

10. Razumova V. A. Rastitelnyy pokrov v verkhney chasti basseina Nizhnei Tunguski [The vegetation cover in the upper part of the Nizhniaia Tunguska basin]. *Nauchnye chteniya pamyati M.G. Popova* [Scientific readings memory of M.G. Popov], Irkutsk, 1968, pp. 52–60.

11. Sochava V. B. Teoreticheskie predposylki kartografirvaniya srede obitaniya [Theoretical background of mapping habitat]. *Doklady Istituta Geografii Sibiri i Dalnego Vostoka* [Proceedings of the Institute of Siberia and Far East Geography], 1973, pp. 3–15.

12. Sukhorukova K. V., Duchkov A. A. Vosstanovlenie temperatury zemnoy poverkhnosti poslednikh stoletiy po termogrammam skvazhin Yuzhnoy Sibiri [Restoring of surface temperature of last centuries according to thermogram drills of Southern Siberia]. *Geologia i geofizika* [Russian Geology and Geophysics], 1998, no. 8, pp. 1121–1129.

## **СОКРАЩЕНИЕ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПРИ ДОБЫЧЕ СЫРЬЯ НА АСТРАХАНСКОМ ГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ**

*Кудрявцева Елена Владимировна*, кандидат биологических наук, ведущий инженер, Инженерно-технический центр ООО «Газпром добыча Астрахань», 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Савушкина, 61а, e-mail: elvladi@mail.ru

*Андрианов Владимир Александрович*, доктор географических наук, профессор, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: andrianov\_v.a@mail.ru

*Груничева Светлана Анатольевна*, начальник ОООС, Инженерно-технический центр ООО «Газпром добыча Астрахань», 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Савушкина, 61а

*Чивилева Дарья Евгеньевна*, ведущий инженер, Инженерно-технический центр ООО «Газпром добыча Астрахань», 414056, Российская федерация, г. Астрахань, ул. Савушкина, 61а

*Кудрявцев Сергей Игоревич*, студент, Астраханский государственный технический университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16

Перед российскими предприятиями поставлена задача – уменьшить выбросы парниковых газов к 2030 г. до 70 % от базового уровня 1990 г. Газодобывающие и газоперерабатывающие предприятия ПАО «Газпром» вносят значительный вклад в общий объем российских выбросов парниковых газов. Рассмотрен опыт и перспективы реализации в ООО «Газпром добыча Астрахань» направлений экологической политики ПАО «Газпром» при добыче сырья на Астраханском газоконденсатном месторождении. В 2015 г. было достигнуто 13%-ное сокращение выбросов парниковых газов. Сокращение выбросов стало возможным благодаря созданию системы автоматического управления работой подогревателей на площадках скважин и использованию азота при проведении операций на скважинах. Планируется освоение новой технологии обратной закачки кислых газов в подземные пласты Астраханского газоконденсатного месторождения. Освоение новой технологии позволит одновременно решить несколько важных задач: поддержать пластовое давление; уменьшить общий выброс загрязняющих веществ в атмосферу и радикально сократить (более 50 %) выбросы углекислого газа предприятием.

**Ключевые слова:** парниковые газы, диоксид углерода, Киотский протокол, Парижское соглашение, энергосбережение, сокращение выбросов парниковых газов

**REDUCTION OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS  
DURING PRODUCTION OF RAW MATERIALS  
FOR ASTRAKHAN GAS CONDENSATE FIELD**

*Kudryavtseva Yelena V.*, C.Sc. in Biology, Leader Engineer, Engineering Technical Center LLC "Gazprom mining Astrakhan", 6 Savushkin st., Astrakhan, 414056, Russian Federation, e-mail: elvladi@mail.ru

*Andrianov Vladimir A.*, D.Sc. in of Geography, Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: andrianov\_v.a@mail.ru

