

УТОЧНЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ БУГРОВСКОЙ СТРУКТУРЫ ПО ДАННЫМ АНАЛИЗА СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Бурова М.В., Савинкова Л.Д.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Целью исследования является детальное расчленение разреза, уточнение особенностей тектонического и геологического строения Бугровской структуры на основе комплексного анализа данных 3D сейсморазведки, бурения, ГИС и опробования скважин.

По материалам структурного и глубокого бурения установлено, что в геологическом строении структуры принимают участие породы кристаллического фундамента и осадочного чехла.

Кристаллический фундамент вскрыт несколькими скважинами и хорошо охарактеризован керном. В скв. № 33 фундамент залегает на глубине 4627,6 м, представлен гранодиоритами архейского возраста. В скв. № 34 фундамент вскрыт на глубине 4572 м; представлен метосоматитом (темно-серого цвета с гнездообразным скоплением плагиоклаза и кварца) и гранитом красного цвета с прожилками кварцита, скв. № 38 фундамент вскрыт на глубине 4614 м. Керн по скважине № 38 представлен мигматитом и кварцевым сланцем. На востоке структуры вскрытая часть разреза сложена полосчатым гранитом (скв. № 41) и коричневыми сланцами, перемятыми, с включениями невыветрелых кристаллических пород (скв. №№ 40, 47). Из интервала 4423-4430 м (скв. 43) в керне подняты амфиболиты зеленовато-коричневые, крупно-зернистые, сильно хлоритизированные и катаклизитированные с зеркалами скольжения (по трещинам гематизированные). В скв. № 45 в керне подняты мигматиты - жилки крупнозернистого биотитмикроклинового гранита пронизывают катаклизированную мелкозернистую породу гранитоидного состава, богатую темноцветами. В скв. № 49 керн представлен кварцитом (выход керна 12,5%) светло-серым и розоватым оттенком тонко-мелкозернистым, слабо трещиноватым. На юго-востоке площади кристаллический фундамент вскрыт в ряде скважин на абсолютных отметках от - 4021 м (скв. № 210) до - 4177 м (скв. № 77) на глубину 2-76 м. Породы фундамента представлены гнейсами, плагиогнейсами и сланцами, в верхней части развита кора выветривания мощностью 12-30 м. Интервальная скорость в пределах фундамента по данным сейсмокаротажа в скв. № 33 – 6000 м/с.

В разрезе осадочного чехла по условиям осадконакопления традиционно для Оренбургской области выделяются семь основных сейсмостратиграфических комплексов (ССК):

Первый ССК-1 – додевонский терригенный комплекс, на площади работ залегает на размытой поверхности фундамента; охватывает интервал разреза от верхнего протерозоя до эмского яруса нижнего отдела девона (P2- D_{1em}); развит в погружениях фундамента. ССК-1 представлен отложениями

рифейского промежуточного комплекса, выделенными в объеме леонидовской свиты. Комплекс сложен розовыми песчаниками, разномерными, кварцевыми, содержащими прослой алевролитов и аргиллитов. Наибольшая вскрытая толщина в районе работ составляет 96 м и установлена в скв. 205 к югу от участка. Пластовая скорость в породах ССК-1 составляет 5000 - 5800 м/с.

