

ОБЩАЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ
(ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья
УДК 550.31
doi 10.54398/2077-6322_2022_1_19

Геологическое строение Правобережной части Астраханского свода

Надежда Федоровна Федорова

Астраханский государственный университет, Астрахань, Россия
nadezhda.fedorova.59@mail.ru

Аннотация: В данной статье автором проведен анализ материалов полевых геофизических исследований и данных бурения параметрических и поисковых скважин, полученных в процессе производства геологоразведочных работ на Правобережном участке Астраханского свода. Геолого-геофизические исследования Правобережного участка позволили изучить глубинное строение фундамента и дать более детальное представление о строении осадочного чехла данной территории.

Ключевые слова: Астраханский свод, Правобережный участок, сейсморазведка, отражающий горизонт, отложения

Для цитирования: Федорова Н. Ф. Геологическое строение Правобережной части Астраханского свода // Геология, география и глобальная энергия. 2022. № 1. С. 19–24. https://doi.org/10.54398/2077-6322_2022_1_19.

GENERAL AND REGIONAL GEOLOGY
(GEOLOGICAL AND MINERALOGICAL SCIENCES)

Original article

Geological structure of the Right-bank part of the Astrakhan arch

Nadezhda F. Fedorova

Astrakhan State University, Astrakhan, Russia
nadezhda.fedorova.59@mail.ru

Abstract: In this article, the author analyzes the materials of field geophysical studies and drilling data of parametric and exploratory wells obtained in the course of geological exploration on the right-bank section of the Astrakhan arch. Geological and geophysical studies of the Right-Bank section allowed us to study the deep structure of the foundation and give a more detailed idea of the structure of the sedimentary cover of this territory.

Keywords: Astrakhan arch, right-bank section, seismic survey, reflecting horizon, sediments

For citation: Fedorova N. F. Geological structure of the Right-bank part of the Astrakhan Arch. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya = Geology, Geography and Global Energy*. 2022;1(84):19–24. (In Russ.). https://doi.org/10.54398/2077-6322_2022_1_19.

Открытие в Астраханском Прикаспии уникального газоконденсатного месторождения на Астраханском своде, ряда крупных и мелких газоконденсатных месторождений (Центральное–Астраханское, Алексеевское, Табаковское и др.), а также многочисленные нефтегазовые проявления в палеозойских и мезо-кайназойских отложениях (скв. № 1-Харабалинская, 1-Астраханская, 2-Володарская, 1-Георгиевская, 2-Девонская, 1-Правобережная и др.) свидетельствуют о высокой нефтегазоперспективности Астраханского региона.

Изучение Правобережного участка Астраханского месторождения проводилось в общем плане геологического изучения крупного Астраханского свода, выявленного впервые в 1950–1952 гг. по результатам гравиметрической съемки масштаба 1 : 200000.²

Начиная с 1968 г., в пределах Астраханского выступа, были начаты сейсморазведочные исследования МОВ (с 1973 г. – МОГТ) с целью изучения строения подсолевых отложений Д-С₂, перекрывающих кристаллический фундамент и образующие крупный Астраханский свод.

Одновременно было начато разведочное бурение по изучению средне-нижнекаменноугольных отложений.

В 1977 г. в башкирских отложениях Астраханского свода было открыто крупнейшее Астраханское газоконденсатное месторождение. Залежь расположена большей своей частью в Левобережной части свода (относительно р. Волга), а также в Правобережной части в пределах исследуемой территории.

Бурением подсолевые отложения (С₂b) на территории изучены скв. 1,2- и 3-Долгожданными, 72- и 36-Астраханскими и 1-Воложковской, с глубинами 4200–4400 м. Скв. № 36, 72-А и 1-Воложковская выявлены газоконденсатные залежи.

Важным этапом геолого-геофизического изучения Правобережного участка явилось проведение в 2001 г. объемной сейсморазведки МОГТ-3Д в масштабе 1 : 25000 в районе скв. № 72 Астраханской в объеме 50 км². Провела поисковые сейсмические исследования компания ОАО «Хантымансийскгеофизика» совместно с Астраханской геофизической экспедицией.

В результате этих работ было изучено и уточнено геологическое строение отложений юры, среднего и нижнего карбона, верхнего и среднего девона. Было детализировано (в границах площади) строение базовой газоконденсатной залежи в башкирских известняках на основании сейсмофациального анализа.