*Grunicheva Svetlana A.*, Head of the Department of Environmental Protection, Engineering Technical Center LLC "Gazprom mining Astrakhan", 6 Savushkin st., Astrakhan, 414056, Russian Federation

*Chivileva Darya Ye.*, Leader Engineer, Engineering Technical Center LLC "Gazprom mining Astrakhan", 6 Savushkin st., Astrakhan, 414056, Russian Federation

*Kudryavtsev Sergey I.*, student, Astrakhan State Technical University, 16 Tatishchev st., Astrakhan, 414056, Russian Federation

Russian enterprises were tasked – to reduce greenhouse gas emissions by 2030 to 70 % from the 1990 baseline. Gas producing and processing enterprises Public Joint Stock Company "Gazprom" make significant contribution to the the total volume of Russian greenhouse gas emissions. The experience and prospects of realization of LLC "Gazprom minning Astrakhan" environmental policy Public Joint Stock Company "Gazprom" in the extraction of raw materials at the Astrakhan gas condensate field. In 2015 has been reached reduction in greenhouse gas emissions by 13 %. Emission reduction has been made possible because of creation of a global system of energy-saving heaters automatic operation control wells at the sites and the use of nitrogen in the operations on the wells. It has planned the development of a new acid gas re-injection technology in underground formations Astrakhan gas condensate field. The development of new technology will simultaneously solve several important tasks: to maintain reservoir pressure; to replace import equipment for native; to reduce the overall emission of pollutants into the atmosphere and to drastically reduce (50 %) of carbon dioxide emissions.

**Keywords:** greenhouse gases, carbon dioxide, Kyoto Protocol, Parisian agreement, energy saving, reduction of emissions of greenhouse gases

Проблема изменения климата стоит на первом месте среди глобальных экологических катастроф, угрожающих цивилизации в XXI в. [3, 4, 7, 21].

В декабре 2015 г. в Париже на 21-ой Всемирной конференции ООН по климату выработано историческое соглашение, которое с 2020 г. придет на смену Киотскому протоколу. Главная цель нового соглашения: добиться значительного снижения выбросов парниковых газов (ПГ) и тем самым ограничить рост глобальной температуры к концу XXI в. пределами в два градуса по Цельсию. В поддержку документа высказались 195 делегаций со всего мира [5].

Главный итог конференции – объединение человечества перед климатической угрозой, с тем чтобы разумно управлять жизнью на планете. Общими усилиями землянам необходимо снизить выбросы парниковых газов на 50 % к 2050 г. В Парижском соглашении отсутствуют какие-либо конкретные обязательства государств. Каждая из стран самостоятельно определяет свою политику в области сохранения климата и обязательства по сокращению выбро-

сов парниковых газов. Так, США обещают к 2025 г. сократить выбросы на 26–28 % по сравнению с 2005 г. Китай впервые назвал конкретную дату начала сокращения выбросов – 2030 г. Страны Европы, добившиеся сокращения выбросов в период с 1994 г. по 2014-й на 23 %, к 2050 г. обещают снижение в два раза, а явный лидер, Франция, берет на себя обязательства по 4-кратному сокращению выбросов [5, 15, 18, 19, 20].

Россия, снижение выбросов которой за отмеченный период оказалось больше, чем совокупный взнос парниковых газов всех развитых стран, членов Рамочной концепции по изменению климата, также продолжит вносить вклад в совместные усилия по предотвращению глобального потепления. К 2030 г. выбросы будут уменьшены до 70 % от базового уровня 1990 г. Это произойдет за счет технического перевооружения производства современным оборудованием, обеспечивающим минимизацию негативного воздействия на окружающую среду, прорывных решений в сфере энергосбережения и использования нанотехнологий [5, 14].

Газодобывающие и газоперерабатывающие предприятия ПАО «Газпром» вносят значительный вклад в общий объем российских выбросов [1].