Второй ССК - эйфельско-нижнефранский терригенно-карбонатный комплекс охватывает интервал разреза: койвенский горизонт среднего девона (D_{2ef_1kv}), бийский горизонт среднего девона ($D_{2gv,vb}$), клинцовско-мосоловские отложения среднего девона (D_{2ef_2kl-ms}), черноморский горизонт среднего девона (D_{2ef_2cp}), воробьевский горизонт среднего девона ($D_{2gv,vb}$), ардатовский горизонт среднего девона ($D_{2gv,ard}$), муллинский горизонт среднего девона ($D_{2gv,ml}$), пашийский горизонт верхнего девона (D_{3fr_1psh}) и кыновский горизонт верхнего девона (D_{3fr_1kn}). Литологически комплекс представлен неравномерным чередованием пластов кварцевых песчаников (иногда с прослоями гравелитов), алевролитов, аргиллитов, органогенных и глинистых известняков доломитов и мергелей. Мощность комплекса составляет 402 м (скв. № 1 Новосергиевская), 432 м (скв. № 38) Бугровская, 397 м (скв. 47) Веселовская, 207 м (скв. 212) Лебяже-Лапасская. В интервалах с преобладанием карбонатных разностей пластовые скорости составляют 5390-6330 м/с, в интервалах с преобладанием терригенных - 4730-5170 м/с. Выявлена промышленная нефтеносность карбонатных отложений афонинского горизонта. при опробовании пласта D_{V-I} в интервале 4460 м - 4462.4 м (а.о. - 4218,5 м - 4220,9 м) получено 4.45 м³/сут нефти при подъеме уровня 1780-1620 м в скв.33. В скв.34 испытателем пластов на бурительных трубах получен газированный раствор с пленкой нефти из пласта D_{V-I} . В скв. 38 были получены признаки нефти в процессе бурения в бийских отложениях, при ИП из пласта D_{VI} получен приток газированного бурового раствора с пленкой нефти в объеме 0.21 м³. Из терригенных отложений пашийского горизонта в процессе бурения ИП получен приток газированной нефти в объеме 0.3 м³/сут. Пласт D_{KH} кыновского горизонта нефтенасыщен, в ИП при совместном испытании с пластом D_I был получен приток газированной нефти в объеме 0.3 м³.

Третий ССК – среднефранско-турнейский карбонатный комплекс. Охватывает интервал разреза: саргаевско-доманиковые отложения верхнего девона (D_{3fr_2dm}), отложения верхнефранского подъяруса верхнего девона (D_{3fr_3}), отложения фаменского яруса верхнего девона (D_{3fm}) и отложения турнейского яруса нижнего карбона (C_{1tr}). Литологически комплекс представлен известняками, доломитизированными известняками и доломитами. Мощность комплекса составляет 827 м (скв. № 34), 917 м (скв. № 1 Новосергиевская), 730 м (скв.205) и 835 м (скв. 77). Увеличение общей мощности происходит за счет увеличения мощности биогермных известняков позднефранского возраста. Пластовые скорости в комплексе 5590-6650 м/с.

Четвертый ССК - визейско-башкирский преимущественно карбонатный комплекс. Охватывает интервал разреза: радаевский и бобриковский горизонты

кожимского надгоризонта нижнего карбона (C_{1v1bb}), окского надгоризонта нижнего карбона (C_{1v1ok}), серпуховского яруса нижнего карбона (C_{1st}) и башкирского яруса среднего карбона (C_2b). Литологически комплекс представлен кварцевыми песчаниками, алевролитами, аргиллитами (радаевский и бобриковский горизонты), известняками и доломитами с прослоями ангидритов. Мощность терригенной пачки визейского яруса бобриковского горизонта в среднем составляет 39-40 м, пластовые скорости в пачке 4200-4500 м/сек. Эта пачка залегает на размытой поверхности турнейских карбонатных пород. Мощность сульфатно-карбонатной толщи изменяется от 689 м (скв. № 1 Новосергиевская) до 700 м (скв. № 38). Интервальная скорость составляет 5800-5850 м/с.

Пятый ССК - московско-артинский преимущественно карбонатный комплекс. Охватывает интервал разреза: верейский горизонт среднего карбона (C_{2m-vr}), отложения каширского, подольского и мячковского горизонтов московского яруса среднего карбона ($C_{2m-ks,pd,mc}$), отложения касимовского и гжельского ярусов верхнего карбона (C_3), отложения ассельского, сакмарского и артинского ярусов нижней перми ($P_{1ass,s,art}$). Литологически комплекс представлен переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов (верейский горизонт), известняками и доломитами с прослоями ангидритов. Верхняя часть комплекса (артинский ярус) сложена чередованием ангидритов и доломитов. Общая мощность комплекса в пределах площади работ изменяется от 864 м (скв.31) до 870 м (скв. № 34). Интервальная скорость составляет 5480 – 5560 м/с.

