

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ АВАРИЙНОСТИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ОТ ОБЪЕМОВ РЕМОНТНО- ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ И ОБОСНОВАНИЕ БЕЗУБЫТОЧНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ

Антон Ильич Сорокин¹, Валерий Викторович Пеленко²

¹ООО «ОКАН. Промышленное Оборудование»,

²Высшая школа технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета
промышленных технологий и дизайна, Санкт-Петербург, Россия

© Сорокин А. И., Пеленко В. В., 2026

Автор-корреспондент: А. И. Сорокин, e-mail: s-anton-i@mail.ru

АННОТАЦИЯ

В настоящее время критическое состояние трубопроводов систем централизованного теплоснабжения России обуславливает высокий уровень аварийности и значительные сверхнормативные потери тепловой энергии. Существующее хроническое недофинансирование восстановительных работ требует разработки новых экономически обоснованных инструментов для планирования ремонтных кампаний. Целью данного исследования является разработка экономико-математической модели, позволяющей определить объем финансирования профилактических работ, необходимых для достижения целевого уровня надежности тепловых сетей. Предметом исследования были выбраны зависимости параметра потока отказов тепловых сетей от объемов ремонтно-восстановительных работ и внешних эксплуатационных факторов. С помощью статистического метода был проведен анализ данных по аварийности и объемам замены тепловых сетей РФ за период с 2016 по 2020 г., выявлена эмпирическая зависимость, разработана и апробирована модель безубыточного финансирования, а также проанализировано влияние ключевых эксплуатационных факторов на надежность. В результате установлена линейная зависимость снижения параметра потока отказов от увеличения доли заменяемых трубопроводов. На ее основе создана модель для расчета целевого финансирования участка сети, показавшая, что профилактический ремонт в 2,5–3 раза экономически эффективнее ликвидации аварий. Количественно оценено влияние грунтовых вод, блуждающих токов и типа изоляции, что позволяет осуществлять адресное распределение ресурсов. Научная новизна работы заключается в интеграции макростатистического подхода с компонентным анализом для создания практического инструмента управления надежностью в условиях ограниченного бюджета. Практическая значимость заключается в предоставлении эксплуатирующим организациям аргументированного механизма для формирования бюджетных заявок и оптимизации планов ремонтов.

Ключевые слова: тепловые сети, надежность, параметр потока отказов, экономическая модель, финансирование, профилактический ремонт, аварийность

Для цитирования: Сорокин А. И., Пеленко В. В. Моделирование зависимости аварийности тепловых сетей от объемов ремонтно-восстановительных работ и обоснование безубыточного финансирования. // Технология и энергетика. 2026. № 1 (1). С. 117–123. DOI: 10.46418/3033-7852_2026_1_1_117-123

MODELING THE DEPENDENCE OF HEATING NETWORK FAILURE RATES ON REPAIR AND RESTORATION WORK VOLUMES AND SUBSTANTIATING BREAK-EVEN FINANCING

Anton Ilyich Sorokin¹, Valery Viktorovich Pelenko²

¹ LLC "OKAN. Promyshlennoye Oborudovaniye", Saint Petersburg, Russia;

² Higher School of Technology and Energy, Saint Petersburg State University of Industrial Technology and Design, Saint Petersburg, Russia

Corresponding author: A. I. Sorokin, e-mail: s-anton-i@mail.ru.



