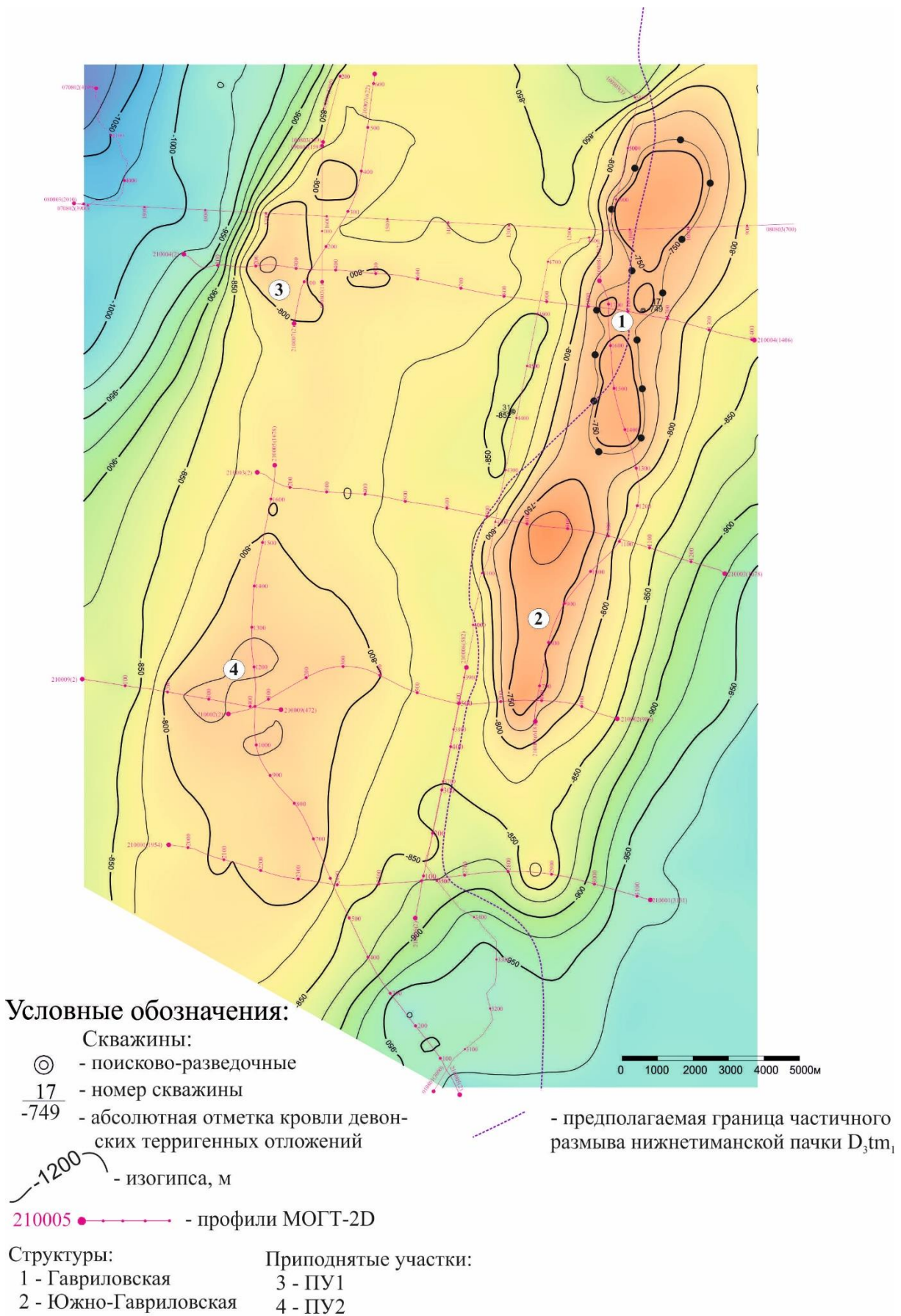


Рис. 4. Гавриловский участок. Структурная карта ОГ D3терр.

