



НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 330

Дата поступления: 20.07.2022
рецензирования: 29.08.2022
принятия: 28.09.2022

**Анализ существующих технологий переработки попутного нефтяного газа
в России**

М.М. Манукян

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева,
г. Самара, Российская Федерация
E-mail: marinaarm89@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7618-4633>

Аннотация: В статье рассматриваются особенности технологий переработки попутного нефтяного газа, а также их влияние на специфику экологических проблем отрасли. Автором описывается состав попутного нефтяного газа и делается вывод о том, что из-за сжигания попутного нефтяного газа образуется большое количество вредных веществ, которые влияют также и на здоровье населения. Разработка месторождений нефти влечет за собой и освоение побочных продуктов, которые требуют своевременной утилизации, так как могут повлиять на развитие экологичности производства. В статье также рассматривается объем загрязняющих веществ, образующихся при сжигании попутного нефтяного газа на факельных установках. Представлена схема переработки углеводородного сырья с описанием определенных критериев, на основе которых осуществляются добыча и переработка попутного нефтяного газа. А также определены составляющие процесса утилизации попутного нефтяного газа. В статье предлагается модель каталитического преобразования тяжелой фракции в смесь ароматических углеводородов (бензол, толуол, ксилол), с помощью реализации относительной простоты которой (процесс одностадийный, технологический режим достаточно мягкий) будет улучшено качество технологии переработки и уменьшено влияние на экологию.

Ключевые слова: попутный нефтяной газ; нефть; затраты; энергосбережение; инновации; нефтегазовый комплекс; глобализация; предприятия; отрасль; методы; эффективность; утилизация.

Цитирование. Манукян М.М. Анализ существующих технологий переработки попутного нефтяного газа в России // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2022. Т. 13, № 3. С. 22–28. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2022-13-3-22-28>.

Информация о конфликте интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

© Манукян М.М., 2022

Марине Мартиновна Манукян – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики инноваций, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 443086, Российская Федерация, г. Самара, Московское шоссе, 34.

SCIENTIFIC ARTICLE

Submitted: 20.07.2022
Revised: 29.08.2022
Accepted: 28.09.2022

**Analysis of existing technologies for processing associated petroleum gas
in Russia**

M.M. Manukyan

Samara National Research University, Samara, Russian Federation
E-mail: marinaarm89@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7618-4633>

Abstract: The article discusses the features of associated petroleum gas processing technologies, as well as their impact on the specifics of environmental problems in the industry. The author describes the composition of associated petroleum gas and concludes that due to the combustion of associated petroleum gas, a large number of harmful substances are formed, which also affect the health of the population. The development of oil fields entails the development of by-products that require timely disposal, as they can affect the development of environmental friendliness of production. The article also considers the volume of pollutants formed during the combustion of associated petroleum gas at flare installations. The scheme of processing of hydrocarbon raw materials is presented with a description of certain criteria on the basis of which the extraction and processing of associated petroleum gas is carried out. The components of the associated petroleum gas utilization process have also been determined. The article proposes a model for the catalytic conversion of a heavy fraction into a mixture of aromatic hydrocarbons (benzene, toluene, xylene), with the help of the implementation of the relative simplicity of which (the process is one-stage, the technological regime is quite mild), the quality of the pre-processing technology will be improved and the impact on the environment will be reduced.

Key words: associated petroleum gas; oil; costs; energy saving; innovation; oil and gas complex; globalization; enterprises; industry; methods; efficiency; utilization.

Citation. Manukyan M.M. Analysis of existing technologies for processing associated petroleum gas in Russia. *Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravlenie = Vestnik of Samara University. Economics and Management*, 2022, vol. 13, no. 3, pp. 22–28. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2022-13-3-22-28>. (In Russ.)

Information on the conflict of interest: author declares no conflict of interest.

