

АНАЛИЗ ДОБЫЧИ ПРИРОДНОГО ГАЗА И ЧИСЛА ГАЗОВЫХ СКВАЖИН В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А.Л. Куленцан, Н.А. Марчук, М.Ю. Ширяев, А.М. Пузанов

Ивановский государственный химико-технологический университет, Шереметевский пр., 10, Иваново, Российская Федерация, 153000

E-mail: kulencan@mail.ru, chyk85@rambler.ru

Данная статья посвящена исследованию добычи природного газа, такими методами, как: методами гидроразрыва, бурением и подводной добычей. Авторами проанализирована динамика добычи газа в России из старых и новых скважин, а также восстановленных из бездействовавших скважин в период с 2012 по 2021 г. Подобраны математические модели, которые хорошо отражают изменение исследуемых параметров. А также построен прогноз добычи природного газа на 2025 г. Который показал, что будет наблюдаться рост добычи природного газа методами гидроразрыва, бурением и подводной добычей.

Ключевые слова: природный газ, метан, этан, пропан, бутан, бурение, метод гидроразрыва, подводная добыча, газовые скважины

ANALYSIS OF NATURAL GAS PRODUCTION AND THE NUMBER OF GAS WELLS IN THE RUSSIAN FEDERATION

A.L. Kuletsan, N.A. Marchuk, M.Y. Shiryayev, A.M. Puzanov

Ivanovo State University of Chemistry and Technology, Sheretevskiy ave., 10, Ivanovo, Russian Federation, 153000

E-mail: kulencan@mail.ru, chyk85@rambler.ru

This article is devoted to the study of natural gas production by such methods as: hydraulic fracturing, drilling and underwater extraction. The authors analyzed the dynamics of gas production in Russia from old and new wells, as well as recovered from inactive wells in the period from 2012 to 2021. Mathematical models have been selected that reflect well the change in the studied parameters. And also a forecast of natural gas production for 2025 was built, which showed that there will be an increase in natural gas production by hydraulic fracturing, drilling and underwater extraction.

Key words: natural gas, methane, ethane, propane, butane, drilling, hydraulic fracturing, underwater mining, gas wells

Для цитирования:

Куленцан А.Л., Марчук Н.А., Ширяев М.Ю., Пузанов А.М. Анализ добычи природного газа и числа газовых скважин в Российской Федерации. *Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва)*. 2023. Т. LXVII. № 1. С. 70–74. DOI: 10.6060/RCJ.2022671.10.

For citation:

Kuletsan A.L., Marchuk N.A., Shiryayev M.Y., Puzanov A.M. Analysis of natural gas production and the number of gas wells in the Russian Federation. *Ros. Khim. Zh.* 2023. V. 67. N 1. P. 70–74. DOI: 10.6060/RCJ.2022671.10.

Современная жизнь невозможна без природного газа, который широко используется в производстве и для быта. Кроме использования газа для приготовления еды и обогрева помещений,

природный газ может быть также использован, для получения большого количества различных продуктов таких, например, как растворители и удобрения [1]. Природный газ приходит в наши дома и

промышленные цеха по трубам, и мало кто знает, с какими особенностями и трудностями связана его добыча [2–4]. Данный процесс очень сложен в следствии различной глубины залегания природного газа, а также его физических и химических свойств. Одним из основных компонентов природного газа является метан (CH_4). Метан представляет собой простейший углеводород (органическое соединение, состоящее из атомов С и Н). Обычно в его состав также входят более тяжелые углеводороды, гомологи метана: пропан (C_3H_8), этан (C_2H_6), бутан (C_4H_{10}) и некоторые неуглеводородные примеси.

Существуют несколько способов по добычи природного газа.

Основные способы добычи природного газа:

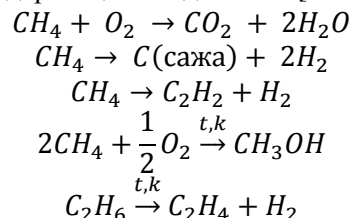
Бурение. Данный способ заключается в том, что сначала проводят разведочные работы. Следующим шагом происходит бурение скважин на нужную глубину, которая определяется местонахождением добываемого сырья. Последний шаг заключается в том, что необходимо укрепить стенки скважин при помощи цементирования, а также обсадных труб [5–8].