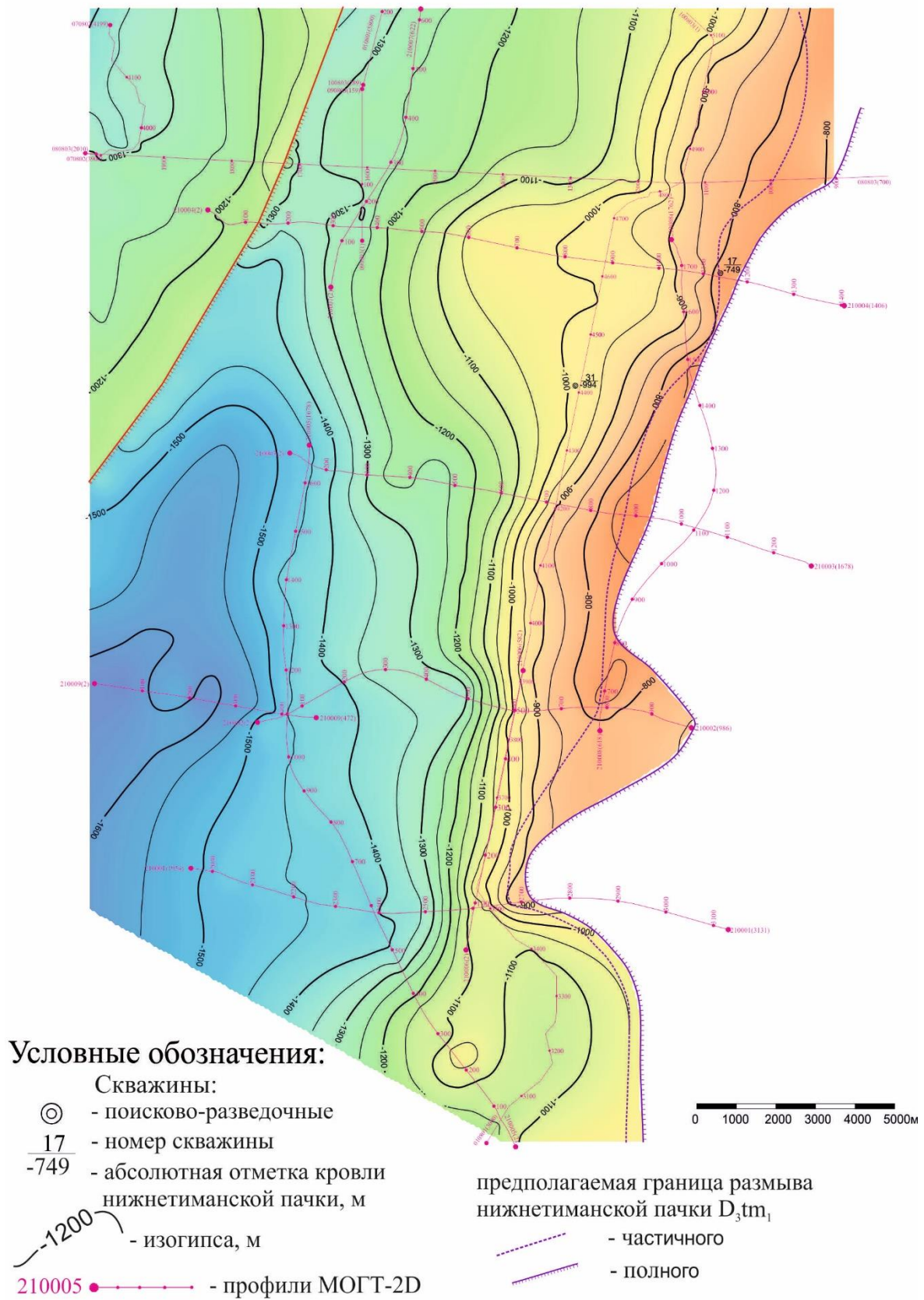


Рис. 5. Гавриловский участок. Структурная карта ОГ D_3tm_1

Южнее Гавриловского участка на восточном борту Казанско-Кажимского авлакогена, где толща отложений девонского возраста дислоцирована серией тектонических нарушений разломно-сбросового характера, по волновой картине временного разреза по профилю 412005 можно предположить наличие ловушек тектонически экранированного типа в тиманской (возможно и пашийской) части разреза. Это возможно, конечно, если сейсмопрофилями вкрест продолжения вышеприведенного профиля подтвердится наличие антиклинального перегиба в тиманских пластах. Кроме того, по данным бурения должен быть установлен коллектор с достаточно хорошими емкостными свойствами, а также подтверждено наличие регионально выдержанной и надежной покрышки.