В основе экологической политики ПАО «Газпром» лежит приверженность принципам устойчивого развития, под которым понимается сбалансированное и социально приемлемое сочетание экономического роста и сохранения благоприятной окружающей среды для нынешних и будущих поколений. Экологические обязательства ПАО «Газпром» включают принятие всех возможных мер по сохранению климата, повышению энергоэффективности производственных процессов, принятие мер по сокращению выбросов парниковых газов. Этой общей стратегии развития в области охраны окружающей среды, определенной головной компанией, следуют все дочерние предприятия Газпрома [8, 16].

Опыт реализации в ООО «Газпром добыча Астрахань» направлений экологической политики ПАО «Газпром» при добыче сырья на Астраханском газоконденсатном месторождении (АГКМ) является передовым в отрасли. Добычу сырья осуществляет Газопромислое управление (ГПУ), второе по значимости после Астраханского газоперерабатывающего завода (АГПЗ) подразделение, эмитент парниковых газов предприятия.

Деятельность ГПУ в области сохранения климата при разработке и эксплуатации АГКМ определяется политикой ООО «Газпром добыча Астрахань» в области охраны окружающей среды, охраны труда, промышленной безопасности, энергосбережения, качества продукции и услуг, Программой «Энергосбережение и повышение энергоэффективности ООО "Газпром добыча Астрахань"» и других документов, разработанных на базе соответствующих документов ПАО «Газпром» [6, 17].

Ежегодно, начиная с 2007 г., нами осуществляются расчеты выбросов парниковых газов (ПГ) ООО «Газпром добыча Астрахань», образующиеся при добыче и переработке сырья. В 2015 г. добыча 10,246 млрд м<sup>3</sup> отсепарированного газа сопровождалась выбросом 347 тыс. т парниковых газов, что составило 8 % от общего выброса предприятия [2, 9, 10, 11, 12, 13].

Выбросы ПГ при добыче сырья складываются из выбросов от скважин и установок предварительной подготовки газа (УППГ) при стационарном сжигании топлива подогревателями теплоносителя, при сжигании топлива и пластового газа факельными установками, из фугитивных выбросов блоками осушки газа.

В 2015 г. достигнуто 13%-ное сокращение выбросов при добыче сырья. Сокращение произошло за счет целенаправленного осуществления ряда мероприятий, среди которых важнейшим стало создание глобальной энергосберегающей системы автоматического управления работой подогревателей на площадках скважин. Автоматизация функций пуска и остановки устьевых подогревателей обеспечивает высокоэффективный низкотемпературный безгидратный энергосберегающий режим добычи и транспортировки пластовой смеси, сокращение энергетических затрат при предварительной подготовке пластовой смеси в условиях тщательного соблюдения требований технологических регламентов к температурным параметрам для скважин и газоконденсатопроводов. Визуализацию управления обеспечивают внедренные в состав действующей автоматической системы управления промысла многофункциональные диспетчерские интерфейсы. Для контроля качества работы системы и автоматизированного формирования отчетных форм по экономии очищенного газа и сокращению выбросов вредных веществ в атмосферу предусмотрена специализированная база данных. В 2014 г. благодаря работе системы сэкономлено 25785 тыс. м<sup>3</sup> очищенного газа, в 2015 г. экономия составила 21838 тыс. м<sup>3</sup>. Все это соответствует сокращению выброса в атмосферу 52 и 44 тыс. т парниковых газов в СО<sub>2</sub>-эквиваленте соответственно.

Проект авторского коллектива ГПУ «Разработка и внедрение энергосберегающей системы автоматического управления работой подогревателей на площадках скважин и оптимизации температурных режимов Астраханского промысла» признан лучшим на конкурсе ПАО «Газпром» в области науки и техники.

В практику проведения операций на скважинах введено использование азота. В 2015 г. с применением азота без отработки на факельные установки проведено 27 операций по ингибированию насосно-компрессорных труб и подземного оборудования. Уменьшение выброса парниковых газов при этом составило 0,615 тыс. т в СО<sub>2</sub>-эквиваленте.

