

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА



УДК 621

DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.06

Ю. М. ГАЛИЦКОВА

АНАЛИЗ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ГАЗОВЫХ ТРУБОПРОВОДАХ

ANALYSIS OF THE CAUSES OF ACCIDENTS ON GAS PIPELINES

Увеличение потребления газовых природных ресурсов связано с развитием системы газораспределения и газоснабжения. Известно, что чем сложнее система, тем больше вероятность возникновения в ней аварийных ситуаций, чрезвычайных происшествий, которые могут привести к ущербу окружающей среды и травмированию работников организации и населения, в том числе со смертельными исходами. В статье проведен анализ данных работы ПАО «Газпром», случаев возникновения аварийных ситуаций на предприятии. Все причины аварий разделены на три основные группы, для каждой из которых проанализирована возможность снижения риска возникновения. Представленная динамика аварийных ситуаций предприятия демонстрирует их снижение, однако полностью не исключает. Также в статье предложен ряд организационных мероприятий, который позволит в дальнейшем продолжить снижение количества чрезвычайных ситуаций и повысить промышленную безопасность в данной отрасли.

Ключевые слова: газовая промышленность, трубопровод, аварийные ситуации, причины аварий, снижение аварийности, промышленная безопасность

The increase in consumption of natural gas resources is associated with the development of the gas distribution and gas supply system. It is known that the more complex the system, the greater the likelihood of emergencies and emergencies occurring in it, which can lead to environmental damage and injury to the organization's employees and the population, including fatalities. The article analyzes data from the work of PJSC Gazprom and cases of emergency situations at the enterprise. All causes of accidents are divided into three main groups, for each of which the possibility of reducing the risk of occurrence is analyzed. The presented dynamics of emergency situations at the enterprise demonstrates their reduction, but does not completely exclude them. The article also proposes a number of organizational measures, which, according to the authors, will further continue to reduce the number of emergency situations and increase industrial safety in this industry.

Keywords: gas industry, pipeline, emergency situations, causes of accidents, accident reduction, industrial safety

Одной из быстро развивающихся отраслей является газовая промышленность, так как считается, что природный газ – наиболее экологически чистый вид топлива. В 2020 году была принята программа газификации Российской Федерации, которая ускорила процесс увеличения протяженности магистрального газопровода, введение новых объектов газовой промышленности, подключение к газовой системе новых населенных пунктов,

а также стала способствовать росту объемов транспортируемого объема природного газа: за последние 20 лет протяженность магистрального трубопровода увеличилась на 30 тыс. км, и на данный момент ее протяженность составляет около 180 тыс. км. Одновременно с расширением и усложнением газовой сети увеличивается и вероятность возникновения на ней различных аварий и чрезвычайных ситуаций [1, 2].

Расширение газовой сети сопровождается увеличением количества опасных промышленных объектов, из которых она состоит: появляются новые участки магистральных трубопроводов и компрессорные станции. Также в газовую систему входят подземные газовые хранилища, заводы по переработке газа и газового конденсата. Каждый из этих объектов в случае чрезвычайной ситуации несет угрозу работникам и окружающей среде, может привести как к незначительным техническим инцидентам, так и серьезным чрезвычайным ситуациям со смертельными исходами. Любые аварийные ситуации могут привести к разрушению участка газопровода, что, зачастую, приводит к уничтожению растительного покрова, нарушению целостности плодородного слоя почвы, изменению естественного рельефа и природного ландшафта. При воспламенении газовой смеси в атмосферу попадают вредные примеси; механическое воздействие усиливается тепловой радиацией.

Заводов по переработке газа и конденсата на территории Российской Федерации всего 6, а подземных газовых хранилищ – 23, что повышает возможность локализации опасных воздействий и их своевременного предупреждения, а компрессорных станций в разы больше – 254. Самым рассредоточенным объектом является магистральный трубопровод: он соединяет крупные, средние и маленькие населенные пункты (рис.2), транспортирует газ через территории каждого региона и области. Именно на нем чаще всего и происходят аварийные ситуации.

Система газификации представляет собой сложную систему, состоящую из множества элементов, которые тесно взаимодействуют между собой, и при выходе из строя одного из элементов может произойти нарушение в работе целого блока. В связи с этим предотвраще-

ние возникновения аварийных ситуаций даже на незначительном участке имеет огромное значение.