ABSTRACT

Currently, the critical state of pipelines in Russia's centralized heating systems results in a high failure rate and significant above-norm heat energy losses. The existing chronic underfunding of remedial maintenance ask of the development of new economically justified tools for planning repair campaigns. The purpose of this study is to develop an economic-mathematical model that allows determining the volume of funding for preventive work necessary to achieve the target reliability level of heating network. The study focused on the dependencies of the failure rate parameter of heating networks on the volume of repair and restoration work and external operational factors. A statistical method was used to analyze data on accidents and the volume of heat network replacements in Russia for the period from 2016 to 2020. An empirical relationship was identified, a break-even financing model was developed and tested, and the impact of key operational factors on reliability was analyzed. The analysis revealed a linear relationship: as the share of replaced pipelines grows, the failure rate decreases proportionally. Based on this dependence, a model was developed to calculate the target financing of a network section, showing that preventive maintenance is 2.5–3 times more economically efficient than emergency repair. The influence of groundwater, stray currents, and insulation type has been quantitatively assessed, enabling targeted resource allocation. The research introduces novelty by combining a macro-level statistical methodology with detailed component analysis, yielding a practical tool for reliability management in resource-constrained environments. The practical significance lies in providing operating organizations with a justified mechanism for forming budget requests and optimizing repair plans.

Keywords: heating network, reliability, failure rate parameter, economic model, financing, preventive maintenance, failure rate

For citation: Sorokin, A. I., Pelenko, V. V. (2026) Modeling the dependence of heating network failure rates on repair and restoration work volumes and substantiating break-even financing. *Technology and Energy*, vol. 1, no. 1, pp. 118–123. DOI: 10.46418/3033-7852_2026_1_1_117-123

ВВЕДЕНИЕ

В современной России системы централизованного теплоснабжения играют крайне важную роль в жизнеобеспечении населенных пунктов. Однако, по данным информационно-аналитического доклада ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России, общая протяженность тепловых сетей, нуждающихся в замене, на конец 2020 года составила 51,5 тыс. км в двухтрубном исчислении, из которых 38,8 тыс. км относятся к категории ветхих (износ свыше 60%) [1]. Такое состояние приводит к значительным потерям тепловой энергии, составляющим в среднем 12–20% при нормативе 5–7%, и высокой аварийности, превышающей 2 повреждения на 1 км трубы в год [1, 7].

Также данная ситуация усугубляется недофинансированием замены изношенных труб. Например, в 2020 г. фактическая замена тепловых сетей в целом по России составила всего 3,37 тыс. км, что является лишь 6,7% от требуемых объемов [1]. Таким образом, в данных условиях **актуальность** исследования обусловлена необходимостью поиска инструментов для обоснования и оптимизации расходов на поддержание работоспособности систем для теплоснабжающих организаций [3, 8].

В связи с этим **целью** настоящего исследования является разработка экономико-математической модели, призванной определить объем финансирования профилактических работ, необходимых

для достижения целевых показателей надежности тепловых сетей.

Для реализации данной цели в работе последовательно решаются следующие **задачи**:

- провести статистический анализ данных по протяженности, аварийности и объемам замены тепловых сетей РФ;
- выявить и формализовать количественную зависимость между интенсивностью потока отказов и долей заменяемых трубопроводов;
- на основе полученной зависимости разработать модель безубыточного финансирования, связывающую параметры надежности с объемом затрат на конкретном участке сети;
- проанализировать влияние ключевых эксплуатационных факторов для последующей приоритизации ремонтов на наиболее рискованных участках.

Предметом исследования выступают зависимости параметра потока отказов тепловых сетей от объемов ремонтно-восстановительных работ и внешних эксплуатационных факторов. [8, 9].

Научная новизна работы заключается в создании комплексного подхода к управлению надежностью тепловых сетей, который объединяет анализ общей статистики с учетом местных условий, что позволяет предложить методику адресного планирования ремонтов.



МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования являются статистические данные о состоянии тепловых сетей в Российской Федерации за период с 2016 по 2020 год, включая сведения о протяженности сетей (в разбивке по диаметрам и видам прокладки), протяженности сетей, нуждающихся в замене, объеме замененных трубопроводов, количестве аварий и инцидентов, а также величине тепловых потерь [1, 2].