© Manukyan M.M., 2022

Marine M. Manukyan – Candidate of Economics, associate professor of the Department of Innovation Economics, Samara National Research University, 34, Moskovskoye shosse, Samara, 443086, Russian Federation.

Введение

Использование попутного нефтяного газа (ПНГ), находящегося в нефтяных пластах, на сегодняшний день мало изучено с точки зрения эффективности и экологичности. Так как ПНГ состоит из смеси газов и парообразных углеводородных и неуглеводородных компонентов, то зачастую при наличии специального газопровода его транспортируют потребителям, в противном случае он может быть использован в процессе переработки для нужд промышленных предприятий.

Основной особенностью попутного нефтяного газа является то, что его продукты не имеют применения в месте переработки, что позволяет сделать вывод о дополнительных затратах при его транспортировке. Следующей особенностью можно назвать низкое давление, которое будет требовать использования дополнительных мощностей при его переработке.

Актуальным является и процесс утилизации отходов в нефтехимии, которая создавая парниковый эффект, оказывает серьезное воздействие на экологию, на жизнь и здоровье людей, поэтому совершенно логичными является использование технологий переработки газа в месте его добычи и грамотное решение вопросов взаимодействий предприятий промышленности и государства.

Ход исследования

В производственном процессе нефтедобывающих предприятий выделяется попутный нефтяной газ. По своему происхождению он считается отходом для предприятий, он может сжигаться либо в атмосфере, либо компании контролируют процесс сжигания попутного нефтяного газа с помощью факела, который специально строится на нефтяном месторождении [1].

На рисунке 1 представлен состав попутного нефтяного газа.

Попутный нефтяной газ является достаточно дорогим ресурсом и занимает важное место в процессе добычи и переработки нефтепродуктов. Например, при добыче одной тонны нефти выделяется примерно 150 м³ ПНГ [2].

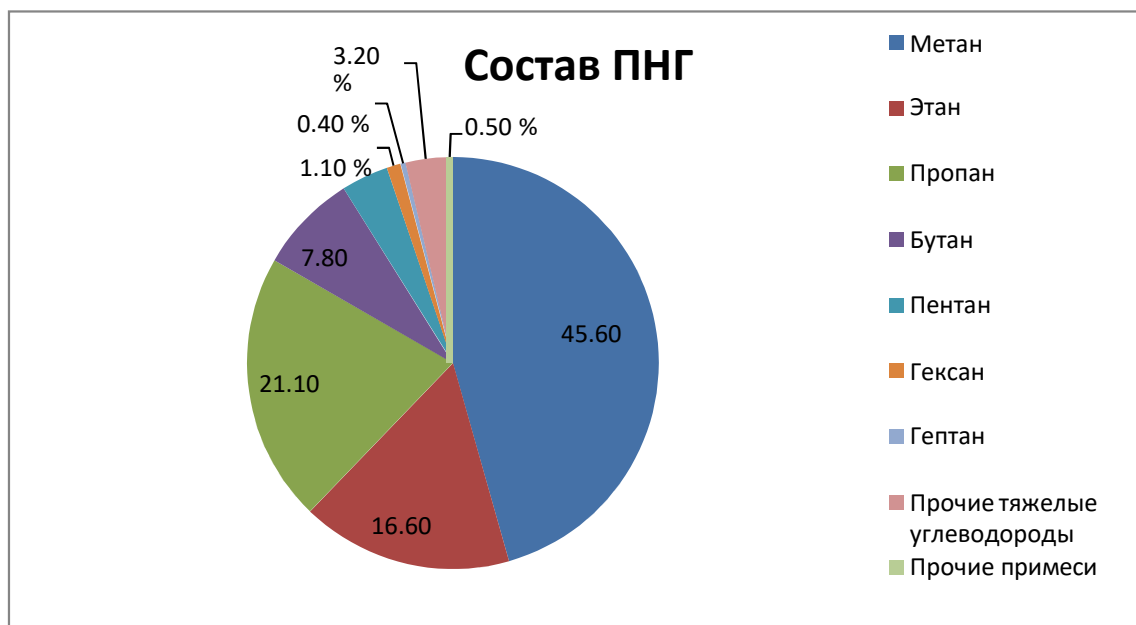


Рисунок 1 – Примерный состав попутного нефтяного газа
 Figure 1 – Approximate composition of associated petroleum gas