Метод гидроразрыва. Данный метод заключается в том, что сначала производят бурение скважины. Следующим шагом нагнетают мощный поток (воздушный или водный), который разрушает слои в горной породе. В результате чего под действием давления, газ поднимается наружу [9–12].

Подводная добыча. Данный способ заключается в том, для добычи газа используют гравитационные платформы с бетонным основанием. Данное основание содержит колонны, с помощью которых производят бурение. Данная платформа также содержит емкости для временного хранения добытого газа [13–18].

С каждым годом все больше и больше происходит расширение химической переработки природного газа. Из ценного энергетического средства природный газ становится не менее важным химическим сырьем. Так, например, метан и этан явля-

ются незаменимыми продуктом для химической промышленности [5–7]. Они служат для получения ацетилена, метилового спирта, сажи, хлорированных углеводородов, различных растворителей, этилена и использования для получения ценных кислородсодержащих соединений [12–15]:



В то время как пропан в химической промышленности используется при получении мономеров для производства полипропилена. Используется как пропеллент. Является исходным сырьем для производства растворителей. В пищевой промышленности пропан зарегистрирован в качестве пищевой добавки Е944. Бутан же используется для получения бутадиена, являющегося сырьем для производства синтетического каучука [9–11], а также используется в быту (баллонный газ).

Цель исследования. Проанализировать динамику добычи природного газа и числа газовых скважин, дающих продукцию в РФ за период с 2012 по 2021 г. Построить прогноз данных показателей на 2025 г.

Материалы и методы. Для анализа динамики добычи природного газа и числа газовых скважин, дающих продукцию, использовали данные Федеральной службы государственной статистики. Методика основана на использовании корреляционно-регрессионного анализа [19–23].

Результаты исследования и обсуждения. В табл. 1 и 2 показаны результаты добычи природного газа и число скважин, дающих продукцию в Российской Федерации. Полученные результаты с 2012 по 2021 г. говорят о том, что наблюдается тенденция к снижению добычи газа из старых и новых скважин. В то время как число самих скважин как старых, так и новых введенных в эксплуатацию за последние 5 лет растет.

Таблица 1

Средний объем газовой скважины на отработанный скважино-месяц, тыс. м³

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
из старых скважин	6578	6614	6377	6175	6114	6129	6271	5804	5317	5227
перешедших с прошлого года	6546	6571	6326	6195	6123	6145	6272	5813	5338	5290
восстановленных из бездействовавших	10791	13764	16597	4228	8694	3400	6019	4230	2822	2155
из новых скважин	17126	16593	15772	15104	6514	8099	12171	7723	5643	5400

Таблица 2

Число газовых скважин, дающих продукцию, шт.										
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
из старых скважин	8084	8101	8167	8376	8509	8756	8756	8658	8690	8702
перешедших с прошлого года	7939	7982	8063	8125	8344	8602	8616	8515	8469	8389
восстановленных из бездействовавших	145	119	104	251	165	154	140	143	221	245
из новых скважин	297	151	241	133	183	175	187	216	243	259

Таблица 3

Регрессионные модели		
Средний объем газовой скважины на отработанный скважино-месяц, тыс. м ³	Модель	R ²
из старых скважин	$y = 1,3621 \cdot x^5 - 37,363x^4 + 370,57 \cdot x^3 - 1615,4 \cdot x^2 + 2863,1 \cdot x + 4983,2$	0,9869
перешедших с прошлого года	$y = 1,3081 \cdot x^5 - 13189 \cdot x^4 + 5 \cdot 10^7 \cdot x^3 - 1 \cdot 10^{11} \cdot x^2 + 1 \cdot 10^{14} \cdot x - 4 \cdot 10^{16}$	0,9857
восстановленных из бездействовавших	$y = 2,0414 \cdot x^6 - 24689 \cdot x^5 + 1 \cdot 10^8 \cdot x^4 - 3 \cdot 10^{11} \cdot x^3 + 5 \cdot 10^{14} \cdot x^2 - 4 \cdot 10^{17} \cdot x + 1 \cdot 10^{20}$	0,7892
из новых скважин	$y = 7,2702 \cdot x^6 - 87956 \cdot x^5 + 4 \cdot 10^8 \cdot x^4 - 1 \cdot 10^{12} \cdot x^3 + 2 \cdot 10^{15} \cdot x^2 - 1 \cdot 10^{18} \cdot x + 5 \cdot 10^{20}$	0,9014