В качестве основного показателя надежности использован параметр потока отказов (K , 1/тыс. км*год) — количество отказов в год, приходящееся на 1 км протяженности трубопроводов. Для обработки данных применялись методы статистического анализа. Аппроксимация данных проводилась с целью получения зависимости [10]. На ее основе методами экономико-математического моделирования была получена формула для планирования финансирования.



Рисунок 1. Динамика протяженности замененных тепловых сетей и нуждающихся в замене, РФ [1]

Figure 1. Dynamics of the length of replaced heating networks and those in need of replacement in Russian Federation [1]

Эффективность модели оценивалась путем сравнительного анализа затрат на ликвидацию аварий и проведения профилактического ремонта.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ динамики ключевых показателей подтверждает тенденцию: при практически неизменном объеме ежегодно заменяемых сетей (в среднем 3,3 тыс. км/год) протяженность трубопроводов, нуждающихся в замене, неуклонно растет, увеличившись за 5 лет на 4,1% [1] (рисунок 1).

Аварийность напрямую зависит от нарастания износа [7, 10]. Обработка статистических данных позволила выявить устойчивую зависимость между долей замененных трубопроводов (D , %) и интенсивностью потока отказов (K , 1/тыс. км*год). Аппроксимация данных линейной функцией (рисунок 2) дает следующее уравнение:

$$K = 36 - 2,78 \cdot D. \quad (1)$$

Таким образом, полученная зависимость показывает, что увеличение объема замены всего на 1% от общей протяженности сетей приведет к снижению аварийности на 2,78 отказа на 1000 км трубы в год. Основываясь

на указанной зависимости, можно сделать вывод, что необходимо наращивать объем ремонтно-восстановительных работ [8].

Для возможности использовать данную зависимость как инструмент планирования было введено понятие безубыточного финансирования, при котором затраты на профилактическое обслуживание окупаются за счет предотвращения одной аварии в год. На основе анализа фактических затрат был проведен сравнительный расчет для трубопроводов различного диаметра (таблица 1).

Таблица 1. Сравнение усредненных затрат на ликвидацию аварии и профилактический ремонт для 1 м трубопровода

Table 1. Comparison of average costs for emergency repair and preventive maintenance per 1 meter of pipeline

Диаметр трубопровода, мм	Затраты на ликвидацию аварии, руб./м	Затраты на профилактический ремонт, руб./м
100	12 500	4 800
300	31 000	11 000
500	55 000	19 500



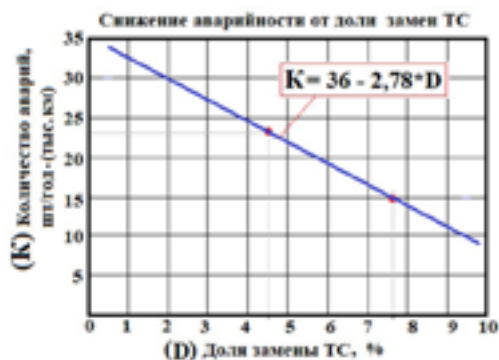


Рисунок 2. Зависимость интенсивности потока отказов (K) тепловых сетей РФ от доли замены (D)

Figure 2. Dependence of the failure rate intensity (K) of Russian heating networks on the replacement rate (D)

Как следует из таблицы 1, затраты на ликвидацию аварии в 2,5–3 раза превышают затраты на плановый профилактический ремонт аналогичного участка. Также существенную долю в затратах на ликвидацию аварии составляет социальный и экономический ущерб от перерывов в теплоснабжении [5, 8].

С учетом данной разницы в затратах и зависимости (1) была разработана экономико-математическая модель для определения объема финансирования (Ф, руб.), необходимого для достижения целевого параметра потока отказов (K_t) на участке трубопровода протяженностью P_p (м) и диаметром d (мм):

$$\Phi = 0,037 * (36 - K_t) \cdot P_p \cdot d. \quad (2)$$

Данная модель позволяет перейти от абстрактной доли замены к конкретному объему финансирования, привязанному к физическим параметрам сети. Для условия безаварийной работы ($K_t = 0$) формула упрощается до:

$$\Phi_0 = 1,33 \cdot d \cdot P_p. \quad (3)$$

Пример практического использования модели для участка магистрального теплопровода диаметром 300 мм и протяженностью 100 м представлен в таблице 2.

