

3. Eventova Ya. S. (ed.) *Geologiya i neftegazonosnost yugo-vostoka russkoy platformy i yego obramleniy* [Geology and Petroleum southeastern Russian platform and its frames]. *Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy geologicheskiy neftyanoy institute* [All-Russian Research Geological Oil Institute], Moscow, Nedra Publ., 1971, issue LXXXIV. 248 p.
4. Burshtar M. S., Biznigaev A. D., Gasanguseynov G. G., Znamenskiy V. A., Korotkov S. T., Maksimov S. P., Pustilnikov M. R. *Geologiya neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy Severnogo Kavkaza* [Geology of oil and gas fields of the North Caucasus], Moscow, Nedra Publ., 1966.
5. Lebedev L. I., Aleksina I. A., Kulakova L. S., et al. *Kaspiyskoe more: Geologiya i neftegazonosnost* [Caspian Sea: Geology and oil and gas], Moscow, Nauka Publ., 1987.
6. Kayanova N. A. *Novye dannye o stroenii i perspektivakh neftegazonosnosti akvatorii Severo-Zapadnogo Kaspiya* [New data on the structure and petroleum potential of the waters of the North-West Caspian]. *Geologiya nefii i gaza* [Oil and Gas Geology], 1998, no. 4, pp. 10–16.
7. Lebedev L. I., Aleksin I. A., Kulakov L. S., et al. *Kaspiyskoe more. Geologiya i neftegazonosnost* [Caspian Sea. Geology and oil-and-gas content]. *Akademiya nauk SSSR. Goskom po nauke i tekhnike* [Academy of Sciences of the USSR. A State Lump on Science and Technology], Moscow, Nauka Publ., 1987.
8. Pavlov S. N., Driatskaya Z. V. (ed.) *Novye nefii vostochnykh rayonov SSSR* [New oils of east regions of the USSR], Moscow, Khimiya Publ., 1967. 670 p.
9. Kosov S. S., Grabskaya V. Ye. (perf.) The report on carrying out regional and search and detailed seismic researches MOGT 2D on the water area of the Central Caspian Sea., M-97-01, Moscow, 1998. 237 p.
10. Kosov S. S., Grabskaya V. Ye. The report on carrying out regional and search and detailed seismic researches MOGT 2D on the water area of the Northern and Central Caspian Sea. M-97-01, Moscow, 1998. 235 p.
11. Yudin G. T., Chernyshev S. M. *Analiz vliyaniya osnovnykh geologicheskikh faktorov na razmeshchenie zon neftegazonakopleniya (na primere nizhnemelovykh otlozheniy Predkavkaziya)* [The analysis of influence of the major geological factors on placement of zones of oil and gas accumulating (on an example the nizhnemelovykh of deposits of Ciscaucasia)]. *Geologiya i neftegazonosnost Predkavkaziya* [Geology and Oil-and-Gas Content of Ciscaucasia], Moscow, Nauka Publ., 1978, pp. 10–17.
12. Yudin G. T. *Zony neftegazonakopleniya Predkavkaziya* [Zones of oil and gas accumulating of Ciscaucasia], Moscow, Science Publ., 1977. 27 p.

**ОПТИМИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСА
ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ
В АКВАТОРИИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ
И СМЕЖНЫХ РЕГИОНАХ**

Серебрякова Валентина Ивановна, аспирант, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 18, e-mail: sereb7@mail.ru

Ермолина Александра Викторовна, аспирант, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: aleksandra_sh@list.ru

Северная часть Каспийского моря в настоящее время является одним из перспективных регионов, способных увеличить нефтегазовый потенциал Российской Федерации. Вместе с тем проведение геологоразведочных работ на акватории Каспийского моря сопряжено с рядом трудностей природного и экологического характера. Морские геологоразведочные работы на нефть и газ представляют собой сложный комплекс геолого-геофизических, инженерно-геологических и экологических исследований, включая бурение и опробование скважин. Геологоразведочные работы в северной части Каспийского моря выполняются в сложных природных и геологических условиях, имеют жесткие экологические ограничения, обусловленные непосредственной близостью особо охраняемых природных территорий, наличием ценных биоресурсов и особенностями гидрологического режима моря. В связи с этим актуальной задачей является выбор оптимальных комплексов исследований для всех этапов геологоразведочных

работ, которые учитывали бы существующие в данном регионе сложные природные и геологические условия и обеспечивали промышленную и экологическую безопасность морского геологоразведочного процесса.