Причин, по которым может произойти авария, множество. Для наиболее эффективного решения и разработки мероприятий по их предотвращению целесообразно все причины классифицировать. На основании анализа данных об аварийных ситуациях [1–9] все чрезвычайные ситуации можно объединить в следующие группы:

- *Первая группа* – ошибки проектирования или выполнения строительных работ. К ним можно отнести дефекты выполненных сварочных работ, нарушение технологии засыпки уложенного участка трубопровода, недостаточно прочное крепление опор газопровода, повреждение или отсутствие изоляции или краски на самой трубе, дефекты или отсутствие электрохимической защиты на трубопроводе и т. д. К этой группе можно отнести отказ оборудования (некачественная сборка оборудования, брак труб, отсутствие защитных элементов и др.).

- *Вторая группа* – природные факторы. Сюда можно отнести воздействия атмосферы (сильные порывы ветра), атмосферных осадков (снегопады, грозы, ливни, дождевые паводки), литосферы (землетрясения, оползневые и карстовые процессы).

- *Третья группа* – преднамеренное или непреднамеренное антропогенное воздействие. Преднамеренное воздействие может выражаться в несанкционированной врезке в магистральный трубопровод с целью кражи газовой массы, целенаправленном нанесении вреда распределительной станции или трубопроводу. Непреднамеренное – случайный наезд транспорта на трубопровод, повреждение в результате транспортной аварии или при проведении строительных земляных работ. Кроме того, возможно повреждение трубопровода из-за недобросовестного выполнения работ по контролю или корректировке давления в трубопроводе (допущение увеличения давления газа в трубопроводе, намного превышающее нормативное, и т. д.).

На основании открытой отчетной документации Газпрома была проанализирована база данных различных причин возникновения аварийных ситуаций в системе газораспределения и газоснабжения (рис. 3).

Как видно из диаграммы, наибольшее количество аварий происходит в результате износа оборудования (33 %) и коррозии металла (33 %). Эти причины в большинстве случаев можно предотвратить своевременной заменой или проведением ремонтных работ. Для этого нужно правильно организовать процесс мони-



Рис. 1. Воздействие газовой промышленности на окружающую среду

Fig. 1. Environmental impact of the gas industry

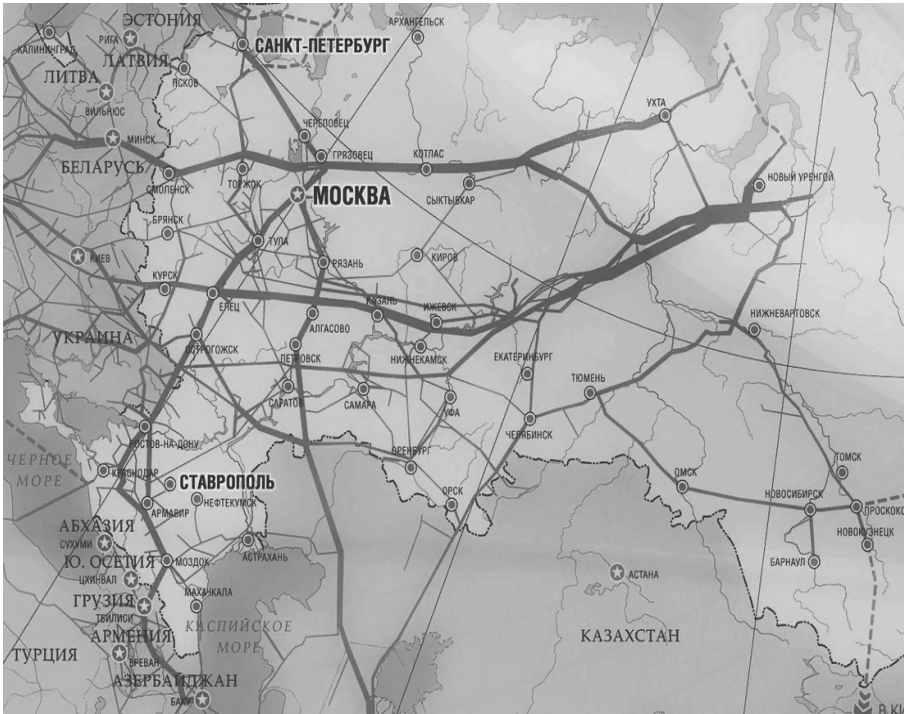


Рис. 2. Схема газификации территории Российской Федерации
Fig. 2. Russian Federation Gasification Scheme