Таблица 2. Пример расчета требуемого финансирования для обеспечения надежности ($d=300$ мм, $P_p=100$ м)

Table 2. An example of calculating the required funding to ensure reliability (Pipe diameter=300 mm, pipe range=100 m)

Целевой параметр потока отказов (K_t), 1/тыс. км*год	Расчетный объем финансирования (Ф), руб.
10 (высокая надежность)	288 000
20 (средняя надежность)	177 000
30 (низкая надежность)	66 000

Таким образом, эксплуатирующая организация может варьировать объем финансирования в зависимости от требуемого уровня надежности и имеющихся

бюджетных ограничений, опираясь на четкое количественное обоснование своих решений [8, 9].

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА ПАРАМЕТР ПОТОКА ОТКАЗОВ

Однако разработанная в предыдущем разделе модель является макромоделью, отражающей общую зависимость надежности от объемов замены. Для более точного планирования ремонтов на конкретных участках все же необходимо учитывать эксплуатационные факторы, которые влияют на скорость старения трубопроводов [7, 10]. В качестве ключевых факторов были рассмотрены такие как наличие грунтовых вод, блуждающих токов и тип тепловой изоляции.

После обработки данных диагностики модельной теплотрассы [2, 6] были получены аналитические зависимости параметра потока отказов (λ) от диаметра трубопровода (d_p) для различных условий.

1. ВЛИЯНИЕ ГРУНТОВЫХ ВОД И БЛУЖДАЮЩИХ ТОКОВ

На рисунке 3 представлены зависимости параметра потока отказов для трубопроводов с минераловатной изоляцией, проложенных в разных условиях. Аппроксимация статистических данных полиномами второй степени позволила получить следующие уравнения:

- Для сухих грунтов (без блуждающих токов):

$$\lambda_{\text{сух}} = 0,457 - 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot d_p + 1,2906 \cdot 10^{-6} \cdot d_p^2. \quad (4)$$

- Для обводненных грунтов:

$$\lambda_{\text{вл}} = 0,5813 - 1,7738 \cdot 10^{-3} \cdot d_p + 1,5192 \cdot 10^{-6} \cdot d_p^2. \quad (5)$$

- Для обводненных грунтов с блуждающими токами:

$$\lambda_{\text{вл+бт}} = 0,7916 - 1,6642 \cdot 10^{-3} \cdot d_p + 1,1211 \cdot 10^{-6} \cdot d_p^2. \quad (6)$$

Таким образом, анализ графиков и уравнений показывает, что совокупное воздействие влаги и блуждающих токов оказывает наибольшее разрушающее влияние [6, 7]. Для трубопровода диаметром 300 мм параметр потока отказов в сухом грунте составляет примерно 0,15 1/год*км, в обводненном грунте возрастает до 0,22 1/год*км, а при наличии блуждающих токов достигает 0,38 1/год*км, что более чем в 2,5 раза превышает показатель для благоприятных условий.

2. ВЛИЯНИЕ ТИПА ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Качество и тип теплоизоляции являются критически важными для защиты трубы от наружной коррозии [4, 6]. На рисунке 4 приведены сравнительные данные по параметру потока отказов для труб с разными типами

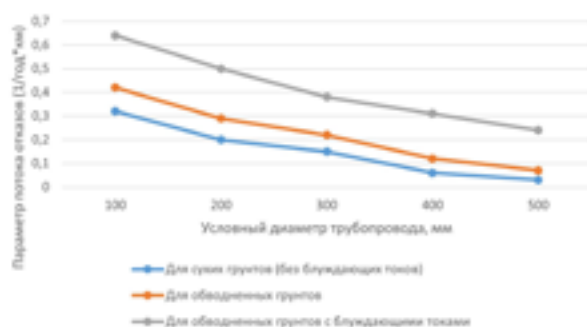


Рисунок 3. Зависимость параметра потока отказов от диаметра трубопровода и условий прокладки (наличие грунтовых вод и блуждающих токов) [2, 6]