С 2011 года в России ведется сложная работа на политическом уровне, связанная с повышением энергоэффективности страны. И в связи с этим основная задача, стоящая перед нефтедобывающими компаниями, – это эффективное использование, утилизация и совершенствование технологий переработки попутного нефтяного газа [3].

Из-за сжигания ПНГ образуется большое количество вредных веществ, которые влияют на экологию и здоровье населения. Увеличивается количество различных патологий, таких как онкология, бесплодие, болезни органов дыхания, заболевания нервной системы, ввиду вредного состава выбросов при сжигании попутного нефтяного газа на факельных установках (рисунок 2).

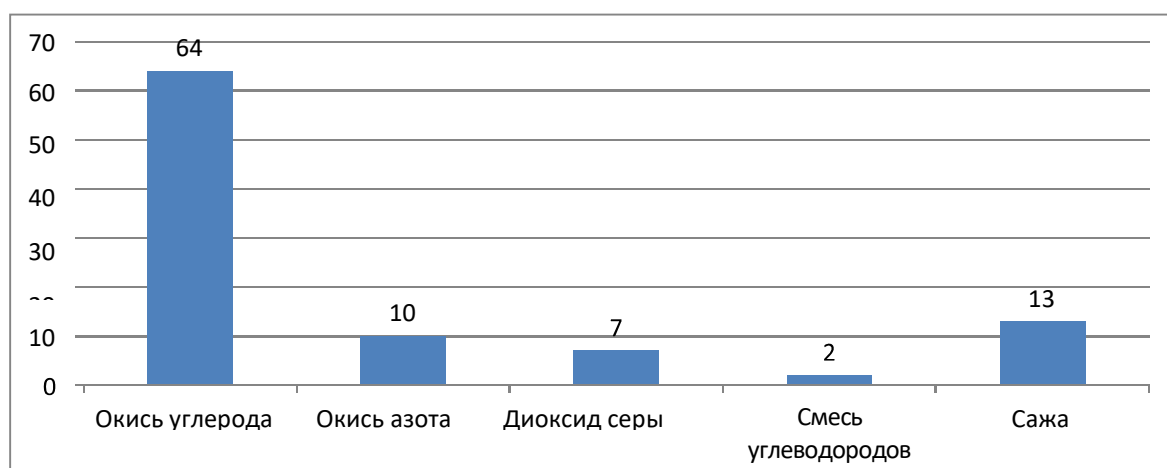


Рисунок 2 – Объем загрязняющих веществ, образующихся при сжигании попутного нефтяного газа на факельных установках
 Figure 2 – Volume of pollutants generated during the combustion of associated petroleum gas in flare devices

Пересечение областей применений в справочниках является спецификой разработки ИТС по добыче и переработке углеводородного сырья. На рисунке 3 приведена схема переработки углеводородного сырья.



Рисунок 3 – Схема переработки углеводородного сырья.
Figure 3 – Scheme of hydrocarbon raw materials processing

Существуют определенные критерии, на основе которых осуществляются добыча и переработка попутного нефтяного газа, к ним можно отнести следующие:

- соответствие технологии требованиям стандартов по отрасли;
- ресурсосберегающий и энергосберегающий эффекты;
- наименьшее воздействие на окружающую среду;
- соответствие технологии научно-техническому уровню;
- наличие успешной апробации технологических процессов и оборудования;
- эффективность и экономическая целесообразность внедрения технологии [4].

В производственном процессе важным фактором выбора НДТ является его воздействие на окружающую среду. Берутся в расчет объем и масса выпускаемой продукции на единицу времени, тем самым учитываются лучшие удельные экологические показатели в производственном процессе.