Заключение

Терригенные отложения девона на территории северных районов Волго-Уральской нефтегазоносной провинции перспективны на поиски неантиклинальных ловушек экранированных, стратиграфически экранированных, тектонически экранированных. Нередко встречаются комбинации типов ловушек. Прослежены шесть зон их распространения.

Библиографический список

Байдова И. К. Перспективы поисков литологически экранированных залежей нефти на склонах Татарского свода // Геология нефти и газа. 1972. № 2. С. 18–25.

Балашова М. М., Атласман Ю. Е., Денисов А. И. и др. Разработка методики поисков неантиклинальных ловушек нефти и газа в север-

ных районах Урало-Поволжья. Пермь: КО ВНИГНИ, 1978. 177 с.

Балашова М. М., Салай А. П. Влияние литологического фактора на размещение нефтяных залежей в терригенной толще девона Прикамья // Труды ВНИГНИ (Камское отделение). Пермь: Перм. книж. изд-во, 1971. Вып. 117. С. 57–64.

Гассанова И. Г. Палеогеографические и палеоструктурные предпосылки поисков неантиклинальных ловушек нефти в пашийских и кыновских отложениях Урало-Поволжья // Литологические и структурно-литологические ловушки нефти и газа: труды ВНИГНИ. М., 1975. Вып. 173. С. 68–92.

Гостинцев К. К., Гроссгейм В. А. Стратиграфические и литологические залежи нефти и газа. Л.: Недра, 1969. 352 с.

Гусейнов А. А., Каледа Г. А., Самвелов Р. Г. и др. Литологические, стратиграфические и комбинированные ловушки нефти и газа. М.: Недра, 1978. 275 с.

Каледа Г. А., Шик Н. С. Тектонические закономерности размещения и нефтегазоносности баров // Литология и полезные ископаемые. 1975. № 5. С. 103–116.

Михайлова Н. А. Зоны выклинивания и неструктурные ловушки. М.: Наука, 1977. 92 с.

Михайлова Н. А. Палеогеография среднего и верхнего девона Кировской и Пермской областей и Удмуртской АССР. М.: Наука, 1968. 111 с.

Окнова Н. С., Трушкова Л. Я., Жарков А. М. и др. Проблема поисков залежей нефти и газа в неантиклинальных ловушках на рубеже веков // Нефтегазовая геология на рубеже веков: Спб., 1999. Т. 1. С. 207–216.

Сташкова Э. К., Фрик М. Г., Арасланова Р. М., Багаев А. Н. Терригенный девон Пермского края. Пермь: КамНИИКИГС, 2015. 140 с.

Шик Н. С. Генетические типы песчаных отложений и неантиклинальные ловушки в девонском нефтеносном комплексе северных районов Урало-Поволжья: дис. к.г.-м.н. М., 1983. 201 с.

UDC: 553. 982. 23. 05: 470.51+470.53+470.342

Prospects for Searching the Non-Anticline Hydrocarbon Traps in Devonian Terrigenous Deposits in the Northern Regions of the Volga-Urals

N. E. Sosnin, V. M. Popov, S. V. Makarova, N. S. Goryushkina,
L. A. Peretyagina

JSC Kama Research Institute for Integrated Research of Deep and Superdeep Wells

15 Krasnoflotskaya Str., Perm 614016, Russia. E-mail: sgfq@mail.ru

The northern regions of the Volga-Ural oil and gas province have not yet exhausted the potential in gaining in oil and gas reserves due to structural deposits. However, there is a need to search for non-anticline traps. Devonian terrigenous deposits are very promising for the detection of non-anticline hydrocarbon traps here. The typification of non-anticlinal traps was carried out. According to the typification, carried out on the basis of geological and geophysical criteria, six zones of distribution of non-anticlinal traps that are promising for the detection of industrial accumulations of hydrocarbons are identified.