Figure 3. Dependence of the failure rate parameter on pipeline diameter and installation conditions (presence of groundwater and stray currents) [2, 6]

изоляции, эксплуатируемых в сходных грунтовых условиях (обводненный грунт) в течение 20–25 лет.

Были получены следующие аппроксимирующие зависимости:

- Минеральная вата:

$$\lambda_{\text{мв}} = 0,8061 - 1,9874 \cdot 10^{-3} \cdot d_{\gamma} + 1,5427 \cdot 10^{-6} \cdot d_{\gamma}^2. \quad (7)$$

- Армопенобетон:

$$\lambda_{\text{апб}} = 0,6143 - 1,4641 \cdot 10^{-3} \cdot d_{\gamma} + 1,1154 \cdot 10^{-6} \cdot d_{\gamma}^2. \quad (8)$$

- Пенополиуретан (ППУ):

$$\lambda_{\text{ппу}} = 0,2705 - 1,0866 \cdot 10^{-3} \cdot d_{\gamma} + 1,1192 \cdot 10^{-6} \cdot d_{\gamma}^2. \quad (9)$$

Как видно из рисунка 4, трубопроводы в изоляции из пенополиуретана (ППУ) демонстрируют значительно более высокую надежность [4]. Для трубы диаметром 300 мм значение λ для ППУ составляет около 0,08 1/год*км, тогда как для минеральной ваты — около 0,32 1/год*км. Это обусловлено лучшими влагозащитными свойствами и долговечностью ППУ изоляции заводского нанесения [9].

3. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ФАКТОРОВ И ПРИОРИТИЗАЦИЯ РЕМОНТОВ

На основе приведенных данных возможно провести комплексную оценку риска и ранжирования участков тепловой сети по приоритетности замены или обслуживания [7, 10]. Для наглядности результаты сведены в таблицу 3, где представлены расчетные значения параметра потока отказов для трубопровода диаметром 300 мм в различных условиях.

Анализируя данные таблицы 3, можно заметить, что участки сетей с минераловатной изоляцией,



Рисунок 4. Сравнение параметра потока отказов для труб с разными типами тепловой изоляции

(для условий обводненного грунта) [4, 6]

Figure 4. Comparison of the failure rate parameter for pipes with different types of thermal insulation (under waterlogged soil conditions) [4, 6]

проложенные в обводненных грунтах с блуждающими токами, имеют максимальный параметр потока отказов (0,38) и являются зонами высочайшего риска [6, 7]. Именно эти участки должны в первую очередь включаться в программы замены и обслуживания. При этом переход на современные виды изоляции, такие как ППУ, даже в неблагоприятных условиях позволяет снизить аварийность в 2–3 раза по сравнению с другими материалами [4, 9].

Использование данной компонентной модели с макро-моделью финансирования позволяет не только определить общий объем необходимых средств, но и оптимально распределить их между участками, направив ресурсы на ликвидацию наиболее проблемных сегментов тепловой сети, тем самым максимизировав эффект от каждого вложенного рубля [8, 9].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования решена задача по обоснованию объемов финансирования профилактических работ для управления надежностью тепловых сетей в условиях ограниченных ресурсов.

1. На основе статистических данных по РФ за 2016–2020 гг. [1] установлена эмпирическая зависимость между долей заменяемых трубопроводов и интенсивностью потока отказов, имеющая вид линейной функции $K = 36 - 2,78 \cdot D$.