В особенности это касается регионов со сложными экологическими условиями, к примеру, те объекты, которые находятся на экологически уязвимых территориях, вблизи особо охраняемых территорий, на территории Крайнего Севера и т.д.

НДТ «Технология извлечения углеводородных компонентов на основе низкотемпературной конденсации и ректификации (НТКР)» – наилучший пример технологии переработки попутного нефтяного газа.

Сегодня решить проблему утилизации попутного нефтяного газа удастся лишь совместно усилиями нефтеперерабатывающих предприятий и государства. Компании разрабатывают предложения, с помощью которых можно сократить издержки, повысить рентабельность, а также создать тем самым новое направление в бизнесе, которое будет отвечать требованиям наукоемкости [5].

Существует большое количество методов и технологий, на основе которых можно запустить процесс утилизации попутного нефтяного газа, но на сегодняшний день многие предприятия сталкиваются с проблемой ввиду ограничений собственных нужд – как следствие, экономическая нецелесообразность, которая проявляется в том, что компания должна удовлетворить не только собственные нужды, но и обеспечить сторонних потребителей. Таким образом, именно масштабное использование попутного нефтяного газа и его закачка в пласт будут основой для выработки тепловой энергии [6].

Исследование всевозможных процессов утилизации попутного нефтяного газа предоставляет возможность учитывать его как достаточно ценный продукт. Поэтому необходимо проанализировать его

составляющие и конкретные компоненты, которые будут в дальнейшем реализовываться и давать тот необходимый эффект для финансово сложных технологий переработки ПНГ. На рисунке 4 представлена схема составляющих процесса переработки и утилизации попутного нефтяного газа.

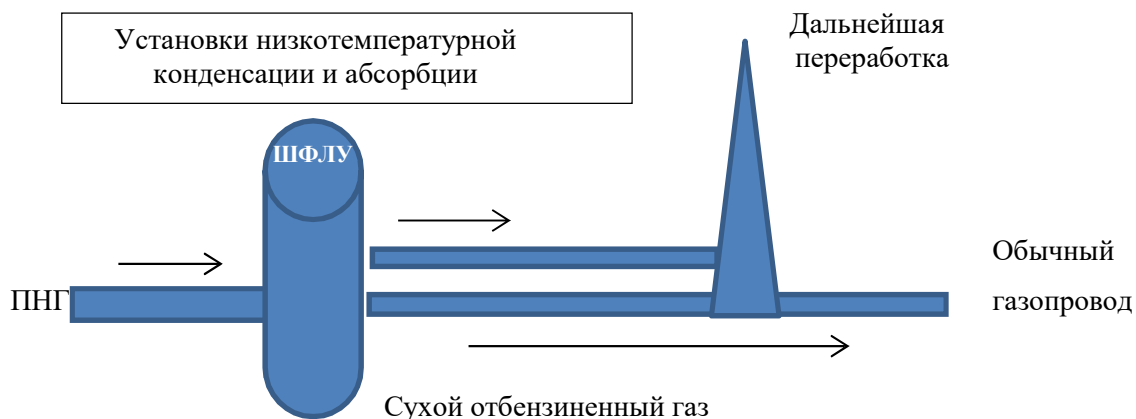


Рисунок 4 – Составляющие процесса утилизации ПНГ
Figure 4 – Components of the APG utilization process

Анализируя основные составляющие процесса утилизации попутного нефтяного газа и применяя при этом современные технологические установки, можно сделать вывод, что при этом получают продукты с высокой добавленной стоимостью. Такие продукты смогут применяться в технологических процессах нефтедобывающих предприятий, что позволит компаниям выйти на новый уровень развития.

На рисунке 5 автором предложена схема модели каталитического преобразования тяжелой фракции в смесь ароматических углеводородов из перспективных процессов химической переработки попутного нефтяного газа.