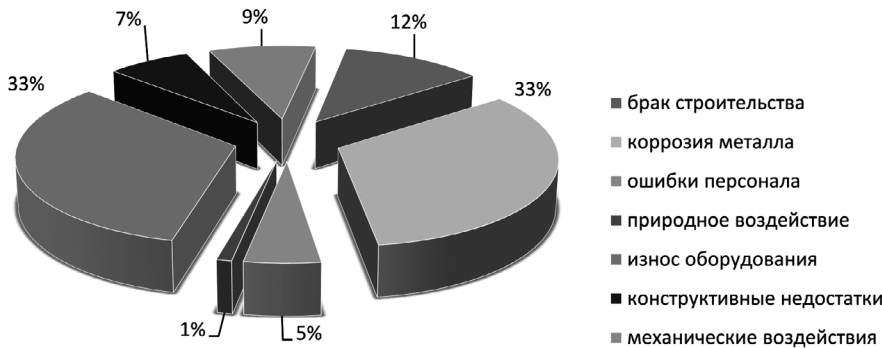


Рис. 3. Диаграмма основных причин возникновения аварийных ситуаций в газовой системе
Fig. 3. Diagram of the main causes of emergency situations in the gas system

торинга и контроля состояния трубопровода и оборудования. Переориентация основных сил на прокладку новых участков трубопровода приводит к росту процента износа эксплуатируемого трубопровода. В результате этого в настоящее время выявляются участки с оборудованием, у которого не только закончился нормативный срок службы, но и вдвое превышен. Такая ситуация крайне опасна и требует срочного решения.

Брак строительства (12 %) и конструктивные недостатки (7 %) также можно минимизировать, для этого необходимо проводить более тщательный контроль производимых материалов и деталей (отслеживать прочностные характеристики трубопровода при изготовлении,

снижать отклонения толщины трубы от нормативного значения и исключать погрешности), проводить более тщательные расчеты и подбор трубопровода в соответствии с необходимой производительностью, давлением газа, закладывать коэффициенты запаса на случай незапланированного увеличения показателей.

Сложнее всего исключить ошибки персонала (5 %), так как они возникают спонтанно в результате действия множества факторов и причин, таких как недостаточность знаний и навыков, усталость от монотонной работы, невнимательность, рассеянность и т. д. Многие из этих факторов зависят от возраста и образования работника, а также от самого предприятия.

Проведенный анализ организационных вопросов обучения персонала на ПАО «Газпром трансгаз Самара» показал, что на предприятии реализуются различные программы, направленные на минимизацию негативного воздействия опасных объектов на окружающую среду, а также снижение вероятности таких аварий в результате человеческого фактора.

Созданная предприятием сеть контроля и мониторинга охватывает все подразделения предприятия, а также дочерние общества (рис. 4).

Созданная предприятием сеть контроля и мониторинга охватывает все филиалы и структурные подразделения. Благодаря постоянному обновлению и усилению требований в области охраны окружающей среды предприятие добивается снижения количества возникающих чрезвычайных ситуаций. Одним из значимых изменений в сфере управления было внедрение Единой системы управления производственной безопасностью в ПАО «Газпром», цель которой – управлять рисками в области охраны окружающей среды, обеспечивать безопасность транспортировки газа, а также создание заинтересованности в экологических вопросах самих сотрудников предприятия.

Проанализировав статистические данные ПАО «Газпром» за 2018–2023 годы, было отме-

чено снижение количества несчастных случаев в результате аварийных ситуаций (рис. 5). Это в первую очередь результат внедрения вышеуказанной системы управления, а также использование профилактических планов, направленных на корректирующие и предупреждающие действия в сфере промышленной безопасности.

В 2020 году в ПАО «Газпром» была разработана и внедрена Стратегия развития системы управления производственной безопасностью, целью которой является усиление контроля за состоянием объектов, в том числе магистральных трубопроводов, проведение своевременных ремонтных работ и реконструкции объектов транспорта газа.

Несмотря на все предпринятые меры и снижение частоты возникновения, аварии продолжают происходить. Дальнейшее увеличение и усложнение системы может привести к возобновлению количества аварий и росту негативного влияния на окружающую среду. Поэтому необходимо не только продолжать выполнение уже принятых мер, но и разрабатывать новые требования и природоохранные мероприятия.