Шестой ССК - кунгурский сульфатно-галогенный комплекс нижней перми (P_{1k}), представлен переслаиванием пластов каменной соли, ангидритов и доломитов. Филипповский горизонт, залегающий в основании комплекса сложен ангидритами и доломитами с прослоями и включениями гипса. Толщина горизонта составляет 147 м (скв.81) - 175 м (скв. 74). Пластовые скорости - 5890-6170 м/с. Иреньский горизонт сложен переслаиванием пластов каменной соли и ангидритов, с незначительными по толщине прослойками доломитов. Суммарная мощность солей иреньского горизонта увеличивается с северо-запада на юг от 264 м (скв. № 1 Новосергиевская) до 352 м (скв. № 31), мощность нижних двух пластов соли изменяется от 143 м (скв. № 547) до 53 м (скв. № 31). Пластовая скорость в иреньском горизонте изменяется от 4400 - 6100 м/с. В отложениях филипповского и артинского горизонтов в результате испытания пластов в скв.34 обнаружены признаки нефти в глинистом растворе.

Седьмой ССК - верхний карбонатно-сульфатно-галогенно-терригенный комплекс охватывает интервал разреза: уфимский, казанский и татарский верхней перми ($P_{2uf, ks, t}$), отложения мезозойской группы (MZ) и неогено-четвертичные отложения кайнозойской группы (N, Q). Литологически комплекс представлен переслаиванием терригенных пород с известняками и сульфатно-галогенными образованиями. На карбонатах верхней части иреньского горизонта залегают терригенные, засульфаченные отложения уфимского яруса мощностью 101-116 м (скв. №.№ 34, 33), перекрытые

маломощной 3-4 м пачкой калиновских глин. Выше по разрезу залегают соли гидрохимической свиты, перекрываемые и подстилаемые ангидритами. Мощность гидрохимической свиты составляет 107-140 м (скв. №№ 33, 31). Общая мощность пород всего верхнего комплекса составляет 1025 м (скв. № 34) 1077 м (скв. № 38), 907 м (скв. № 75) и 1195 м (скв. № 214). Интервальная скорость сульфатно-галогенной части комплекса составляет 4380 – 4400 м/с, а в терригенной изменяется от 1750 м/с до 3080 м/с.

Говоря о нефтегазоносности, согласно схеме нефтерайонирования Урало-Поволжья, площадь работ расположена в пределах Южно-Оренбургского нефтегазоносного района. Рассматриваемая структура является весьма перспективной из-за приуроченности к Акъярской структурной зоне, подтвержденной нефтегазоносности в достаточно широком стратиграфическом диапазоне как на участке работ, так и на соседних территориях. По данным анализа 3D сейсморазведки и бурения поисково-разведочных скважин значительных расхождений при корреляции не отмечалось. В качестве базового варианта, вошедшего в результативные материалы, был выбран вариант глубинной миграции до суммирования, пересчитанный во временную область, как независимый способ структурных построений.

В процессе анализа интерпретации были прослежены 14 отражающих горизонтов. По качеству прослеживаемости отражающие горизонты были разделены на 2 группы.

- В *первую группу* включены маркирующие отражающие горизонты Кск, Ккз, Ко, Кн, К₂, Б, У (Б_П), Дмл и Даф, уверенно прослеживаемые по всей площади (за исключением зон разрывных нарушений). Эти отражающие горизонты играют ключевые роли при увязке сейсморазведочных данных и скважинной информации, позволяя выделять в поле отраженных волн описанные выше сеймостратиграфические комплексы, рис. 1.

- Во *вторую группу* отнесены отражающие горизонты П₁фл, Тр, Дпш, Дард и Дкв. Это средние по качеству прослеживания отражения, позволяющие, совместно с первой группой, решить задачу по структурно-тектоническому картированию всего комплекса осадочных отложений. Основной особенностью этих горизонтов является их условная приуроченность к продуктивным пластам-коллекторам или к геологическим границам раздела, играющим важную роль в формировании ловушек нефти и газа.