Таблица 4

Регрессионные модели		
Число газовых скважин, дающих продукцию, шт.	Модель	R ²
из старых скважин	$y = 0,2071 \cdot x^5 - 2086,3 \cdot x^4 + 8 \cdot 10^6 \cdot x^3 - 2 \cdot 10^{10} \cdot x^2 + 2 \cdot 10^{13} \cdot x - 7 \cdot 10^{15}$	0,9839
перешедших с прошлого года	$y = 0,4209 \cdot x^5 - 4242,9 \cdot x^4 + 2 \cdot 10^7 \cdot x^3 - 3 \cdot 10^{10} \cdot x^2 + 3 \cdot 10^{13} \cdot x - 1 \cdot 10^{16}$	0,9812
восстановленных из бездействовавших	$y = -0,0212 \cdot x^6 + 256,84 \cdot x^5 - 1 \cdot 10^6 \cdot x^4 + 3 \cdot 10^9 \cdot x^3 - 5 \cdot 10^{12} \cdot x^2 + 4 \cdot 10^{15} \cdot x - 1 \cdot 10^{18}$	0,7269
из новых скважин	$y = 0,0667 \cdot x^6 - 806,73 \cdot x^5 + 4 \cdot 10^6 \cdot x^4 - 1 \cdot 10^{10} \cdot x^3 + 2 \cdot 10^{13} \cdot x^2 - 1 \cdot 10^{16} \cdot x + 4 \cdot 10^{18}$	0,7166

Таблица 5

Результаты итогового прогноза добычи природного газа в месяц, тыс. м ³							
	V		Прогноз V			Ошибка прогнозируемых данных	
	2020	2021	2020	2021	2025	2020	2021
из старых скважин	5317	5227	5394	5265	5445	1,45	0,73
перешедших с прошлого года	5338	5290	5359	5324	5368	0,39	0,64
восстановленных из бездействовавших	2822	2155	2901	2207	2314	2,79	2,41
из новых скважин	5643	5400	5705	5458	5532	1,09	1,07

Анализ полученных данных добычи природного газа и числа газовых скважин, дающих продукцию в Российской Федерации, позволил подобрать регрессионные модели, которые наиболее эффективно бы отражали изменение данных показателей. Результаты представлены в табл. 3 и 4. По-

лученные данные говорят о том, что все представленные модели получены с коэффициентом детерминации более 0,78. Данный результат может говорить о том, что выбранные модели хорошо описывают данные по добычи газа на территории России. Полученные модели, а также корреляционно-ре-

грессионный анализ позволили сделать прогноз добычи природного газа на 2025 г. Результаты представлены в табл. 5. Из которых видно, что средняя ошибка прогнозируемых объемов добычи природного газа в месяц, тыс. м³ за период 2020 г. составляет около 1,44%, а за 2021 г. ~ 1,20%. Данные результаты говорят о том, что полученные нами данные о добычи природного газа в Российской Федерации, хорошо предсказывают наблюдаемые значения.

За последние 20 лет прирост добычи и потребления газа в мире составил более 70%, что связано с его экологичностью, технологичностью и эффективностью использования. Большая часть оборудования для добычи и переработки газа теперь производится в России. Разведанный запас углеводородов Группы «Газпром» в настоящее время составляет 33574,5 млрд м³ природного

газа, 1494,4 млн т газового конденсата и 2023,8 млн т нефти, которых при нынешнем уровне потребления газа хватит на 70 лет добычи, запасов нефти – на 30 лет добычи с учетом текущих темпов. Поэтому разработка месторождений и различных методов может стать значительным резервом для поддержания уровня газодобычи в России. Таким образом полученный авторами прогноз по добычи природного газа с использованием старых и новых скважин, показал, что в 2025 г. будет наблюдаться рост добычи газа методами гидроразрыва, бурением и подводной добычей.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