Главной особенностью предложенной автором модели является его относительная простота, которая обусловлена тем, что этот процесс проходит в одну технологическую стадию и режим преобразования достаточно несложный.

Как видим, в модели присутствуют не только стандартные компоненты, но и проточный реактор, с помощью которого процесс образования слоя целитного катализатора с превращением в смесь ароматических углеводородов будет достаточно простой.

Если проанализировать практическое применение проточного реактора со стационарным слоем целитного катализатора, то можно сказать, что данный процесс имеет иностранные реализации и более известен за рубежом, что нельзя сказать о России. Но есть большой плюс, что, к примеру, для таких иностранных компаний, как Суclar от компании UOP, производятся серийно отечественные катализаторы [7].

Таким образом, с помощью внедрения модели каталитического преобразования тяжелой фракции образуется концентрат ароматических углеводородов, который в дальнейшем может самостоятельно использоваться в производственном процессе на основе следующих преимуществ:

- снижения вязкости нефти;
- смешения товарной нефти с полученным концентратом углеводородов;
- уменьшения затрат на транспортировку при разбавлении высоковязкой нефти [8].

Заключение и выводы

Таким образом, использование попутного нефтяного газа, а также правильная его переработка и утилизация позволят нефтедобывающим и нефтеперерабатывающим предприятиям выйти на более качественный и экономичный уровень развития и производства.

Качество и способы технологий переработки попутного нефтяного газа будут существенно влиять на экологические проблемы, существующие в регионах, особенно проблемных и кризисных. Поэтому именно территориальный фактор оказывает достаточно большое воздействие на дальнейшую переработку, как и влияние концентрата ароматических углеводородов на качество производственного процесса.