На рисунках 1–6 представлены иллюстрации качества прослеживаемости отражающих горизонтов и примеры их геологической интерпретации, глубинные разрезы позволяют оценить правильность их сеймостратиграфической привязки к результатам ГИС по скважинам №№ 31, 33, 34 и 38.

Также представлены данные для проведения палеоконструкций и условий осадконакопления на основании анализа изменений мощностей между проинтерпретированными отражающими горизонтами и характера изменения латеральных неоднородностей литолого-фациальных толщ вдоль отдельных геологических границ. Результаты такого анализа могут играть определяющую

роль при прогнозировании дальнейших нефтепоисковых работ, как по исследуемой площади, так и по прилегающим к ней с востока и с севера территориям (Куязинское и Георгиевское поднятия).

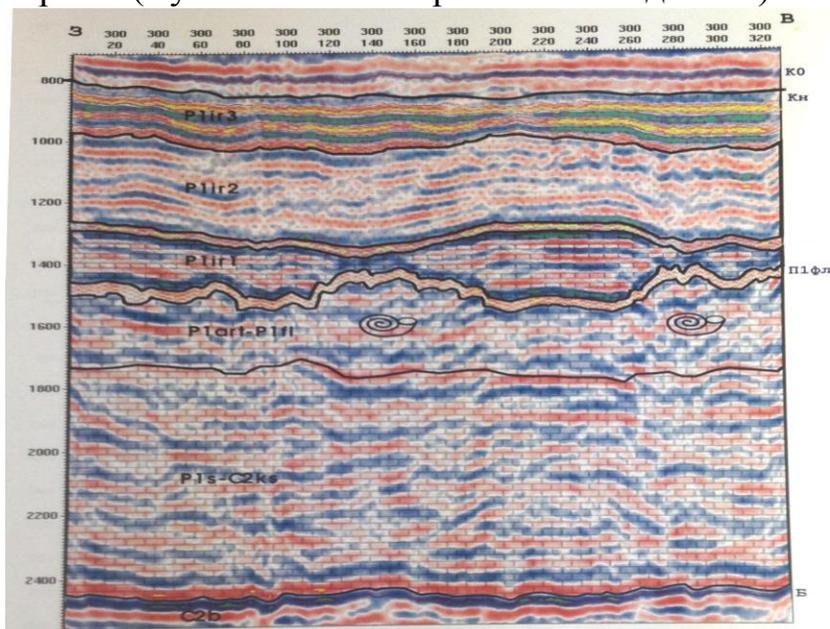


Рисунок 1 – Иллюстрация строения башкирско-уфимских отложений с выделением на уровне артинско-филипповского возраста рифогенной постройки.