Планируется отдувка скважин в подземные емкости, что может дать дополнительно 0,7 тыс. т ПГ в СО<sub>2</sub>-эквиваленте.

Уникальной особенностью сырья АГКМ является его обогащенность кислыми компонентами (пластовый газ содержит 13 % СО<sub>2</sub> и 26 % Н<sub>2</sub>С). Из сероводорода путем сложных реакций восстановления получают серу. Углекислый газ, пройдя вместе с сырьем все этапы технологического цикла, в конечном итоге через трубы печей дожига отходящих газов установок производства серы попадает в атмосферу. И хотя выброс сырьевого СО<sub>2</sub> входит в состав выбросов парниковых газов от процессов переработки сырья, составляя больше половины выброса АГПЗ (2879 из 3956 тыс. т), сокращение данного вида выбросов можно осуществить на стадии добычи сырья, радикально уменьшив выброс СО<sub>2</sub> в атмосферу [9, 10, 11].

Осуществить радикальное снижение выброса СО<sub>2</sub> можно внедрением новой технологии обратной закачки кислых газов в подземные пласты АГКМ. Освоение технологии предусмотрено в новом технологическом проекте разработки Левобережной части АГКМ.

Внедрение технологии обратной закачки кислых газов в подземные пласты АГКМ связано с большими рисками, так как технология до сих пор не очень хорошо изучена и в отечественной нефтегазовой индустрии не применялась.

Для успешного осуществления планируемого к внедрению проекта целесообразна отработка технологии закачки кислых газов в пласт на опытно-промышленном полигоне.

Исходные данные, полученные на этапе опытно-промышленных работ, позволят экономически эффективно и с минимальным риском реализовать технологию в промышленном масштабе, значительно повысят эффективность разрабатываемых технико-технологических решений и снизят риск финансовых потерь.

Таким образом, ООО «Газпром добыча Астрахань» планомерно ведет работу по снижению выбросов парниковых газов в атмосферу, достигнуто 13%-ное сокращение выбросов при добыче сырья. Планируется к внедрению новая технология обратной закачки в пласт кислых газов. Освоение новой технологии позволит одновременно решить несколько важных задач: поддержание пластового давления; замена импортного оборудования отечественным; уменьшение общего выброса загрязняющих веществ в атмосферу и радикальное сокращение (более 50 %) выбросов углекислого газа предприятием.