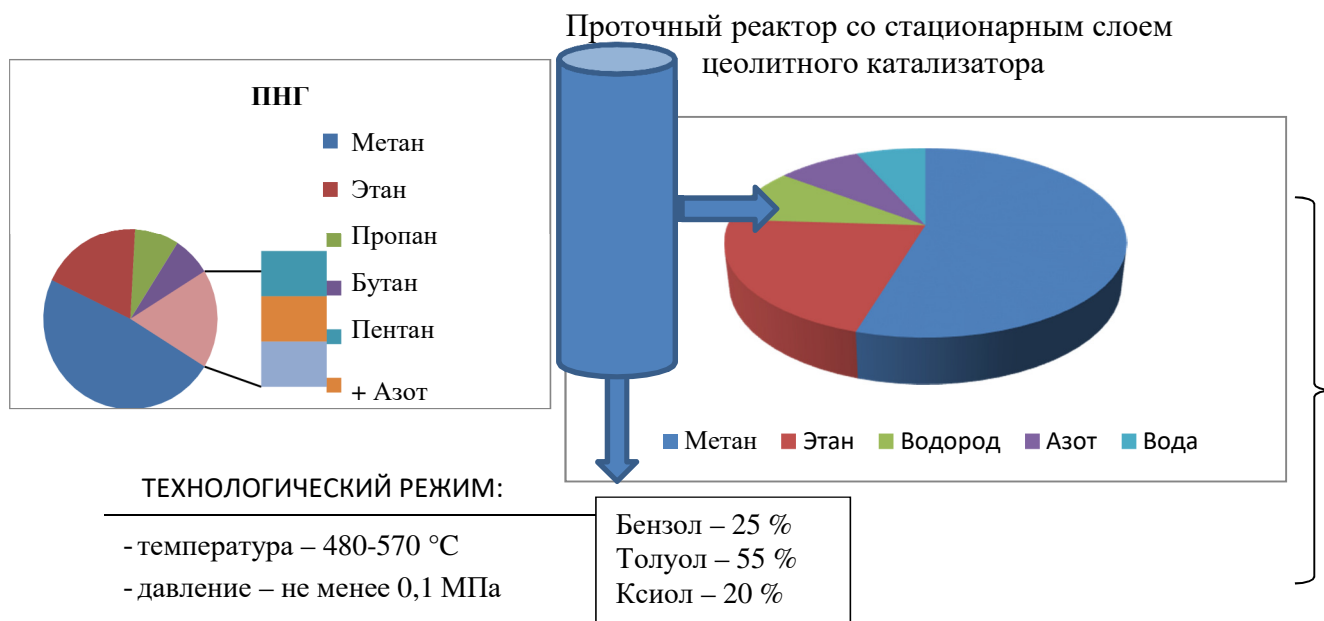


Рисунок 5 – Модель каталитического преобразования тяжелой фракции (C3+) в смесь ароматических углеводородов (бензол, толуол, ксиол)

Figure 5 – Model of the catalytic conversion of the heavy fraction (C3+) into a mixture of aromatic hydrocarbons (benzene, toluene, xylene)

На сегодняшний день в России не существует совершенной технологии, которая бы позволила включить в совокупности в процесс переработки попутного нефтяного газа такие критерии, как: территория, время года, проблемы в регионах, эффективность и рентабельность. Поэтому для России это является приоритетной задачей.

Таким образом, достаточно актуален и процесс утилизации отходов в нефтехимии, которая, создавая парниковый эффект, оказывает серьезное воздействие на экологию, на жизнь и здоровье людей, поэтому совершенно логичным является использование технологий переработки газа в месте его добычи и грамотное решение вопросов взаимодействий предприятий промышленности и государства.

Библиографический список

1. Лалаев К.Э., Мастобаев Б.Н., Бородин А.В. Перспективы переработки попутного нефтяного газа предприятиями ОАО «СИБУР Холдинг» // Нефтепереработка и нефтехимия. 2014. № 2. С. 3–7. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21379666>. EDN: <https://www.elibrary.ru/rzwdgl>.
2. Аджиев А.Ю., Пуртов П.А. Подготовка и переработка попутного нефтяного газа в России: в 2 ч. / ЭДВИ. Краснодар, 2014. 1284 с.
3. Воеводкин Д.А., Скрипниченко В.А. Рациональное использование вторичных ресурсов в экономике нефтегазового хозяйства (на примере утилизации попутного нефтяного газа) // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки. 2013. № 4. С. 83–89. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21089672>. EDN: <https://www.elibrary.ru/rtndkh>.
4. Нефтегазовый комплекс России – 2017. Ч. 2. Газовая промышленность – 2017: долгосрочные тенденции и современное состояние / Л.В. Эдер, И.В. Филимонова [и др.]; под ред. А.Э. Конторовича; ИНГТ СО РАН. Новосибирск, 2018. 62 с. URL: <https://research.nsu.ru/publications/нефтегазовый-комплекс-россии-2017-часть-2-газовая-промышленность>.
5. Книжников А.Ю., Пусенкова Н.Н. Проблемы и перспективы использования нефтяного попутного газа в России: ежегодный обзор. Москва, 2009. Вып. 1. 24 с. URL: <https://wwf.ru/upload/iblock/608/porutnygaz.pdf>.
6. Добыча природного и попутного нефтяного газа // Офиц. сайт Министерства энергетики РФ, 2019. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1215> (дата обращения: 24.04.2022).

7. Манукян М.М., Гредасова Е.Е. Риск-ориентированный подход, основанный на оценке рисков отказов и нарушения целостности оборудования в работу нефтеперерабатывающих производств // Институты и механизмы инновационного развития: мировой опыт и российская практика: сборник статей 11-й Международной научно-практической конференции (13–14 октября 2021 года, г. Курск) / Курский филиал Финансового университета при Правительстве РФ: в 2 т. Т. 1. Курск: ЗАО «Университетская книга», 2021. С. 324–328. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47168437>. EDN: <https://www.elibrary.ru/fpcaik>.