Ключевые слова: Каспийское море, геологоразведочные работы, Средний Каспий, кряж Карпинского, гравиразведка

OPTIMIZATION OF THE COMPLEX OF GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL RESEARCHES AT DIFFERENT STAGES OF EXPLORATION WORKS IN THE WATER AREA OF THE CASPIAN SEA AND ADJACENT REGIONS

Serebryakova Valentina I., post-graduate student, Astrakhan State Architectural and Construction University, 18 Tatishchev st., Astrakhan, 414056, Russian Federation, e-mail: sereb7@mail.ru

Yermolina Aleksandra V., post-graduate student, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: aleksandra_sh@list.ru

Northern part of the Caspian Sea is one of the perspective regions capable to increase the oil and gas capacity of the Russian Federation now. At the same time, conducting exploration works on the water area of the Caspian Sea is integrated to a number of difficulties of natural and ecological nature. Sea exploration works on oil and gas represent a difficult complex of geological and geophysical, engineering-geological and ecological researches, including drilling and approbation of wells. Exploration works in a northern part of the Caspian Sea are performed in difficult natural and geological conditions, have the tough ecological restrictions caused by direct proximity of especially protected natural territories, availability of valuable bioresources and features of the hydrological mode of the sea. With respect thereto, an urgent task is the choice of optimum complexes of researches for all stages of exploration works which would consider the difficult natural and geological conditions existing in this region and ensured an industrial and ecological safety of sea prospecting process.

Keywords: Caspian Sea, exploration works, Central Caspian Sea, Karpinsky's range, gravity prospecting

Оптимизация геологоразведочных работ подразумевает разработку такого комплекса методов получения и обработки информации, который учитывал бы условия и ограничения акватории Северной части Каспийского моря и всей акватории Каспия. Данная методология также может быть проецирована и на другие части прибрежных морей России, схожих по условиям геологического строения с рассматриваемой территорией.

Для решения задач регионального этапа геологоразведочных работ (ГРП) в акватории Каспия в качестве оптимального применяется комплекс методов, включающий гравиметрию, магнитометрию, сейсморазведку МОВ (МОГТ), геохимическую съемку и принципиально новую методику комплексной интерпретации регионального гравиметрического и магнитного полей.

Основной особенностью гравитационного поля рассматриваемой площади является положительные аномалии силы тяжести, соответствующие по местоположению присводовым частям поднятий по отложениям мезозойского комплекса пород (рис. 1–2). Сопоставление данных гравиметрии со структурными построениями, выполненное рядом авторов и полученное по данным сейсморазведки и проведенного ранее бурения, позволило установить критерии для выявления структурных элементов юрско-мелового палеорельефа:

- положительные аномалии силы тяжести 34–39 мГал характеризуют антиклинальные поднятия в юрско-меловых и пермотриасовых отложениях в диапазоне глубин по пермотриасу от 1000 до 2500 м, по нижнему мелу – от 500 до 2000 м;

• отрицательные аномалии со значениями 20–30 мГал связаны с отрицательными формами палеорельефа (синклинальными прогибами, депрессиями и т.п.) с диапазоном глубин от 2000 до 4000 м по РТ и от 1100 до 3500 м по К1.

Значительная часть района работ покрыта высокоточной аэромагнитной съемкой масштаба 1:50000. В процессе интерпретации использовалась карта аномалий магнитного поля. В пределах площади исследований значение магнитной индукции магнитного поля варьирует от –10 до +15 нТл. При сопоставлении карты аномалий магнитного поля со структурными построениями по пермотриасовым и юрско-меловым отложениям соответствие между ними наблюдается в значительно меньшей степени, чем с гравиметрией.