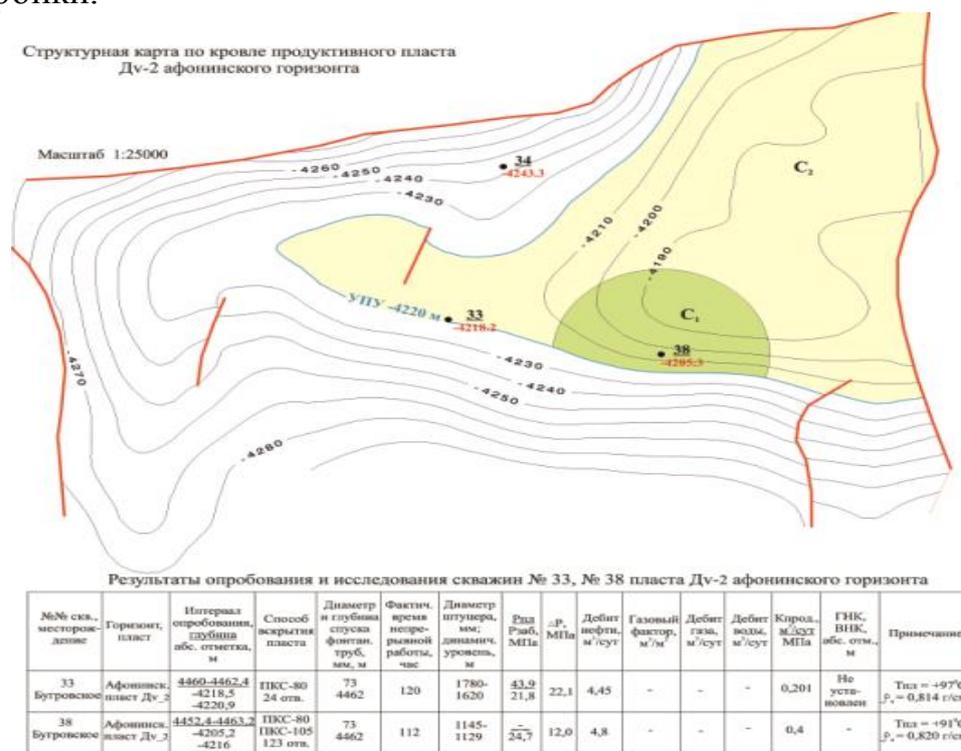


Рисунок 2 – Подсчетный план залежи нефти пласта Дv-2 афонинского горизонта Бугровского месторождения

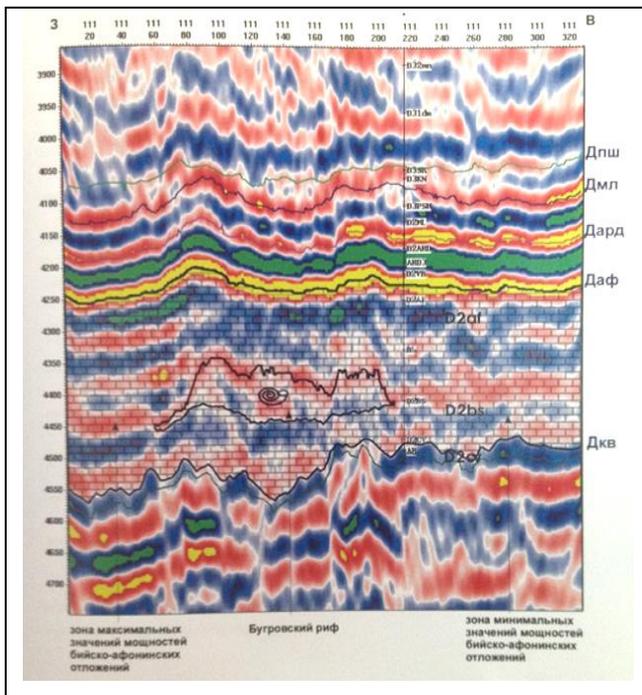


Рисунок 4 – Иллюстрация строения бийско-афонинских карбонатных отложений с выделением Бугровской рифогенной постройки

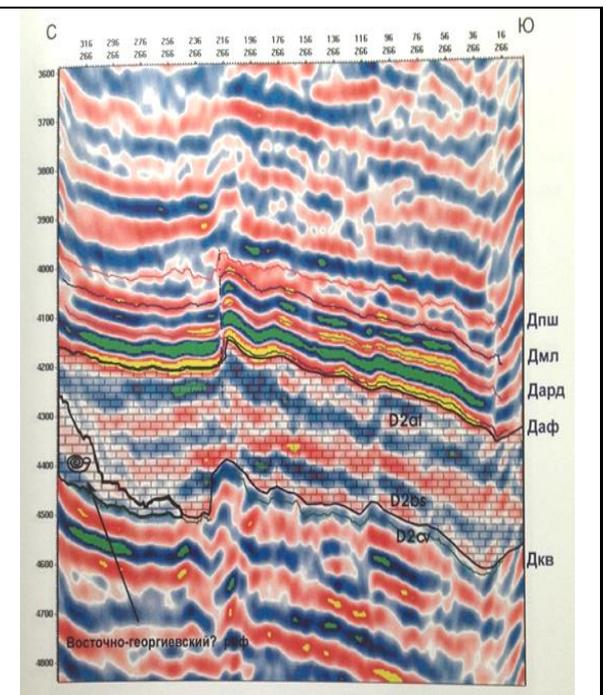


Рисунок 5 – Иллюстрация строения бийско-афонинских отложений с выделением Восточно-Георгиевской рифогенной постройки