В дополнение к внедренным программам, используемым инженерным и организационным методам снижения аварийности на объектах магистральных газопроводов можно рекомендо-

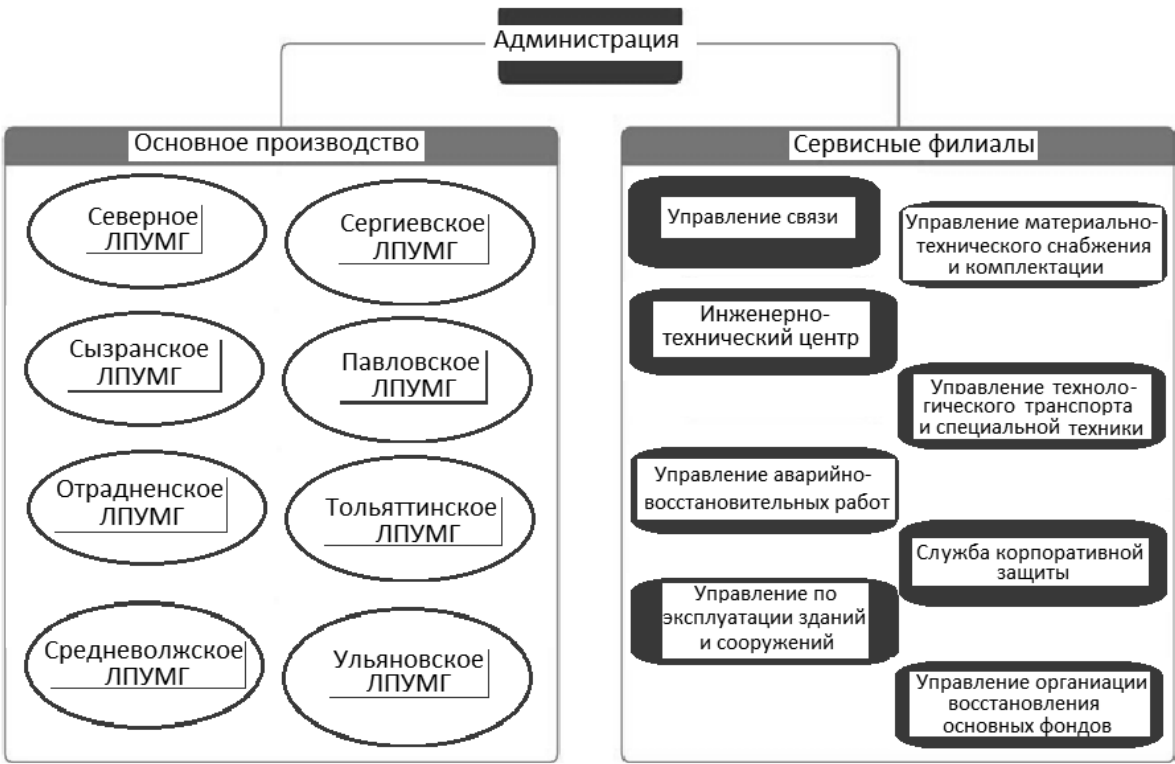


Рис. 4. Структура управления ПАО «Газпром»
Fig. 4. PJSC Gazprom Management Structure

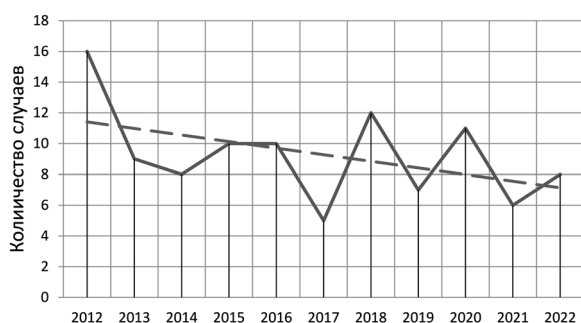


Рис. 5. Динамика возникновения аварийных ситуаций на магистральных газопроводах
Fig. 5. Dynamics of Emergencies on Trunk Gas Pipelines

вать выполнение ряда рекомендаций и проведение мероприятий по повышению безопасности, таких как:

- *проведение регулярных диагностик оборудования и состояния газопровода с целью выявления дефектов, поломок, признаков коррозии и других отклонений геометрических и физических параметров.* При выявлении изменений или несакционированных врезок – проведение ремонтных работ или замена элементов в кратчайшие сроки. Для повышения надежности коррозионной защиты газопровода следует уделять внимание разработке новых способов изоляционного покрытия трубопровода. Переход на автоматизированные системы мониторинга системы электрохимзащиты обеспечит увеличение скорости определения «тонких» мест, снизит временной интервал между процессом выявления отклонений и принятием решений, а также повысит эффективность использования материально-технических и трудовых ресурсов, особенно на участках с подземным трубопроводом;

- *периодическое проведение испытаний на прочность и герметичность с целью недопущения возможности прорыва трубопровода.* Регулярная диагностика состояния газопровода на удаленных участках и проведение своевременных работ при обнаружении дефектов и отклонений позволят избежать задержек поставок газа заказчикам и населению;

- *повышение требований к качеству используемых изделий и материалов, а также выполняемых строительных работ как на ремонтируемых участках, так и на вновь прокладываемых.* В 2021 году были приняты нормативы и требования по отношению к трубопроводам (ГОСТ 34741-2021); в 2024 году был введен новый ГОСТ, регламентирующий требования к ряду объектов газораспределительной системы, а именно к пунктам редуцирования и распределения. Стандарты изменяются и ужесточаются, необходимо также повысить требования к контролю проводимых строительных работ и используемых при этом материалов;

- *совершенствование и, возможно, ужесточение требований соблюдения производственной безопасности.* В ПАО «Газпром» ряд строительных работ выполняют сторонние подрядные службы. Локализацией и ликвидацией последствий возникших аварий занимаются также профессиональные аварийно-спасательные службы, с которыми заключается договор на выполнение определенных работ. В качестве одного из способов повышения производственной безопасности можно предложить создание собственных ремонтных служб и служб по профилактике и ликвидации аварийных ситуаций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карнович Е.В. Анализ причин аварий на магистральных газопроводах // Нефть и газ Западной Сибири. 2011. С. 41–43.
2. Изликова К.А., Нугманова Н.И. Анализ причин аварий на магистральных газопроводах // Новейшие технологии освоения месторождений углеводородного сырья и обеспечение безопасности экосистем Каспийского шельфа: материалы IX Международной научно-практической конференции. Астрахань: Астраханский государственный технический университет, 2018. С. 49–52.
3. Савонин С., Арсентьева З., Москаленко А. Анализ основных причин аварий, произошедших на магистральных газопроводах // Инженерная защита. 2015. № 6(11). С. 52–57.
4. Дробышев А.В. Анализ основных причин аварий, произошедших на магистральных газопроводах // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности: материалы V Всероссийской научно-технической конференции молодых исследователей / под общ. ред. Н.Ю. Ермиловой. Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2018. С. 110–112.
5. Волох А.С., Гасанов З.С., Тульская С.Г. Причины возникновения аварий при эксплуатации магистральных газопроводов // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2022. № 4(29). С. 23–28.
6. Мукаев И.Р., Анисимов С.Ю. К вопросу об анализе аварий на магистральных газопроводах // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1(9). С. 311–313.
7. Аронов С.Я., Острейковский В.А. Анализ статистических данных аварий магистральных газопроводов РФ по результатам длительной эксплуатации // Наука и инновации XXI века: материалы III Всероссийской конференции молодых ученых. Сургут: Сургутский государственный университет. 2016. С. 72–76.
8. Филатова Е.Б., Баландина О.А., Пуринг С.М. Анализ аварийности на распределительных газопроводах Самарской области // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство и строительные технологии: сб. статей 80-й Юбилейной всероссийской научно-технической конференции. Самара: СамГТУ, 2023. С. 629–636.

9. Аралов Е.С., Тульская С.Г., Скляр К.А., Бугаевский Д.О. Анализ статистических данных по аварийности в системах газоснабжения // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2019. № 1(14). С. 9–14.
10. Власова Л.В. Оценка влияния природных воздействий в задачах обеспечения надежной и безопасной эксплуатации газотранспортной системы ПАО «ГАЗПРОМ» // Вести газовой науки. 2017. № 1(29). С. 49–56.
11. Отчет об устойчивом развитии ПАО «Газпром» [Электронный ресурс]. URL: <https://sustainability.gazpromreport.ru/> (дата обращения: 16.10.2024).