Проведенный анализ сейсмической волновой картины по региональным слалом-профилям выявил сходимость двойного времени пробега волны до горизонта в толще пермо-триасового комплекса, условно названного Р, и значением аномалий магнитного поля. Отмечено то, что данная граница является магнитовозмущающей. Судя по поведению границы, она может быть связана с процессами континентального осадконакопления. По всей видимости, в период формирования герцинской складчатости эти терригенные отложения претерпевали высокие давления и образовывали высокоамплитудные складки. В более позднее время отложения метаморфизировались. Возможно, данная граница залегает согласно кристаллическому фундаменту, залегающему глубже и не вскрытому в пределах площади работ глубоким бурением.

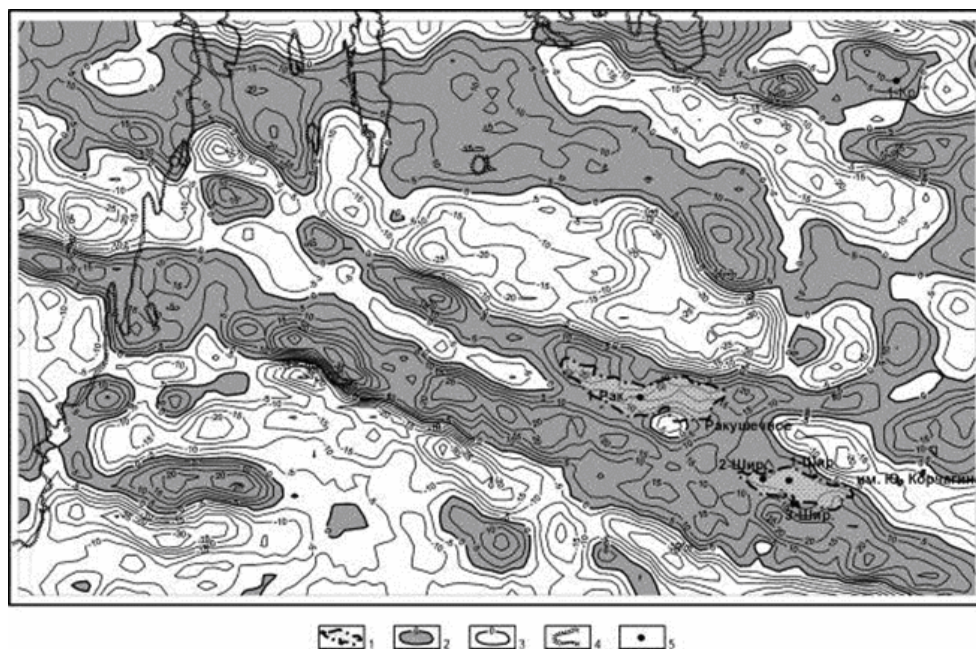


Рис. 1. Карта остаточных аномалий кровли верхнеюрской поверхности в пределах акватории Среднего Каспия (по материалам С.В. Ивашко (ВНИГНИ)):

1 – месторождения нефти и газа; изолинии аномалий; 2 – положительных, связанных с относительно приподнятым положением тектонического рельефа; 3 – отрицательных, связанных с опущенными участками тектонического рельефа; 4 – береговая линия; 5 – скважины

Данное предположение связано с тем, что во всех скважинах, пробуренных в пределах кряжа Карпинского, пермо-триасовые отложения частично метаморфизованы. Наблюдаемая граница Р залегает приблизительно на 2–3 км глубже кровли пермотриаса. Поэтому отложения, кровлю которых данная граница представляет, должны быть в большей степени метаморфизованы.

Граница Р не соответствует поведению юрско-мелового комплекса отложений. Порой поднятия по юрско-меловым отложениям приурочены к межкупольным зонам по Р. Если структура Ракушечная соответствует валу по Р, то Полдневский вал, Бузачинско-Кулалинская группа поднятий приурочены к межкупольной зоне или к склоновой части куполов. На основании этого можно предположить, что большая толща терригенных отложений, накопленная в более позднее время, чем отложения, образующие границу Р, в процессе формирования складок оползала по склонам поднятий и формировала в межкупольных частях толщи большой мощности.