В 2004 г. на правобережном участке Астраханская геофизическая экспедиция отработала 203,3 пог. км сейсмопрофилирования. При обработке полученных материалов были дополнительно переинтерпретированы материалы предыдущих работ в объеме 790 пог. км, а также учтены материалы объемной сейсморазведки.

Последние геофизические работы проводились на Правобережном участке в 2005 г. Была проведена детальная высокоточная гравиметрическая съемка масштаба 1 : 25000 в объеме 628 км², результатом которой явилась кондиционная гравиметрическая карта в редукции Буге с сечением 0,1 мГал.

Проведена комплексная интерпретация гравитационного поля и сейсмических материалов МОГТ-2Д 2004 г. и МОГТ-3Д 2001 г. с материалами глубокого бурения и опробования скважин.

В результате всех этих работ изученность Правобережной части значительно улучшилась как по поверхности основной башкирской залежи, так и по вышележащим (меловые, юрские) и нижележащим (нижний карбон, девон) отложениям.

Правобережная площадь в тектоническом отношении располагается в Правобережной части Астраханского свода, являющегося западным звеном протяженной Астраханско-Актюбинской системы краевых поднятий Прикаспийской синеклизы древней Восточно-Европейской платформы.

В настоящее время установлено, что докембрийский фундамент залегает на глубинах порядка 9–12 км и имеет сложное блоковое строение.

В его составе выделяется не менее четырех блоков вертикально перемещенных относительно друг друга по тектоническим нарушениям на различную амплитуду и образующих систему грабенов и горстов. Глубины залегания этих блоков колеблется в пределах 8–12 км. Все это находит подтверждение по данным сейсморазведки 3Д в масштабе 1 : 25000, выполненной в Правобережной части свода в районе разведочной скв. № 72 Астраханская [3].

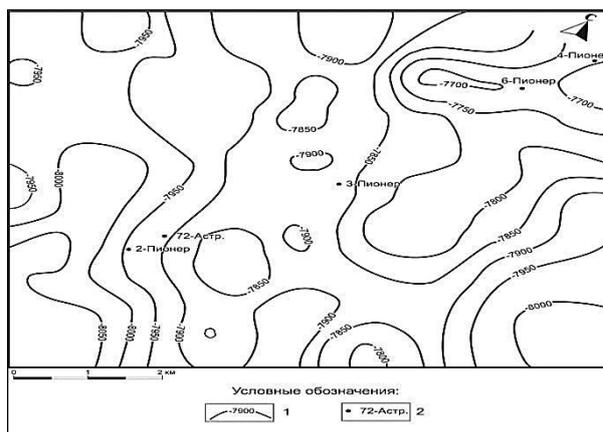


Рис. 1. Структурная карта по отражающему сейсмическому горизонту Ф территории правобережной части Астраханского свода (по материалам ОАО «АНГК», 2002 г): 1 – изогипсы отражающего горизонта Ф, м; 2 – скважины глубокого бурения

В нижней части разреза на гипсометрических уровнях минус 7700 – минус 8050 м здесь четко прослеживается сейсмический горизонт Ф, отождествляемый с поверхностью кристаллического фундамента.

В разрезе осадочного чехла выделяются два структурно-тектонических этажа: подсолевой – рифейско-палеозойский и солянокупольный, представленный отложениями от кунгурского возраста до четвертичного включительно. Астраханский свод, отчетливо выраженный в рельефе поверхности кристаллического фундамента и подсолевых горизонтов, в перекрывающих мезо-кайнозойских надсолевых образованиях проявляется слабо.

Строение подсолевых отложений Астраханского свода изучено сейсморазведкой и бурением. Общая толщина отложений палеозоя в пределах свода 5–7 км. Карбонатная плита свода (Д₃-С₂b) имеет площадь примерно 25 тыс. км². В современном плане она наклонена в северо-западном направлении, погружаясь с глубин 4,0 км до 6,5 км.

Глубинные сейсмогеологические условия сильно осложнены соляно-купольной тектоникой, а также зоной тектонических нарушений. Эти структурные особенности геологического разреза являются источниками разного вида волн-помех, осложняющих прослеживание пород подсолевых отложений.