2. Разработана экономико-математическая модель, позволяющая определить объем финансирования, необходимый для достижения целевого уровня надежности на конкретном участке тепловой сети:

$$\Phi = 0,037 \cdot (36 - K_{\gamma}) \cdot P_{\gamma} \cdot d.$$

Таблица 3. Расчетные значения параметра потока отказов (λ , 1/год*км) для трубопровода Ду 300 мм в различных эксплуатационных условиях**Table 3.** Calculated values of the failure rate parameter (λ , 1/year*km) for a Ду 300 mm pipeline under various operating conditions

Условия эксплуатации	Минеральная вата	Армопенобетон	Пенополиуретан (ППУ)
Сухие грунты (без блуждающих токов)	0,15	0,12	0,05
Обводненные грунты	0,32	0,28	0,08
Обводненные грунты с блуждающими токами	0,38	0,31	0,14
Кратность увеличения λ (относительно ППУ в сухих грунтах)	в 7,6 раз	в 6,2 раз	в 2,8 раз

3. Проведен анализ влияния ключевых эксплуатационных факторов (грунтовые воды, блуждающие токи, тип изоляции) на параметр потока отказов [4, 6, 7], что позволяет осуществлять адресное планирование ремонтов на наиболее рискованных участках [10].

4. Доказана экономическая эффективность профилактического ремонта по сравнению с ликвидацией аварий, что подтверждается расчетами, показывающими превышение затрат на аварийный ремонт в 2,5–3 раза [5, 8].

5. Практическая значимость работы заключается в предоставлении инструмента для аргументированного планирования ремонтных кампаний и бюджетных заявок, что способствует повышению обоснованности управленческих решений в сфере эксплуатации тепловых сетей [3, 9].

Список литературы

1. О состоянии теплоэнергетики и централизованного теплоснабжения в Российской Федерации в 2020 г.: информационно-аналитический доклад. Москва: ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России, 2021. 120 с.
2. Свод правил СП 74.13330.2023 «Тепловые сети. СНиП 3.05.03–85»: дата введения 2024-01-20/ Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. 2024. 23 с.
3. Новак А. В. Российский ТЭК 2022: вызовы, итоги и перспективы // Энергетическая политика. 2023. № 2 (180). С. 5–11.
4. Li H., Wang S., Wang X. et al. A comprehensive review on the failure modes, mechanisms, and analysis of pipeline reliability // Engineering Failure Analysis. 2022. Vol. 141. P. 106676.
5. Wang K., Li Y., Li X. et al. Life cycle assessment and life cycle cost analysis for urban district heating pipelines // Sustainable Cities and Society. 2023. Vol. 88. P. 104291.
6. Zhang Y., Liu W., Chen H. et al. A risk-based inspection planning method for urban heating pipelines considering soil corrosion and stray current interference // Tunnelling and Underground Space Technology. 2024. Vol. 143. P. 105532.

7. Ахметова И. Г., Залялова А. Р., Нурисламова А. Р. Надежность тепловых сетей, как фактор устойчивого развития теплоэнергетики // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики: материалы 95-го заседания Международного научного семинара. Иркутск: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем энергетики им. Л. А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, 2023. С. 341–349.
8. Терентьева А. С. Анализ состояния и прогнозирование развития сектора централизованного теплоснабжения в России в условиях новых инвестиционных механизмов: специальность «5.2.3»: дисс. ... канд. экон. наук / Терентьева Александра Станиславовна; ФГБУН Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук. Москва, 2024. 147 с.
9. Машков И. А. Экспертный подход как путь к поиску решения проблем неэффективности теплоснабжения // Философия науки: научные обзоры, подготовленные в рамках международной научно-образовательной программы. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский горный университет, 2022. С. 270–280.
10. Чекардовский С. М., Чекардовская И. А., Илюхин К. Н., Мионов В. В., Чекардовский М. Н. Методы и способы комплексных исследований и оценки технического состояния оборудования инженерных систем: монография. Екатеринбург: УрФУ, 2020. 184 с.