#### **Список литературы**

1. Аكوпова Г. С. Вклад ПАО «Газпром» в стабилизацию выбросов парниковых газов от энергетического сектора РФ / Г. С. Аكوпова, Е. В. Косолапова, Г. М. Юлкин // Территория нефтегаз. – 2016. – № 2. – С. 100–104.
2. Андрианов В. А. Эмиссия парниковых газов при эксплуатации Астраханского газоконденсатного месторождения / В. А. Андрианов, Е. В. Кудрявцева // Геология, география и глобальная энергия. – 2011. – № 4 (43). – С. 174–179.
3. Глобальное потепление : доклад Гринпис / под ред. Дж. Леггета. – Москва : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 1993. – 272 с.
4. Киотский Протокол к Конвенции об изменении климата. – UNEP/ICU, 1998.
5. Кокорин А. О. Парижское климатическое соглашение ООН: нынешнее и будущее воздействие на экономику России и других стран / А. О. Кокорин // Экологический вестник России. – 2016. – № 3. – С. 34–37.
6. Концепция энергосбережения и повышения энергетической эффективности ОАО «Газпром» на период 2011–2020 гг. – Утверждена приказом ОАО «Газпром» от 28 декабря 2010 г. – № 364.
7. Крейнин Е. В. Парниковый эффект: гипотезы, Киотский протокол, технические рекомендации / Е. В. Крейнин, А. М. Карасевич. – Москва : ООО «ИРЦ Газпром». – 2007. – 256 с.
8. Кудрявцева Е. В. Некоторые аспекты углеродного баланса экосистем Астраханской области в связи с деятельностью АГК / Е. В. Кудрявцева // Разведка и освоение нефтяных и газоконденсатных месторождений : научные труды АстраханьНИПИгаза. – Астрахань : ИПЦ «Факел» ООО «Астраханьгазпром», 2006. – С. 168–170.
9. Кудрявцева Е. В. ООО «Газпром добыча Астрахань». Борьба с парниковыми газами // Е. В. Кудрявцева // Углеводороды. – 2013. – № 6. – С. 38–39.
10. Кудрявцева Е. В. Рыночный механизм Киотского протокола в решении проблемы обращения с выбросами парниковых газов Астраханского газового комплекса / Е. В. Кудрявцева, В. А. Андрианов // Геология, география и глобальная энергия, № 4(35). – 2009. – С. 205–208.
11. Кудрявцева Е. В. Выбросы парниковых газов в процессе добычи и переработки сырья на Астраханском газовом комплексе / Е. В. Кудрявцева, В. А. Тягненко, В. А. Андрианов // Геология, бурение, разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений. – № 3. – 2009. – С. 54–59.
12. Кудрявцева Е. В. Оценка эмиссий парниковых газов, производимых ООО «Газпром добыча Астрахань», и пути их сокращения / Е. В. Кудрявцева, В. Н. Чертов, В. А. Андрианов // Экологические проблемы природных и урбанизированных территорий : материалы второй научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей и научных сотрудников, посвященной 10-летию кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности Астраханского государственного университета. – Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2008. – С. 91–92.

13. Люгай Д. В. Промышленная и экологическая безопасность при разработке и эксплуатации Астраханского газоконденсатного месторождения / Д. В. Люгай, Д. В. Изюмченко, В. В. Кунавин, В. А. Тягненко, Р. А. Жирнов, Г. А. Овчинников, В. А. Андрианов, В. А. Климонтова, Е. Н. Рылов, Н. В. Голованова, Е. В. Кудрявцева, С. А. Груничева // Геология, бурение, разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений. – Москва : ООО «Газпром экспо», 2009. – 120 с.
14. О климатической доктрине Российской Федерации : распоряжение Президента РФ. – Утверждено от 17 декабря 2009 г. № 861-рп // КонсультантПлюс. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=94992#0>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
15. Рамочная конвенция по изменению климата. – UNEP/IUC, 1992.
16. Экологическая политика ОАО «Газпром». – Утверждена постановлением Правления ОАО «Газпром» от 25 мая 2015 г. № 21. – Режим доступа: [http://krasnodar-tr.gazprom.ru/d/textpage/14/20/gazprom\\_eco\\_2015.pdf](http://krasnodar-tr.gazprom.ru/d/textpage/14/20/gazprom_eco_2015.pdf), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
17. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности ОАО «Газпром» на 2015 г. : программа. – Утверждена приказом ОАО «Газпром» от 17 февраля 2015 г. – № 69.
18. Byrne B. Radiative forcing at high concentrations of well-mixed greenhouse / B. Byrne, C. Goldblatt // *Geophysical research letters*. – 2014. – Vol. 41, № 1. – P. 152–160.
19. Frankenberg C. The greenhouse gas climate change initiative (GHG-CCI): comparison and quality assessment of near-surface-sensitive satellite-derived CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> global data sets / C. Frankenberg, M. Buchwitz, M. Reuter, et al. // *Remote sensing of environment*. – 2015. – Vol. 162. – P. 344–362.
20. Hussain S. Rice management interventions to mitigate greenhouse gas emissions : a review / S. Hussain, S. Peng, S. Fahad, J. Huang, K. Cui, L. Nie, A. Khaliq // *Environmental science and pollution research*. – 2015. – Vol. 22, № 5. – P. 3342–3360.
21. Climate Change 2014 : Fifth Assessment Report // IPCC. – 2014. – Vol. 1–3. – Режим доступа: [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