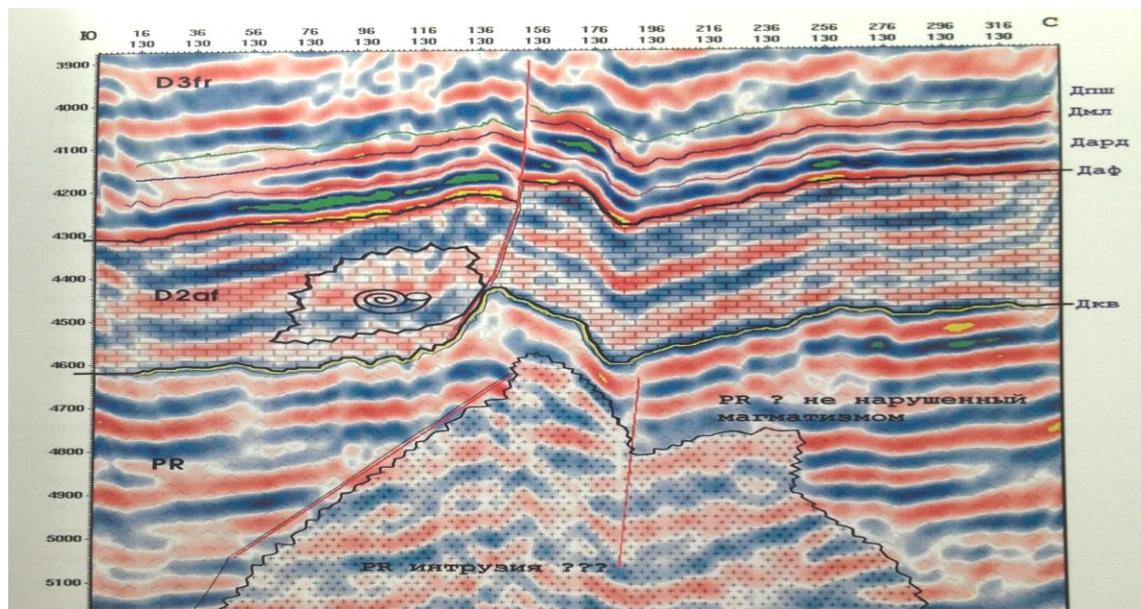


Рисунок 6 – Иллюстрация строения нижней части осадочного чехла и кристаллического фундамента с выделением рифогенного тела афонинского возраста.

Геологические результаты работы, представленные сейсморазведкой 3D по Бугровской площади скоррелированы разрезами по 4 глубоким скважинам, пробуренным в пределах площади (№№ 31, 33, 34 и 38) и увязаны со сейсморазведочными работами 2D по геологическому изучению Бугровской структуры, выполненных ранее в 1997 году. Оптимизация графа обработки и

интерпретации материалов 3D сейсморазведки, направленная на максимальное сохранение кинематических и динамических особенностей сейсмической записи с целью уточнения, как структурных особенностей залежей, так и площадного изучения, контролирующего эти залежи литолого-фациального фактора. Выполнен анализ описания керн, данных ГИС и СК и привязки данных 3D сейсморазведки к результатам бурения.

В виду, наибольшей нефтеперспективности для Бугровской структуры (как западного окончания Акъярской структурной зоны, к которой приурочено в ее восточной половине крупное Загорское месторождение нефти) продуктивных пластов-коллекторов Бп, Д_I и Д_V, именно им было уделено основное внимание, рассмотрен вопрос о возможной перспективности верхнесерпуховских и артинско-филипповских отложений.

В результате переобработки и интерпретации сейсморазведочного куба данных были получены карты изохрон (Т₀) и структурные карты по 14 отражающим горизонтам, представленным далее.