References

1. Federal State Budgetary Institution 'Russian Energy Agency' of the Ministry of Energy of the Russian Federation (2021) *On the state of thermal power engineering and district heating in the Russian Federation in 2020: information and analytical report*. Moscow: FGBU 'REA' Minenergo Rossii.
2. Ministry of Construction, Housing and Utilities of the Russian Federation (2024) *Code of Rules SP 74.13330.2023 'Heat networks. SNiP 3.05.03–85' (Date of introduction 2024-01-20) *. Moscow.
3. Novak, A. V. (2023) 'Russian fuel and energy complex 2022: challenges, results and prospects', *Energeticheskaya Politika*, 2 (180), pp. 5–11. (In Russian)



4. Li, H., Wang, S., Wang, X. et al. (2022) 'A comprehensive review on the failure modes, mechanisms, and analysis of pipeline reliability', *Engineering Failure Analysis*, 141, p. 106676.
5. Wang, K., Li, Y., Li, X. et al. (2023) 'Life cycle assessment and life cycle cost analysis for urban district heating pipelines', *Sustainable Cities and Society*, 88, p. 104291.
6. Zhang, Y., Liu, W., Chen, H. et al. (2024) 'A risk-based inspection planning method for urban heating pipelines considering soil corrosion and stray current interference', *Tunnelling and Underground Space Technology*, 143, p. 105532.
7. Akhmetova, I. G., Zalyalova, A. R. and Nurislamova, A. R. (2023) 'Reliability of heating networks as a factor in the sustainable development of thermal power engineering', in *Methodological issues of reliability research of large energy systems. Proceedings of the 95th International Scientific Seminar*. Irkutsk: ISEM SB RAS, pp. 341–349. (In Russian)
8. Terentyeva, A. S. (2024) *Analysis of the state and forecasting of the development of the district heating sector in Russia under new investment mechanisms*. PhD thesis. Moscow: INP RAS. (In Russian)
9. Mashkov, I. A. (2022) 'Energetic approach as a way to find a solution to the problems of inefficiency of heat supply', in *Philosophy of Science. Scientific reviews prepared within the framework of the international scientific and educational program*. St. Petersburg: St. Petersburg Mining University, pp. 270–280. (In Russian)
10. Chekardovsky, S. M., Chekardovskaya, I. A., Ilyukhin, K. N., Mironov, V. V. and Chekardovsky, M. N. (2020) *Methods and techniques for comprehensive research and assessment of the technical condition of engineering systems equipment*. Yekaterinburg: Ural Federal University. (In Russian)

■ Информация об авторах

Сорокин Антон Ильич, инженер проектов АЭС, ООО «ОКАН. Промышленное оборудование», 196006, Россия, Санкт-Петербург, Воздухоплавательная ул., д. 19 литера А, помещ. 30; ORCID: 0009-0008-2450-6504; e-mail: s-anton-i@mail.ru.

Пеленко Валерий Викторович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры теплосиловых установок и тепловых двигателей Высшей школы технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна; SPIN-код: 6851-4249; Author ID: 714215; e-mail: pelenko1@rambler.ru.

■ Information about the authors

Sorokin Anton Ilyich, Nuclear Power Plant Project Engineer, LLC "OKAN. Promyshlennoye Oborudovaniye", 19 letter A, room 30, Vozduchoplavatel'naya str., St. Petersburg, 196006, Russia; ORCID: 0009-0008-2450-6504; e-mail: s-anton-i@mail.ru.

Pelenko Valery Viktorovich, Doc. Sci in Engineering, Professor, Professor at the Department of Thermal Power Plants and Thermal Engines of the Higher School of Technology and Energy, Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, 4 Ivan Chernykh Street, St. Petersburg, 198095, Russia; SPIN-code: 6851-4249; Author ID: 714215; e-mail: pelenko1@rambler.ru.