#### References

1. Akopova G. S., Kosolapova Ye. V., Yulkin G. M. Vklad PAO «Gazprom» v stabilizatsiyu vybrosov parnikovykh gazov ot energeticheskogo sektora RF [Contribution of JSC "Gazprom" in the stabilization of ghg emissions from the energy sector RF]. *Territoriya neftegaz* [Land Oil and Gas], 2016, no. 2, pp. 100–104.
2. Andrianov V.A., Kudryavtseva Ye. V. Emissiya parnikovykh gazov pri ekspluatatsii Astrakhanskogo gazokondensatnogo mestorozhdeniya [Greenhouse gas emissions in the operation of the Astrakhan gas condensate deposit]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2011, no. 4 (43), pp. 174–179.
3. Leggett J. (ed.) *Globalnoe poteplenie : doklad Grinpis* [Global warming. Greenpeace Report], Moscow, Lomonosov Moscow State University Publ. House, 1993. 272 p.
4. The Kyoto Protocol to the Convention on Climate Change, UNEP/IUC, 1998.
5. Kokorin A. O. Parizhskoe klimaticheskoe soglasenie OON: nyneshnee i budushhee vozdeystvie na ekonomiku Rossii i drugikh stran [The Paris of the UN climate agreement: the present and future impact on the economies of Russia and other countries]. *Ekologicheskii vestnik Rossii* [Ecological Bulletin of Russia], 2016, no. 3, pp. 34–37.
6. The concept of energy saving and energy efficiency of "Gazprom" for the period 2011–2020, approved by the order of JSC "Gazprom". Approved from the 28<sup>th</sup> of December 2010, no. 364.
7. Kreynin Ye. V., Karasevich A. M. *Parnikovyy efekt: gipotezy, Kiotskiy protokol, tekhnicheskie rekomendatsii* [Greenhouse effect: hypothesis, the Kyoto Protocol, technical recommendations], Moscow, ООО «IRC Gazprom» Publ., 2007. 256 p.
8. Kudryavtseva Ye. V. Nekotorye aspekty uglerodnogo balansa ekosistem Astrakhanskoy oblasti v svyazi s deyatelnostyu AGK [Some aspects of the carbon balance of ecosystems of the Astrakhan region in connection with the AGPPC activity]. *Razvedka i osvoenie neftyanykh i gazokondensatnykh mestorozhdeniy : nauchnye trudy AstrakhanNIPigaza* [Exploration and Development of Oil and Gas Condensate Fields. Proceedings of the Astrakhan Scientific Research Project Institute of Gas], Astrakhan, IPTs «Fakel» ООО «Astrakhangazprom» Publ., 2006, pp. 168–170.
9. Kudryavtseva Ye. V. ООО «Gazprom dobycha Astrakhan». Borba s parnikovymi gazami [Ltd. "Gazprom dobycha Astrakhan". The fight against greenhouse gases]. *Uglevodороды* [Hydrocarbons], 2013, no. 6, pp. 38–39.
10. Kudryavtseva Ye. V., Tyagnienko V. A., Andrianov V. A. Vybrosoy parnikovykh gazov v protsesse dobychi i pererabotki syrya na Astrakhanskom gazovom komplekse [Greenhouse gas

emissions from extraction and processing of raw materials at the Astrakhan gas complex]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2009, no. 3, pp. 54–59.