The authors declare the absence a conflict of interest warranting disclosure in this article.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Коныгин А.Е., Бурлаев Д.С., Шерер В.А., Нехаев С.А.* Потенциал реализации проектов получения сжиженного природного газа для условий Российской Арктики. Научно-технический Вестник ОАО НК «Роснефть». 2013. № 4 (33). С. 10–15.
2. *Широкова Г.С., Елистратов М.В.* Комплексная очистка природного газа для получения СПГ. Транспорт на альтернативном топливе. 2011. № 2 (20). С. 42–47.
3. *Крылова А.Ю., Козюков Е.А.* Получение жидких углеводородов из природного газа. Газохимия. 2008. С. 66–70.
4. *Каган Д.Н., Лapidус А.Л., Шпильрайн Э.Э.* Технология получения синтетического жидкого топлива на основе переработки твердых горючих ископаемых и природного газа. Химия твердого топлива. 2008. № 3. С. 6–8.
5. *Шутов Д.А., Иванов А.Н., Рыбкин В.В., Манукян А.С.* Сравнительное изучение электрофизических характеристик тлеющего разряда над водными растворами анионоактивных и катионоактивных поверхностно-активных веществ. Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2020. Т. 63. Вып. 2. С. 91–98. DOI: 10.6060/ivkkt.20206302.6194.
6. *Колчина Г.Ю., Мовсумзаде Э.М.* Сравнительные особенности структуры и свойств биомаркеров Нафталанской нефти. Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2020. Т. 63. Вып. 7. С. 82–87. DOI: 10.6060/ivkkt.20206307.6253.
7. *Тюментцев В.А., Фазлитдинова А.Г.* Фазовые превращения углеродного материала в процессе высокотемпературной обработки. Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2022. Т. 65. Вып. 3. С. 6–13. DOI: 10.6060/ivkkt.20226503.6468.
8. *Куленцан А.Л., Марчук Н.А.* Анализ основных видов продукции химического производства. Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2019. Т. 62. Вып. 11. С. 156–160. DOI: 10.6060/ivkkt.20196211.6106.
9. *Гуров Ю.П., Землянский Е.О., Мозырев А.Г., Агаев С.Г.* Параметры процессов кристаллизации и растворения твердых углеводородов нефти. Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2020. Т. 63. Вып. 6. С. 90–94. DOI: 10.6060/ivkkt.20206306.6181.
10. *Ушмарин Н.Ф., Егоров Е.Н., Григорьев В.С., Сандалов С.И., Кольцов Н.И.* Влияние хлорбутилкаучука на динами-

REFERENCES

1. *Konygin A.E., Burlaev D.S., Sherer V.A., Nekhaev S.A.* The potential for the implementation of projects for the production of liquefied natural gas for the conditions of the Russian Arctic. Scientific and Technical Bulletin of JSC NK Rosneft. 2013. N 4 (33). P. 10–15.
2. *Shirokova G.S., Elistratov M.V.* Complex purification of natural gas for LNG production. Transport on alternative fuel. 2011. N 2 (20). P. 42–47.
3. *Krylova A.Yu., Kozuykov E.A.* Obtaining liquid hydrocarbons from natural gas. Gaschemistry. 2008. P. 66–70.
4. *Kagan D.N., Lapidus A.L., Shpilrain E.E.* Technology for producing synthetic liquid fuel based on the processing of solid combustible minerals and natural gas. Solid fuel chemistry. 2008. N 3. P. 6–8.
5. *Shutov D.A., Ivanov A.N., Rybkin V.V., Manukyan A.S.* Comparative study of electrical and physical parameters of glow discharge under water solutions of anionic and cationic surfactants. ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]. 2020. V. 63. N 2. P. 91–98. DOI: 10.6060/ivkkt.20206302.6194.
6. *Kolchina G.Yu., Movsumzade E.M.* Comparative features of structure and properties of biomarkers of Naphthalan petroleum. ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]. 2020. V. 63. N 7. P. 82–87. DOI: 10.6060/ivkkt.20206307.6253.
7. *Tyumentsev V.A., Fazlitdinova A.G.* Phase transformations of carbon material during high-temperature treatment. ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]. 2022. V. 65. N 3. P. 6–13. DOI: 10.6060/ivkkt.20226503.6468.
8. *Kuletsan A.L., Marchuk N.A.* Analysis of the main types of chemical products. ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]. 2019. V. 62. N 11. P. 156–160. DOI: 10.6060/ivkkt.20196211.6106.
9. *Gurov U.P., Zemlianskii E.O., Mozryv A.G., Agaev S.G.* Parameters crystallization processes and solid petroleum hydrocarbons dissolution. ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]. 2020. V. 63. N 6. P. 90–94. DOI: 10.6060/ivkkt.20206306.6181.