Строение подсолевых отложений в пределах Астраханского свода характеризуется пятью основными отражающими горизонтами:

- ПП (S+O) – приурочен к подошве терригенно-карбонатного комплекса нижне-среднего девона;
- ПП^{II} (D₂ef) – приурочен предположительно к кровле эйфельских отложений среднего девона;
- ПП^I – кровля франских отложений верхнего девона (на данной территории отсутствует);
- Б (С₁t) – предположительно кровля турнейских отложений нижнего карбона (на изучаемой территории прослеживается эпизодически);
- П (С₂b) – кровля башкирских отложений среднего карбона [1; 4].

Досреднефранский структурный горизонт в Правобережной части АГКМ практически не изучен бурением.

Исходя из относительно низких значений пластовых скоростей, величина которых в интервале отражающих горизонтов ПП^{II} и ПП составляет 5,0–5,2 км/с, считается, что эта толща сложена преимущественно терригенными отложениями. По сейсмическим материалам толщина этого структурного этажа уменьшается с востока на запад от 1,2 до 0,5 км за счет регионального срезания по поверхности, соответствующей отражающему горизонту ПП^{II}.

Горизонты ПП^{II} и ПП на участках развития соляных тел выделяются под мульдами или под пологими куполами.

Комплекс отложений средне-верхнефранского возраста, заключенный между отражающими горизонтами ПП^I и ПП^{II}, характеризуется неповсеместным распространением в пределах свода. В Правобережной части толща ПП^I–ПП^{II} распространена вдоль южного склона свода.

По отражающему горизонту ПП^I в Правобережной части свода, вдоль южного его борта, выявляется крупный выступ на глубинах 5900–6000 м.

Верхний среднефранско-нижнепермский структурный ярус является более изученным, верхняя часть разреза в центральной части свода в настоящее время вскрыта бурением.

Этому структурному ярусу соответствует толща, заключенная между отражающими горизонтами ПП^I и ПП. Данные бурения и повышенные значения пластовых скоростей (5,6–6,0 км/с) указывают на ее преимущественно карбонатный состав.

Судя по сейсмическим материалам, внутреннее строение карбонатной толщи сложное. На временных разрезах ОГТ видно, что разрез в правобережной части свода более слоистый, чем в левобережной. Это указывает на неоднородность ее строения и может быть связано с увеличением в разрезе доли терригенных пород.

В правобережье Астраханского свода на 1000–1100 м глубже первого подсолевого горизонта ПП прослеживается отражающий горизонт Б. Он характеризует поверхность рифогенного тела раннекаменноугольного возраста. Рифогенный объект был зафиксирован в Правобережной части свода и в районе Долгожданной площади.

В подсолевом комплексе прослеживается опорная отражающая волна ПП, связанная с кровлей карбонатных отложений. Динамические особенности этой волны изменяются по площади незначительно.

Правобережная часть наиболее четко оконтурена изогипсой – 4100 м и представляет западный склон валлообразной структуры высотой 100 м, осложненной двумя куполовидными поднятиями, один в районе скв. № 1 Воложковская, другой – в районе скв. № 72 Астраханская [2].

В западной части в районе скв. №№ 1, 4 Замьяновская и 3 Долгожданная по изогипсе – 4150 м выделено небольшое поднятие размерами 8 x 4,5 км, амплитудой 50 м.

Подсолевой этаж перекрывается солянокупольным и охватывает отложения от кунгурского возраста до четвертичного включительно [3].

Структурный план надсолевых отложений обусловлен проявлением соляной тектоники. Есть определенная связь в строении надсолевого комплекса со структурной поверхностью подсолевого. В пределах контура, ограниченного изогипсой – 4100 м горизонта III, расположены соляные купола и компенсационные мульды, за пределами – межкупольные депрессии.

Межкупольные депрессии выполнены верхнепермскими и триасовыми отложениями мощностью до 3000 м. В центральных частях мульд отложения кунгурского яруса сокращаются до 28 м (скв. № 1 Воложковская).

Соляные купола и гряды здесь изолированы или соединены перешейками с глубоким залеганием соли. Наиболее высокие отметки залегания поверхности соли в куполах 500–1000 м.

В пределах правобережной части солянокупольный этаж изучен по отражающему горизонту P_{1kg}, приуроченному к кровле кунгурских отложений и отражающему горизонту T, приуроченному к подошве отложений триаса.

Соляные купола на данной площади имеют разнообразную форму и размеры, что затрудняет их прослеживание. Только в сводах соляных куполов регистрируются отражения достаточно надежно. От крутых стенок отражения отсутствуют, и контур соляного тела можно определить предположительно по косвенным признакам. Внутри соляных тел возможны не протяженные отражающие границы, связанные с терригенными пропластками (рис. 2).