11. Kudryavtseva Ye. V., Chertov V. N., Andrianov V. A. Otsenka emissiy parnikovyykh gazov, proizvodimyykh OOO «Gazprom dobycha Astrakhan», i puti ikh sokrashcheniya [Estimation of greenhouse gas emissions produced by Ltd "Gazprom dobycha Astrakhan", and ways to reduce them]. *Ekologicheskie problemy prirodnykh i urbanizirovannykh territoriy : materialy vtoroy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov, prepodavateley i nauchnykh sotrudnikov, posvyashchennoy 10-letiyu kafedry ekologii i bezopasnosti zhiznedeyatelnosti Astrakhanskogo gosudarstvennogo universiteta* [Ecological Problems of Natural and Urbanized Areas. Proceedings of the Second Scientific and Practical Conference of Students, Teachers and Researchers, dedicated to the 10<sup>th</sup> anniversary of the Department of Ecology and Life Safety Astrakhan State University], Astrakhan, Astrakhan University Publ. House, 2008, pp. 91–92.

12. Kudryavtseva Ye. V., Andrianov V. A. Rynochnyy mekhanizm Kiotskogo protokola v reshenii problemy obrashcheniya s vybrosami parnikovyykh gazov Astrakhanskogo gazovogo kompleksa [The market mechanism of the Kyoto Protocol in addressing the treatment of greenhouse gas emissions of the Astrakhan gas complex]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2009, no. 4 (35), pp. 205–208.

13. Lyugay D. V., Izyumchenko D. V., Kunavin V. V., Tyagnenko V. A., Zhirnov R. A., Ovchinnikov G. A., Andrianov V. A., Klimontova V. A., Rylov Ye. N., Golovanov N. V., Kudryavtseva Ye. V., Grunicheva S. A. Promyshlennaya i ekologicheskaya bezopasnost pri razrabotke i ekspluatatsii Astrakhanskogo gazokondensatnogo mestorozhdeniya [Industrial and environmental safety in the development and operation of the Astrakhan gas condensate deposit]. *Geologiya, burenie, razrabotka i ekspluatatsiya gazovykh i gazokondensatnykh mestorozhdeniy* [Geology, Drilling, Development and Exploitation of Gas and Gas Condensate Fields], Moscow, OOO «Gazprom ekspoz» Publ., 2009, pp. 120.

14. About the Climate Doctrine of the Russian Federation. Order of the President of the Russian Federation of the 17<sup>th</sup> of December no. 861-rp. *KonsultantPlus* [ConsultantPlus]. Available at: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=94992#0>.

15. Framework Convention on Climate Change, UNEP/IUC, 1992.

16. The Environmental Policy of OJSC "Gazprom". Approved by Resolution of the Board of OJSC from 25<sup>th</sup> of May 2015 no. 21.

17. The Program of Energy Conservation and Energy Efficiency of "Gazprom" for 2015. Approved by the Order of JSC "Gazprom" on February 17, 2015, no. 69.

18. Byrne B., Goldblatt C. Radiative forcing at high concentrations of well-mixed greenhouse. *Geophysical research letters*, 2014, vol. 41, no. 1, pp. 152–160.

19. Frankenberg C., Buchwitz M., Reuter M., et al. The greenhouse gas climate change initiative (GHG-CCI): comparison and quality assessment of near-surface-sensitive satellite-derived CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> global data sets. *Remote sensing of environment*, 2015, vol. 162, pp. 344–362.

20. Hussain S., Peng S., Fahad S., Huang J., Cui K., Nie L., Khaliq A. Rice management interventions to mitigate greenhouse gas emissions. *Environmental science and pollution research*, 2015, vol: 22, no. 5, pp. 3342–3360.

21. Climate Change 2014. Fifth Assessment Report. *IPCC*, 2014, vol. 1–3. Available at: [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).

## ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГИДРОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТИ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ И РАЗВИТИЕ ВОДНЫХ ВИДОВ ТУРИЗМА

**Безуглова Марина Сергеевна**, кандидат географических наук, доцент, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: [marinadenis@ya.ru](mailto:marinadenis@ya.ru)

**Шарова Ирина Сергеевна**, кандидат географических наук, доцент, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: [kerina-best@mail.ru](mailto:kerina-best@mail.ru)