- ческие свойства резины на основе каучуков общего назначения. Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва). 2022. Т. LXVI. № 1. С. 29–34. DOI: 10.6060/rcj.2022661.5.
11. Караневская Т.Н., Шумихин А.Г. Моделирование технологических процессов в целях алгоритмизации задачи управления объектами промышленной подготовки нефти. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2020. Т. 63. Вып. 2. С. 84–90. DOI: 10.6060/ivkkt.20206302.6100.
 12. Николаев А.И., Пешнев Б.В., Алхамеди М.Х.И. Кавитационная обработка обводненных нефтепродуктов. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2022. Т. 65. Вып. 7. С. 94–99. DOI: 10.6060/ivkkt.20226507.6611.
 13. Дмитриева Е.Д., Гриневиц В.И., Герцен М.М. Дегградация нефти и нефтепродуктов биоконпозициями на основе гуминовых кислот торфов и микроорганизмов-нефтедеструкторов. Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва). 2022. Т. LXVI. № 1. С. 42–56. DOI: 10.6060/rcj.2022661.7.
 14. Миллер В.К., Иванова Л.В., Мансур Г., Уэртас Будилова С.К., Кошелев В.Н., Примерова О.В. Структурные особенности смол и асфальтенов нефтей месторождений Удмуртии. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2021. Т. 64. Вып. 10. С. 113–118. DOI: 10.6060/ivkkt.20216410.6370.
 15. Поletaeva O.Yu., Kolchina G.Yu., Leontev A.Yu., Babayev E.R., Movsumzade E.M. Исследование состава высоковязких тяжелых нефтей методом ядерной магнитно-резонансной спектроскопии. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2021. Т. 64. Вып. 1. С. 52–58. DOI: 10.6060/ivkkt.20216401.6261.
 16. Куленцан А.Л., Марчук Н.А. Анализ добычи нефти из пластов в Российской Федерации. Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва). 2022. Т. LXVI. № 1. С. 71–75. DOI: 10.6060/rcj.2022661.10.
 17. Куленцан А.Л., Марчук Н.А. Влияние на человека загрязняющих веществ в г. Москва. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2022. Т. 65. Вып. 9. С. 129–137. DOI: 10.6060/ivkkt.20226509.6619.
 18. Никулина Н.С., Власова Л.А., Вережников В.Н., Ревина В.А., Никулин С.С. Снижение агрегативной устойчивости эмульсионного бутадиен-стирольного каучука с использованием ароматических аминов. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2022. Т. 65. Вып. 9. С. 74–80. DOI: 10.6060/ivkkt.20226509.6558.
 19. Гурбанов Г.Р., Адыгезалова М.Б., Пашаева С.М. Исследование универсального комбинированного ингибитора для нефтегазовой промышленности. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2020. Т. 63. Вып. 10. С. 78–89. DOI: 10.6060/ivkkt.20206310.6063.
 20. Куленцан А.Л., Марчук Н.А. Анализ использования свежей воды в Российской Федерации. Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва). 2022. Т. LXVI. № 2. С. 71–77. DOI: 10.6060/rcj.2022662.11.
 21. Федеральная служба государственной статистики [электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/13721> (дата обращения: 26.03.2022).
 22. Куленцан А.Л., Марчук Н.А. Анализ воздействия на человека и окружающую среду загрязняющих веществ. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2022. Т. 65. Вып. 1. С. 116–121. DOI: 10.6060/ivkkt.20226501.6531.
 23. Марчук Н.А., Куленцан А.Л. Влияние загрязняющих веществ на заболеваемость в Южном Федеральном округе. Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2020. № 3(63). С. 129–138.