Отражающие горизонты **ССК-7: Кск** – кровля преимущественно терригенных отложений сокской свиты нижнетатарского подъяруса верхней перми (отражающий горизонт формируется от пласта карбонатов в верхней части сокской свиты); **Ккз** – кровля сосновской свиты ангидрито-доломитовых отложений казанского яруса верхней перми; **Ко** – кровля преимущественно терригенных отложений уфимского яруса верхней перми.

Отражающие горизонты **ССК-6: Кн** – кровля сульфатно-галогенных отложений кунгурского яруса нижней перми (первый сверху пласт ангидритов); **К₂** – кровля третьего сверху пласта ангидритов внутри сульфатно-галогенных кунгурского яруса нижней перми; **П_{1фл}** – кровля сульфатно-доломитовых отложений филипповского горизонта кунгурского яруса нижней перми.

Отражающие горизонты **ССК-4: Б** – кровля карбонатных отложений башкирского яруса среднего карбона; **Тр** – подошва глинисто-карбонатной толщи покровской пачки тарусского горизонта серпуховского яруса нижнего карбона; **У** – кровля терригенных отложений бобриковского горизонта визейского яруса нижнего карбона. (**Б_п** – кровля продуктивного пласта-песчаника **Б_п** визейского яруса нижнего карбона).

Отражающие горизонты **ССК-2: Дпш** – кровля терригенных отложений пашийского горизонта франского яруса верхнего девона; **Дмл** – условная подошва терригенных отложений пашийского горизонта франского яруса верхнего девона; **Дард** – кровля карбонатных отложений ардатовского горизонта живетского яруса среднего девона; **Даф** – кровля карбонатных отложений мосоловского горизонта эйфельского яруса среднего девона; **Дкв** – кровля терригенных отложений койвенского горизонта эйфельского яруса среднего девона.

Эти карты, совместно с корреляционными разрезами по скважинам №№ 31, 33, 34 и 38, позволили провести детальное изучение геологического строения разреза площади по осадочным отложениям перми, карбона и

верхнего-среднего девона с целью уточнения структурно-тектонических особенностей формирования западной части Акъярской структурно-тектонической зоны и осложняющих ее Бугровского, Куязинского и Георгиевского поднятий; намечены основные этапы тектонического развития и условий седиментации этих поднятий в пределах рассматриваемой площади.

Результаты атрибутивного анализа сейсмической записи и схемы палеоконструкций условий осадконакопления позволили сделать прогноз относительно площадного распределения пластов-коллекторов в карбонатных отложениях бийско-афонинских (пласт Д_V) и терригенных частей бобриковского и пашийского горизонтов (пласты Бп и Д_I) и их коллекторских свойств по этим интервалам разреза с установленной их нефтеносностью. Сделан вывод о возможной нефтеперспективности верхнесерпуховских (пласт С_{II}) и артинско-филлиповских (пласты Р_{VI-II}) карбонатных отложений на основании анализа характера волнового поля соответствующих частей разреза.

Данные результатов 3D сейсморазведки помогают уточнить геологическое строение Бугровской структуры на Веселовской площади, построить прогнозные карты по отражающим горизонтам и продуктивным пластам Бп, Д_I и Д_V, способствуют выдаче рекомендаций по дальнейшим геолого-разведочным и нефтепоисковым работам, в том числе по размещению проектных разведочных скважин.

Список литературы

1. Некрасова Л.А., Алешина А.В., Кавун М.М. «Обработка и интерпретация сейсморазведочных работ МОГТ-3Д на Веселовской площади», 2004г. (кн.1, п.3);

2. Якунин В.И., Чечеленко С.В., Вороновичева Е.М. «Проведение переработки и переинтерпретации материалов Бугровской с/п №4/96-3Д ОАО "Татнефтегеофизика" Веселовской площади», 2002г. (кн.1, п.1);

3. Ундалов Б.М. «Отчет о сейсморазведочных работах на Веселовской площади (с/п №10/74)», 1975г. (кн.2, п.1).