По данным сейсморазведочных работ 2Д 2004 г. в пределах участка выделяются гряды соляных куполов субширотной и субмеридиональной ориентировки, обрамляющей площадь работ с востока и юга.

Верхнепермские отложения прослеживаются в зонах отсутствия соляных тел, имеют, в основном, резкое несогласное залегание с выше- и нижележащими породами. Уверенно прослеживается отраженная волна только от кровли верхнепермских отложений.

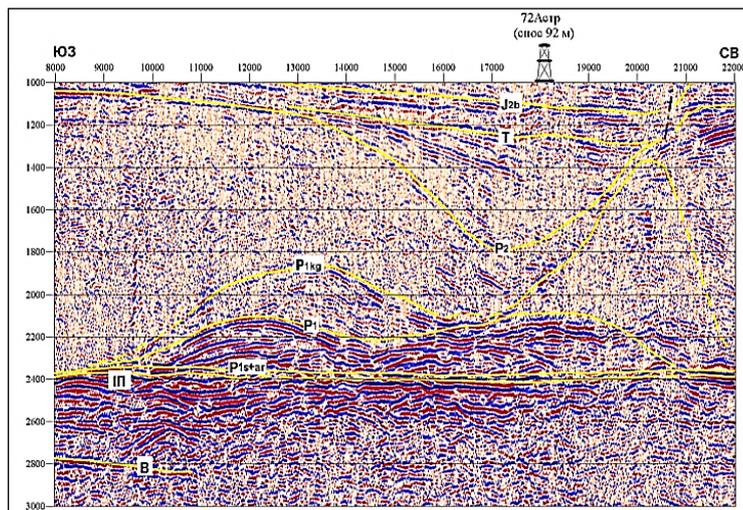


Рис. 2. Поверхность сложнопостроенной толщи в низах нижнепермских отложений (P₁)

Отложения триасового возраста чаще всего залегают несогласно с вышележащим комплексом осадков. Прослеживание горизонта T в пределах правобережной части весьма ограничено. Он выделяется в межкупольных депрессиях между скв. № 1 и 3 Воложковская и в районе скв. 72 Астраханская. На остальной территории горизонт не прослеживается. Отметки его залегания от 1200 до 2000 м.

Отложения нижнемелового, юрского и триасового возрастов представляют собой сложные тонкослоистые пачки. Скорость распространения сейсмических волн в них изменяется в зависимости от глубины залегания.

По отражающему горизонту J_{2в} в районе скв. № 30 Астраханская выявлен антиклинальный перегиб.

Наиболее устойчивыми в этой толще являются реперы, связанные с отражениями от кровли нижнего мела и кровли юры (рис. 3).

Основные составляющие разреза верхнемеловых отложений – это соотношением песчано-глинистых и карбонатных пород. Четкие сейсмические реперы связаны с кровлей и подошвой известняков этого возраста.

Кайнозойские отложения характеризуются небольшими перепадами скоростей.

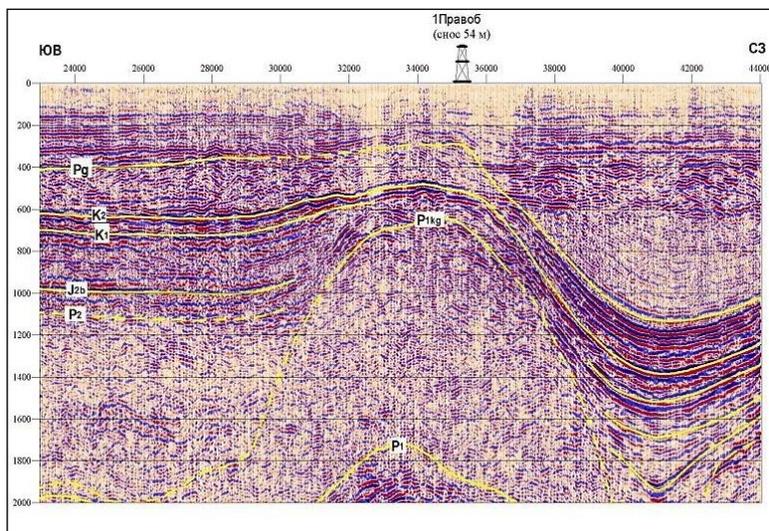


Рис. 3. Волновая картина мезо-кайнозойского комплекса отложений

В подсоловых отложениях Астраханского свода сейсморазведкой выделяются возможные ловушки УВ различного генезиса.