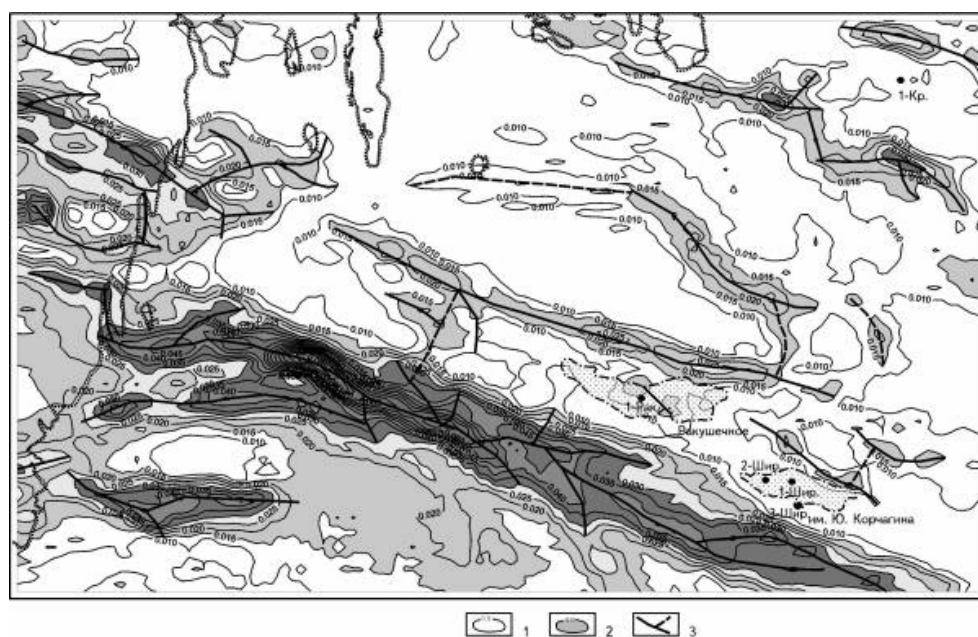


Рис. 2. Карта модуля градиента кровли верхнеюрской поверхности в пределах акватории Среднего Каспия (по материалам С.В. Ивашко (ВНИГНИ)): 1 – изолинии модуля градиента кровли верхнеюрской поверхности; 2 – области наиболее интенсивных градиентов, соответствующие зонам динамического влияния крупных тектонических разломов; 3 – тектонические нарушения

В процессе накопления терригенного материала, оползания его по склонам куполов, сталкивания, отложения выдавливались вверх и образовывали поднятия. Тем не менее складки по горизонту Р оказывали влияние на рельеф юрско-мелового комплекса отложений, представленный в местах выступа горизонта мелкими поднятиями или флексурами.

Все это свидетельствует о том, что тектонические движения, вызванные процессом формирования складок, происходили в юрско-меловое время. Можно предположить, что основным явлением, формирующим структуры в юрско-меловом комплексе отложений, являлись не только тектонические

процессы, обусловленные движением плит, но процессы, вызванные локальной тектоникой, связанной с накоплением терригенного материала, оползневыми процессами и т.п. Тектонические процессы в данной ситуации являлись, может быть, катализаторами для формирования складок.

На основании приведенной методики в 2010 г. А.Г. Алексеев выявил ряд новых элементов, уточнил расположение ранее выявленных, но полностью не закартированных объектов.

Поисково-оценочный этап ГРП направлен на выявление новых месторождений нефти и газа и оценку их запасов. Однако большая глубина продуктивных отложений (свыше 5000 м), зоны предельного мелководья, опережающий прогноз на структурах, расположенных в относительно глубоководных участках шельфа, опосредованное обнаружение нестандартных типов ловушек значительно осложняют поисково-оценочные работы на Северном Каспии.