REFERENCES

1. Karnovich E.V. Analysis of the causes of accidents on main gas pipelines. [Oil and gas of Western Siberia], 2011. pp. 41–43. (in Russian)
2. Iglukova K.A., Nugmanova N.I. Analysis of the causes of accidents on main gas pipelines. *Materialy IX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii "Novejshietekhnologii osvoeniyamestorozenijuglevodorodnogo-syr'ya i obespechenie bezopasnostiekosistemKaspijskogoshel'fa"* [Mater. of the IX Int. Scient. and Pract. Conf. "The latest technologies for the development of hydrocarbon deposits and ensuring the safety of the ecosystems of the Caspian shelf"]. Astrakhan, 2018, pp. 49–52. (In Russian).
3. Savonin S., Arsentieva Z., Moskalenko A. Analysis of the main causes of accidents that occurred on gas pipelines. *Inzhenernaja zashhita* [Engineering Protection], 2015, no. 6(11), pp. 52–57. (in Russian)
4. Drobyshhev A.V. Analysis of the main causes of accidents that occurred on gas pipelines. *Materialy V Vserossijskoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii molodyh issledovatelej "Aktual'nyeproblemystroitel'stva, ZHKKHitekhnosfernojbezopasnosti"* [Mater. of the V All-Russian Scient. and Techn. Conf. of Young Researchers "Current problems of construction, housing and communal services and technosphere safety"]. Volgograd, 2018, pp. 110–112. (In Russian).
5. Volokh A.S., Gasanov Z.S., Tulskeya S.G. Causes of accidents during operation of main gas pipelines. *Gradostroitel'stvo. Infrastruktura. Kommunikacii* [Urban planning. Infrastructure. Communications.], 2022, no. 4(29), pp. 23–28. (in Russian)
6. Mukaev I.R., Anisimov S.Yu. On the issue of analyzing accidents on main gas pipelines. *Sovremennyyetekhnologiiobespecheniyagrazhdanskojoboronyilikovidacii posledstviykhrezvychajnyhsituacij* [Modern technologies for civil defense and emergency response], 2018, no. № 1(9), pp. 311–313. (in Russian)
7. Aronov S.Ya., Ostreykovsky V.A. Analysis of statistical data on accidents of main gas pipelines of the Russian Federation based on the results of long-term operation. *Materialy III Vserossijskoj konferencii molodyh uchenykh "NaukiinnovaciiXXIveka"* [Mater. of the III All-Russian Conf. of Young Scientists "Science and innovation of the 21st century"]. Surgut, 2016, pp. 72–76. (In Russian).
8. Filatova E.B., Balandina O.A., Puring S.M. Analysis of accident rates on gas distribution pipelines in the Samara region. *Sbornik statej 80-oy YUbilejnoy vserossijskoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii "Tradiciiinnovaciiostroitel'steiarhitekture. Stroitel'stvoistroitel'nyetekhnologii"* [Collection of articles of the 80th Anniversary All-Russian Scient. and Techn. Conf. "Traditions and innovations in construction and architecture. Construction and construction technologies"]. Samara, 2023, pp. 629–636. (In Russian).
9. Aralov E.S., Tulskeya S.G., Sklyarov K.A., Bugaevsky D.O. Analysis of statistical data on accident rates in gas supply systems. *Gradostroitel'stvo. Infrastruktura. Kommunikacii* [Urban planning. Infrastructure. Communications.], 2019, no. 1(14), pp. 9–14. (in Russian)
10. Vlasova L.V. Assessment of the influence of natural influences in the tasks of ensuring reliable and safe operation of the gas transmission system of PJSC GAZPROM. *Nauchno-tekhnicheskij sbornik Vestigazovoj nauki* [Scientific and technical collection of News of Gas Science], 2017, no. (29), pp. 49–56. (in Russian)
11. PJSC Gazprom Sustainability Report. Available at: <https://sustainability.gazpromreport.ru/> (accessed 16 October 2024).

Об авторе:

ГАЛИЦКОВА Юлия Михайловна

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры природоохранного
и гидротехнического строительства
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: galickova@yandex.ru

GALITSKOVA Yulia M.

PhD of Engineering Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Nature Protection
and Hydrotechnical Construction Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244

Для цитирования: Галицкова Ю.М. Анализ причин возникновения аварийных ситуаций на газовых трубопроводах // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 1. С. 39–44. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.06.
For citation: Galitskova Yu.M. Analysis of the causes of accidents on gas pipelines. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 1, pp. 39–44. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.06.