Основной объем антиклинальных ловушек в Правобережной части Астраханского свода выявлен в пределах его южного погружения (Ферманская, Уланская, Геологическая, Красносельская, Долгожданная и др.).

Предполагаемые ловушки биогенных выступов развиты в отложениях среднего девона – среднего карбона вдоль южного, восточного и северо-восточного бортов свода.

Одиночные органогенные постройки предполагаются в центральных частях свода (Западно-Долгожданная, Николаевская площади).

Литологически замкнутые ловушки УВ в девонско-каменноугольных карбонатных отложениях Астраханского свода могут быть связаны с линзами значительной толщины проницаемых известняков, замещающихся плотными, слабопроницаемыми известняками. Последние могут служить флюидоупорами. Такие ловушки в практике нефтегазопроисковых работ изучены слабо. В пределах свода намечены две, возможно, подобного типа, ловушки – Георгиевская и Правобережная АСЗ.

В пределах Правобережной АСЗ по отражающему горизонту III структурных ловушек не отмечено. Однако отмечается погружение отражающего горизонта III до отметок 6100–6300 м. Отражающие горизонты по кровле III' и III'' прослеживаются со значительным разрывом.

В целом, глубинное строение Астраханского свода изучено только в самых общих чертах. Для территории площадью около 25 тыс. км² такая изученность крайне низка. Наличие рифовых построек только предполагается. Не ясно распределение коллекторов, их типы, покрышки, а соответственно и возможные типы залежей УВ в девонско-каменноугольных отложениях.

Список источников

1. Федорова Н. Ф. Модель структурного плана каменноугольного и девонского комплексов отложений Астраханского свода // Газовая промышленность. М. 2003. № 1. С. 48–50.
2. Федорова Н. Ф. Новые представления о геологическом строении глубокозалегающих девонских и нижнекаменноугольных отложений юго-западной правобережной части территории Астраханского свода. Международные и отечественные технологии освоения минеральных ресурсов. Материалы научно-практической конференции студентов, аспирантов и научных работников. Астрахань : Изд-во АГУ, 2002. С. 26–27.
3. Федорова Н. Ф., Васью Ю. П. Геологическое строение отложений в пределах юго-западной Правобережной части территории Астраханского свода в свете последних исследований. Научные труды АстраханьНИПИгаз. Астрахань, 2006. Вып. 8. С. 10–12.

4. Федорова Н. Ф., Быстрова И. В. Девонские и нижнекаменноугольные отложения Прикаспийской впадины. Германия : Издательский Дом : LAP LAMBERT Academic Publishing, BERT Academic Publishing. 2013. 180 с.

References

1. Fedorova N. F. Model of the structural plan of the carboniferous and Devonian complexes of deposits of the Astrakhan arch. *Gazovaya promyshlennost = Gas industry*: 2003;(1):48-50. (In Russ.).
2. Fedorova N. F. New ideas about the geological structure of deep-lying Devonian and low-carboniferous deposits of the southwestern right-bank part of the territory of the Astrakhan arch. International and domestic technologies for the development of mineral resources. *Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov i nauchnykh rabotnikov = Materials of the scientific and practical conference of students, postgraduates and researchers*. Astrakhan. Publishing house of ASU. 2002:26-27. (In Russ.).
3. Fedorova N. F., Vasko Yu. P. Geological structure of sediments within the southwestern Right-bank part of the territory of the Astrakhan arch in the light of recent studies. *Nauchnye trudy Astrakhanipigaza = Scientific works of AstrakhanNIPGaz*. Astrakhan. 2006;(8):10-12. (In Russ.).
4. Fedorova N. F., Bystrova I. V. Devonian and Lower carboniferous deposits of the Caspian basin. Germany: Publishing House: LAP LAMBERT Academic Publishing, BERT Academic Publishing. 2013:180. (In Germany).

Информация об авторах

Н. Ф. Федорова – кандидат геолого-минералогических наук, доцент.

Information about the authors

N. F. Fedorova – Candidate of Sciences (Geology and Mineralogy), Associate Professor.

Статья поступила в редакцию 27.12.2021; одобрена после рецензирования 12.01.2022; принята к публикации 24.01.2022.

The article was submitted 27.12.2021; approved after reviewing 12.01.2022; accepted for publication 24.01.2022.