На поисково-оценочном этапе при расчете экономической эффективности главная цель заключается в снижении риска бурения непродуктивных скважин. Коэффициент успешности бурения поисково-оценочных скважин на структурах, подготовленных сейсморазведкой, в соответствии с мировой практикой не превышает 0,5.

При комплексировании сейсморазведки с гравиразведкой, выделяющей в зоне наличия залежи, локальный минимум может снизить риск, но не более чем на 10 %. Прогноз литологического строения и углеводородонасыщенности отложений на основе AVO, скоростного анализа и т.п. позволяет снизить риск от 30 до 40 %. Факторами, влияющими на риск, являются качество сейсмического материала, скорости, отсутствие четкой стратиграфической привязки, литологические особенности разреза и т.д. Рассматривается поисково-оценочный этап с подготовленными структурами на региональном этапе.

Гравиразведка и магниторазведка на данном этапе уже не могут повысить достоверность предшествующих работ. Они применимы при необходимости уточнения геологической модели месторождений. В настоящий момент при реализации оптимального комплекса работ коэффициент успешности бурения составляет 90 %.

Сокращение объемов поисково-оценочного бурения за счет отказа от опосредованного обнаружения низкоперспективных структур позволило при сохранении достигнутой эффективности поискового бурения (в части количества открытых месторождений) снизить также негативное влияние процесса морского бурения и сопутствующих работ на акватории Северного Каспия на экологию района.

Экономическая эффективность достигается не только за счет минимизации риска бурения пустых скважин, но и за счет открытия новых месторождений.

При оценке экономической эффективности на разведочном этапе учитывались риски, связанные с низкой геологической изученностью месторождений. Оптимизация комплекса работ позволяет исключить в первые годы разработки месторождения риски, связанные с недостатком накопленной добычи нефти на первые тысячи тонн в год. На пятый год данная разница превышает 1 млн т в год.

Таким образом, рассмотренный оптимальный комплекс геолого-геофизических исследований способствует достижению высокой экономической эффективности на всех этапах ГРП, снижению до минимума вредного влияния сейсморазведочных работ на биоту Каспийского моря. Данный комплекс позволяет также с помощью методики интерпретации данных выполнить тек-

тоническое районирование северной части исследуемого района и прилегающей территории, расположенных в зоне затрудненного проведения геологоразведочных работ, выделить перспективные на нефть и газ площади.