Key words: *facies; non-anticline traps; oil; gas; hydrocarbons; deposit.*

References

- Baydova I.K.* 1972. Perspektivy poiskov litologicheskii ekranirovannykh zalezhey nefti na sklonakh Tatarskogo cvoda [Perspectives of the search for lithologically shielded oil deposits on the slopes of the Tatarskiy Arch]. *Geologiya nefti i gaza*, 2:18–25. (in Russian)
- Balashova M.M., Atlasman Yu.E., Denisov A.I. et al.* 1978. Razrabotka metodiki poiskov neantiklinalnykh lovushek nefti i gasa v severnykh rayonakh Uralo-Povolzhya [Development of a method for searching for non-anticline oil and gas traps in the northern regions of the Ural-Volga region]. Perm, KOVNIGNI, p. 177. (in Russian)
- Balashova M.M., Salay A.P.* 1971. Vliyaniye litologicheskogo faktora na razmeshcheniye neftnyanykh zalezhey v terrigennoy tolshche devona Prikamya [Influence of the lithological factor on the location of oil deposits in the terrigenous formation of the Devonian of the Kama region]. *In: Trudy VNIGNI (Kamskoe otdeleniye)*. Perm. knizh. izd-vo, Perm, 117:57–64. (in Russian)
- Gassanova I.G.* 1975. Paleogeograficheskie i paleostrukturnye predposylki poiskov neantiklinalnykh lovushek nefti v pashiyskikh i kynovskikh otlozheniyakh Uralo-Povolzhya [Paleogeographic and paleostructural prerequisites for the search for non-anticline oil traps in the Pashian and Kynov deposits of the Ural-Volga region]. *In: Litologicheskie i struktarno-litologicheskie lovushki nefti i gasa: Trudy VNIGNI*. Moskva, 173:68–92. (in Russian)
- Gostintsev K.K., Grossgeym V.A.* 1969. Stratigraficheskie i litologicheskie zalezhi nefti i gasa [Stratigraphic and lithologic deposits of oil and gas]. Leningrad, Nedra, p. 352. (in Russian)
- Guseynov A.A., Kaleda G.A., Samvelov R.G. et al.* 1978. Litologicheskie i kombinirovannyye lovushki nefti i gasa [Lithological, stratigraphic and combined oil and gas traps]. Moskva, Nedra, p. 275. (in Russian)
- Kaleda G.A., Shik N.S.* 1975. Tektonicheskie zakononomernosti razmeshcheniya i neftegasonosnost barov [Tectonic patterns of placement and oil and gas content of bars]. *Litologiya i poleznye iskopayemye*, 5:103–116. (in Russian)
- Mikhaylova N.A.* 1977. Zony vyklinivaniya i nestrukturnyye lovushki [Wedging zones and non-structural traps]. Moskva, Nauka, p. 92. (in Russian)
- Mikhaylova N.A.* 1968. Paleogeografiya srednego i verkhnego devona Kirovskoy i Permskoy oblastey i Udmurtskoy ASSR [Paleogeography of the Middle and Upper Devonian of the Kirov and Perm regions, and the Udmurt ASSR]. Moskva, Nauka, p. 111. (in Russian)
- Oknova N.S., Trushkova L.Ya., Zharkov A.M. et al.* 1999. Problema poiskov zalezhey nefti i gasa v neantiklinalnykh lovushkakh na rubezhe vekov [The problem of searching for oil and gas deposits in non-anticline traps at the turn of the century]. *In: Neftegazovaya geologiya na rubezhe vekov: Sankt-Peterburg*, 1:207-216. (in Russian)
- Stashkova E.K., Frik M.G., Araslanova R.M., Bagaev A.N.* 2015. Terrigennoy devon Permskogo kraya [Terrigenous Devonian of Perm Krai]. Perm, KamNIKIGS, p. 140. (in Russian)
- Shik N.S.* 1983. Geneticheskie tipy peschanykh otlozheniy i neantiklinalnye lovushki v devonskom neftenosnom komplekse severnykh rayonov Uralo-Povolzhya [Genetic types of sand deposits and non-anticline traps in the Devonian oil-bearing complex in the Northern regions of the Ural-Volga region]. *Diss. Kand of Sci.*, Moskva, p. 201. (in Russian)