 10. Ushmarin N.F., Egorov E.N., Grigoriev V.S., Sandalov S.I., Kol'tsov N.I. Influence of chlorobutyl caoutchouc on dynamic properties of rubber based on general purpose caoutchoucs. *Ros. Khim. Zh.* 2022. V. LXVI. N 1. P. 29–34. DOI: 10.6060/rcj.2022661.5.
 11. Karanevskaya T.N., Shumikhin A.G. Modeling of technological processes for algorithmization of problem of management of oil field treatment facilities. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2020. V. 63. N 2. P. 84–90. DOI: 10.6060/ivkkt.20206302.6100.
 12. Nikolaev A.I., Peshnev B.V., Alhamedi M.H.I. Cavitation treatment of watered oil products. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2022. V. 65. N 7. P. 94–99. DOI: 10.6060/ivkkt.20226507.6611.
 13. Dmitrieva E.D., Grinevich V.I., Gertsen M.M. Degradation of oil and petroleum products by biocompositions based on humic acids of peats and oil degrading microorganisms. *Ros. Khim. Zh.* 2022. V. LXVI. N 1. P. 42–56. DOI: 10.6060/rcj.2022661.7.
 14. Miller V.K., Ivanova L.V., Mansur G., Uertas Budilova S.K., Koshelev V.N., Primerova O.V. The structural features of resins and asphaltenes of Udmurtia oilfields. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2021. V. 64. N 10. P. 113–118. DOI: 10.6060/ivkkt.20216410.6370.
 15. Poletaeva O.Yu., Kolchina G.Yu., Leontev A.Yu., Babayev E.R., Movsumzade E.M. Study of composition of high-viscous heavy oils by method of nuclear magnetic resonant spectroscopy. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2021. V. 64. N 1. P. 52–58. DOI: 10.6060/ivkkt.20216401.6261.
 16. Kuletsan A.L., Marchuk N.A. Analysis of oil production from reservoirs in the Russian Federation. *Ros. Khim. Zh.* 2022. V. LXVI. N 1. P. 71–75. DOI: 10.6060/rcj.2022661.10.
 17. Kuletsan A.L., Marchuk N.A. Impact on humans of pollutants in Moscow. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2022. V. 65. N 9. P. 129–137. DOI: 10.6060/ivkkt.20226509.6619.
 18. Nikulina N.S., Vlasova L.A., Verezhnikov V.N., Revina V.A., Nikulin S.S. Reducing the aggregative stability of emulsion styrene butadiene rubber with the use of aromatic amines. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2022. V. 65. N 9. P. 74–80. DOI: 10.6060/ivkkt.20226509.6558.
 19. Gurbanov G.R., Adygezalova M.B., Pashaeva S.M. Study of universal combined inhibitor for oil and gas industry. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2020. V. 63. N 10. P. 78–89. DOI: 10.6060/ivkkt.20206310.6063.
 20. Kuletsan A.L., Marchuk N.A. Analysis of the use of fresh water in the Russian Federation. *Ros. Khim. Zh.* 2022. V. 66. N 2. P. 71–77. DOI: 10.6060/rcj.2022662.11.
 21. Federal State Statistics Service [Electronic resource]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/13721> (accessed: 26.03.2022).
 22. Kuletsan A.L., Marchuk N.A. Analysis of the impact of pollutants on humans and the environment. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2022. V. 65. N 1. P. 116–121. DOI: 10.6060/ivkkt.20226501.6531.
 23. Marchuk N.A., Kuletsan A.L. Influence of pollutants on morbidity in the Southern Federal District. *Modern high-tech technologies. Regional application*. 2020. N 3(63). P. 129–138.

Поступила в редакцию (Received) 20.12.2022

Принята к опубликованию (Accepted) 13.03.2023