Список литературы

1. Алексеев А. Г. О комплексировании сейсмоакустических и высокочастотных сейсмических работ при инженерно-геологических изысканиях на шельфе / А. Г. Алексеев, Ю. П. Безродных, В. И. Федоров // Инженерная геофизика – 005 : труды международной конференции. – Геленджик: Южморгеология, 2005. – С. 63–66.
2. Алексеев А. Г. Разработка методики комплексирования данных прогноза коллекторских свойств, для оптимизации разработки морских месторождений / А. Г. Алексеев, А. П. Бяков, М. А. Сибилёв // ГЕОМОДЕЛЬ : труды VIII международной конференции. – Геленджик, 2006. – С. 321–323.
3. Алексеев А. Г. Разработка методики комплексной геолого-геофизической интерпретации при поисках нефтегазоперспективных объектов в мезокайнозойском комплексе отложений в пределах южной части Астраханской области и республики Калмыкия / А. Г. Алексеев // ТЭК – 2002 : материалы XI конкурса молодежных разработок. – Москва, 2003. – С. 31–33.
4. Анисимов Л. А. Анализ рисков при освоении месторождений Северного Каспия / Л. А. Анисимов и другие // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2005. – № 7. – С. 94–98.
5. Багатаев Р. М. Состояние и перспективы нефтегазовых ресурсов территории Дагестана и ее акваториального продолжения / Р. М. Багатаев // Нефть и газ юга России : 3-я международная конференция по проблеме нефтегазоносности Чёрного, Азовского и Каспийского морей. – Геленджик, 2006. – С. 32–35.
6. Баженова Т. К. Фациальные и стадийные основы раздельного прогноза нефтегазоносности / Т. К. Баженова // Геология и геохимия горючих ископаемых. – Москва : ГЕОС, 2003. – С. 39–52.
7. Безродный Ю. Г. Проблемы и пути защиты морской среды в условиях интенсификации хозяйственного освоения Каспия / Ю. Г. Безродный, Э. Х. Векилов // Нефтяное хозяйство. – 2008. – № 6. – С. 70–74.
8. Бочкарев А. В. Опыт предлицензионной оценки перспектив нефтегазоносности территорий / А. В. Бочкарев, С. В. Делия, П. А. Карпов и другие // Геология нефти и газа. – 2001. – № 2. – С. 7–12.
9. Бочкарев В. А. Стадийность освоения углеводородных ресурсов в акватории российского сектора Каспийского моря / В. А. Бочкарев, Е. В. Сербина // Интервал. – 2002. – № 11. – С. 24–29.
10. Геологическое строение и нефтегазоносность осадочного комплекса Российского сектора Каспийского моря : труды института геологии Дагестанского научного центра Российской Академии наук / К. А. Сабанаев, В. И. Черкашин. – Махачкала : ДИНЭМ, 2008. – Вып. 53. – 208 с.
11. Геологическое строение СССР. Тектоника : труды Всероссийского научно-исследовательского геологического института имени А. П. Карпинского / под ред. Т. Н. Спичарского. – Москва : Недра, 1968. – Т. 2. – 535 с.
12. Глумов И. Ф. Региональная геология и нефтегазоносность Каспийского моря / И. Ф. Глумов, Я. П. Маловицкий, А. А. Новиков, Б. В. Сенин. – Москва : Недра, 2004. – 342 с.

References

1. Alekseev A. G., Bezrodnykh Yu. P., Fedorov V. I. O kompleksirovani seysmoakusticheskikh i vysokochastotnykh seismicheskikh rabot pri inzhenerno-geologicheskikh izyskaniyakh na shelfe [About complexing seismic acoustic and high-frequency seismic work during geotechnical investigations on the shelf] *Inzhenernaya geofizika – 005 : trudy mezhdunarodnoy konferentsii* [Engineering geophysics – 005. Proceedings of the International Conference], Gelendzhik, Yuzhmorgeologiya Publ., 2005, pp. 63–66.
2. Alekseev A. G., Byakov A. P., Sibilev M. A. Razrabotka metodiki kompleksirovaniya dannykh prognoza kollektorskhkh svoystv, dlya optimizatsii razrabotki morskikh mestorozhdeniy [Development of the method of multi-reservoir properties forecast data, to optimize the development of offshore fields]. *GyEOMODYeL : trudy VIII mezhdunarodnoy konferentsii* [GEOMODEL. Proceedings of the VIII International Conference], Gelendzhik, 2006. Pp. 321–323.
3. Alekseev A. G. Razrabotka metodiki kompleksnoy geologo-geofizicheskoy interpretatsii pri poiskakh neftegazoperspektivnykh obektov v mezokaynozoyском комплексе otlozheniy v predelakh yuzhnoy chasti Astrakhanskoy oblasti i respubliki Kalmykiya [Development of a technique of complex geological and geophysical interpretation in the search for oil and gas facilities in the Meso-

Cenozoic sediments complex in the southern part of the Astrakhan Region and the Republic of Kalmykia]. *TEK – 2002 : materialy XI konkursa molodezhnykh razrabotok* [Energy – 2002. Proceedings of the XI Competition of Youth Development], Moscow, 2003, pp. 31–33.

4. Anisimov L. A., et al. Analiz riskov pri osvoenii mestorozhdeniy Severnogo Kaspiya [Risk analysis during the development of the North Caspian fields]. *Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse* [Environmental protection in the oil and gas sector], 2005, no. 7, pp. 94–98.