8. Манукян М.М., Гредасова Е.Е. Совершенствование ресурсо- и энергосберегающих технологий нефтяной промышленности на базе оценки коммерческой эффективности инвестиций // Стратегии и механизмы регионального развития: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции (26 ноября 2021 года, г. Самара) / под. общ. ред. Н.М. Тюкавкина. Самара: Самарская гуманитарная академия, 2021. С. 41–44. URL: http://repo.ssau.ru/bitstream/STRATEGII-I-MEHANIZMY-REGIONALNOGO-RAZVITIYa/Covershenstvovanie-resurso-i-energoberegaushih-tehnologii-neftyanoi-promyshlennosti-na-baze-ocenki-kommercheskoi-effektivnosti-investicii-95209/1/978-5-98996-255-6_2021-41-44.pdf.

References

1. Lalaev K.E., Mastobaev B.N., Borodin A.V. Prospects for processing following oil gas by the enterprises of OJSC «SIBUR Holding». *Oil Processing and Petrochemistry*, 2014, no. 2, pp. 3–7. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21379666>. EDN: <https://www.elibrary.ru/rzwdgl>. (In Russ.)
2. Adzhiev A.Yu., Purtov P.A. Preparation and processing of associated petroleum gas in Russia: in 2 parts. Krasnodar, 2014, 1284 p. (In Russ.)
3. Voevodkin D.A., Skripnichenko V.A. Efficient use of secondary resources in oil and gas industry economics (in terms of associated petroleum gas utilization). *Vestnik of Northern (Arctic) Federal University. Series: Humanitarian and Social Sciences*, 2013, no. 4, pp. 83–89. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21089672>. EDN: <https://www.elibrary.ru/rtdnkh>. (In Russ.)
4. Eder L.V., Filimonova I.V. [et al.]; Kontorovich A.E. (Ed.) Oil and gas complex of Russia – 2017. Part 2. Gas industry – 2017: long-term trends and current state. Novosibirsk, 2018, 62 p. Available at: <https://research.nsu.ru/publications/нефтегазовый-комплекс-россии-2017-часть-2-газовая-промышленность>. (In Russ.)
5. Knizhnikov A.Yu., Pusenkova N.N. Problems and prospects of using associated petroleum gas in Russia: annual review. Moscow, 2009, Issue 1, 24 p. Available at: <https://wwf.ru/upload/iblock/608/poputnygaz.pdf>. (In Russ.)
6. Production of natural and associated petroleum gas. Retrieved from the official website of the Ministry of Energy of the Russian Federation, 2019. Available at: <https://minenergo.gov.ru/node/1215> (accessed 24.02.2022) (In Russ.)
7. Manukyan M.M., Gredasova E.E. Risk-oriented approach based on the assessment of the risks of failures and equipment integrity violations in the operation of oil refineries. In: Institutes and mechanisms of innovative development: world experience and Russian practice: collection of articles of the 11th International research and practical conference (October 13–14, 2021, Kursk): in 2 vols. Vol. 1. Kursk: ZAO «Universitetskaya kniga», 2021, pp. 324–328. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47168437>. EDN: <https://www.elibrary.ru/fpcaik>. (In Russ.)
8. Manukyan M.M., Gredasova E.E. Improvement of resource- and energy-saving technologies of the oil industry based on the assessment of commercial efficiency of investments. In: *Tyukavkin N.M. (Ed.) Strategies and mechanisms of regional development: collection of materials of the All-Russian research and practical conference (November 26, 2021, Samara)*. Samara: Samarskaya gumanitarnaya akademiya, 2021, pp. 41–44. Available at: http://repo.ssau.ru/bitstream/STRATEGII-I-MEHANIZMY-REGIONALNOGO-RAZVITIYa/Covershenstvovanie-resurso-i-energoberegaushih-tehnologii-neftyanoi-promyshlennosti-na-baze-ocenki-kommercheskoi-effektivnosti-investicii-95209/1/978-5-98996-255-6_2021-41-44.pdf. (In Russ.)