5. Bagataev R. M. Sostoyanie i perspektivy neftegazovykh resursov territorii Dagestana i ee akvatorialnogo prodolzheniya [State and prospects of oil and gas resources in Dagestan and its continuation of the offshore]. *Neft i gaz yuga Rossii : 3-ya mezhdunarodnaya konferentsiya po probleme neftegazonosnosti Chernogo, Azovskogo i Kaspiyskogo morey* [Oil and Gas of the South of Russia. 3rd International Conference on a Problem of Oil-and-Gas Content of the Black, Azov and Caspian Seas], Gelenzhik, 2006, pp. 32–35.

6. Bazhenova T. K. Fatsialnye i stadialnye osnovy razdelnogo prognoza neftegazonosnosti [Facial and stadial bases of the separate forecast of oil-and-gas content]. *Geologiya i geokhimiya goryuchikh iskopaemykh* [Geology and Geochemistry of Combustible Minerals], Moscow, GYeOS Publ., 2003, pp. 39–52.

7. Bezrodnyy Yu. G., Vekilov E. Kh. Problemy i puti zashchity morskoy sredy v usloviyakh intensivatsii khozyaystvennogo osvoeniya Kaspiya [Problems and ways of protection of the marine environment in the conditions of an intensification of economic development of the Caspian Sea]. *Neftyanoe khozyaystvo* [Oil Industry], 2008, no. 6, pp. 70–74.

8. Bochkarev A. V., Deliya S. V., Karpov P. A., et al. Opyt predlitsenzionnoy otsenki perspektiv neftegazonosnosti territoriy [Experience of prelicense assessment of prospects of oil-and-gas content of territories]. *Geologiya nefti i gaza* [Oil and Gas Geology], 2001, no. 2, pp. 7–12.

9. Bochkarev V. A., Serbina Ye. V. Stadiynost osvoeniya uglevodorodnykh resursov v akvatorii rossiyskogo sektora Kaspiyskogo morya [Stages of development of hydrocarbon resources in the waters of the Russian sector of the Caspian Sea]. *Interval* [The Interval], 2002, no. 11, pp. 24–29.

10. Sabanaev K. A., Cherkashin V. I. *Geologicheskoe stroenie i neftegazonosnost osadochnogo kompleksa Rossiyskogo sektora Kaspiyskogo morya : trudy instituta geologii Dagestanskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy Akademii nauk* [Geological Structure and Petroleum Potential of the Sedimentary Complex of the Caspian Sea Russian Sector. Proceedings of the Geology Institute of the Dagestan Scientific Center, Russian Academy of Sciences], Makhachkala, DINEM Publ., 2008, vol. 53. 208 p.

11. Spizharskiy T. N. (ed.) *Geologicheskoe stroenie SSSR. Tektonika : trudy Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo geologicheskogo instituta imeni A.P. Karpinskogo* [Geological Structure of the USSR. Tectonics. Proceedings of the A.P. Karpinski Russian Geological Research Institute], Moscow, Nedra Publ., 1968. 535 p.

12. Glumov I. F., Malovitskiy Ya. P., Novikov A. A., Senin B. V. *Regionalnaya geologiya i neftegazonosnost Kaspiyskogo morya* [Regional geology and oil-and-gas content of the Caspian Sea], Moscow, Nedra Publ., 2004. 342 p.

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ НЕДР ВОЛГО-АХТУБИНСКОГО РЕГИОНА

Мухашева Алина Хаирловна, аспирант, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: geologi2007@yandex.ru

Освоение глубинных недр Волго-Ахтубинского региона связано с многочисленными природными трудностями, существующими на земной поверхности данного региона. Это, прежде всего, геоморфологические особенности рельефа, расчлененные участки территорий на отдельные водные бассейны, заболоченные низменности, мощная гидрологическая сеть, сезонные мощные колебания водной поверхности (наводнения, маловодье, межень и др.). Сюда также можно отнести высокое содержание сероводорода и углекислого газа в продукции пластов, значительные глубины залегания продуктивных пластов, солянокупольную тектонику, разработку соответствующих мероприятий по промышленной и экологической безопасности, учёт экономической эффективности развития проекта и т.д. Есть проблемы, влияние которых можно