



УДК 658.264: 697.343

М. А. КОЧЕВА, канд. техн. наук, проф. кафедры теплогазоснабжения;
Ю. В. ГОТУЛЕВА, ст. преп. кафедры теплогазоснабжения

ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА ТЕПЛОВЫЕ ПОТЕРИ И СОСТОЯНИЕ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет».

Россия, 603952, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65.

Тел.: (831) 433-45-35; эл. почта: lisena2002-2015@mail.ru

Ключевые слова: изношенность сетей, модернизация коммунальной структуры, реконструкция тепловых сетей, тепловая изоляция, тепловые потери.

В статье проведен анализ протяженности тепловых сетей и степень их изношенности в Приволжском федеральном округе и в целом в России. Проанализированы региональные программы по модернизации систем коммунальной инфраструктуры, действующие в Приволжском федеральном округе, и приведены выводы об эффективности работы систем теплоснабжения.

Введение

Одним из основных направлений развития энергетики является энергосбережение. Оно может быть достигнуто, например, повышением эффективности работы производственно-отопительных котельных и котельных малой мощности путем совершенствования систем топливоподачи и топливоподготовки, а также за счет модернизации источников тепловой энергии и теплосетей, применения традиционных и современных теплоизоляционных материалов в системах теплоснабжения.

Теплоснабжение – не только наиболее энергоемкий, но и самый энергорасточительный сектор национальной экономики – на данный момент находится в критическом состоянии на всех этапах от производства до потребления тепла.

В конце 50-х годов XX века было принято государственное решение о необходимости строительства жилых зданий для улучшения жилищных условий населения в кратчайшие сроки. К новым постройкам массово сооружались системы центрального теплоснабжения с протяженными теплотрассами с изоляцией из стекловаты, которая со временем разрушалась и не обеспечивала долговечную защиту [1].

Анализ и методы исследования

Учитывая тот факт, что теплоэнергетические мощности в основном были введены в 1960–1970 гг. и в условиях плановой экономики и приоритета развития тяжелой промышленности и военно-промышленного комплекса ресурсы для модернизации систем теплоснабжения выделялись ограниченно, в последние годы в энергетике России неуклонно обостряется проблема физического и морального старения оборудования тепловых сетей. Протяженность тепловых сетей в Российской Федерации в соответствии со сроком эксплуатации приведены в табл. 1, для Приволжского федерального округа – на рис. 1 [2–5].



Таблица 1

**Протяженность тепловых сетей по федеральным округам России
(2021–2023 гг.)**

Срок эксплуатации	Средняя протяженность тепловых сетей, %								
	Федеральный округ								
	ЦФО	СЗФО	ЮФО	СКФО	ПФО	УФО	СФО	ДФО	РФ
< 20 лет	27,7	23,5	18,2	41,1	39,8	16,2	30,8	34,6	29,0
20–30 лет	16,1	16,6	26,5	11,9	20,5	11,0	17,5	19,4	17,4
> 30 лет	56,2	59,9	55,3	46,9	39,7	72,8	51,8	46,0	53,6

Анализируя данные табл. 1, можно сделать вывод, что более 70 % тепловых сетей России проектировались и создавались без учета возможностей, появившихся на теплоэнергетическом рынке в течение последних 10 лет.

На сентябрь 2024 года общая протяженность тепловых сетей в Нижегородской области – 3919,5 километров. В Приволжском федеральном округе в связи с действием региональных программ «Модернизация систем коммунальной инфраструктуры (2023–2027 годы)» ситуация в целом лучше, чем в среднем по России (рис. 1, табл. 2), но износ и старение опережает замену тепловых сетей [6–19].

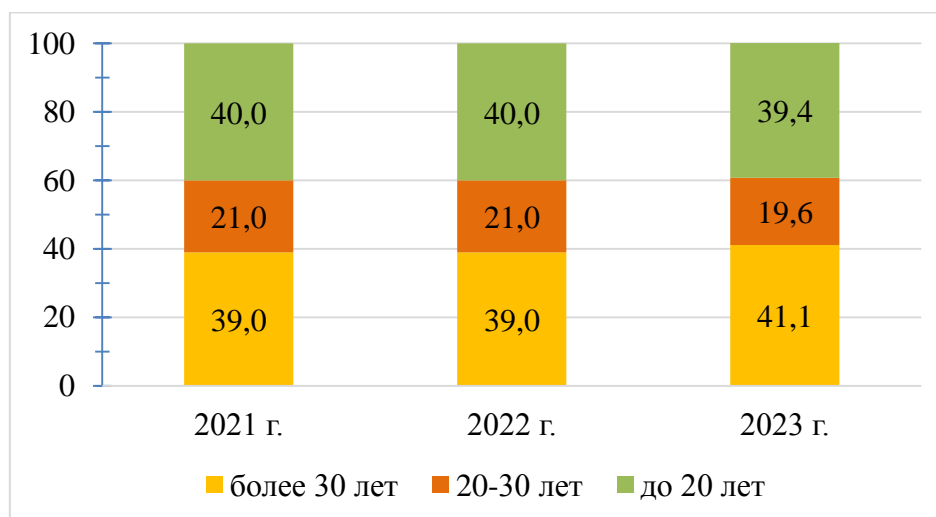


Рис. 1. Протяженность тепловых сетей, %. Сроки эксплуатации по Приволжскому федеральному округу

Ежегодно наблюдается увеличение протяженности труб, находящихся в аварийном состоянии, рост аварий на тепловых сетях, а также увеличение потерь тепловой энергии ведет к значительным убыткам и показывает, что данные системы не являются энергоэффективными (табл. 3, рис. 2–5).



Таблица 2

**Протяженность и степень износа тепловых сетей
в Приволжском федеральном округе**

Состав ПФО	Общая протяженность тепловых сетей, км	Износ тепловых сетей	
		км	%
Нижегородская область	3990	1971,1	49,4
Кировская область	1995,5	403,1	20,2
Оренбургская область	2187,4	297,5	13,6
Пензенская область	1212,4	412,2	34,0
Самарская область	3308,1	1389,4	42,0
Саратовская область	2300	499,4	21,7
Ульяновская область	1265	871,6	68,9
Пермский край	3569,3	2334,3	65,4
Башкортостан	3940	630,4	16,0
Марий-Эл	681	98,1	14,4
Мордовия	635	108,6	17,1
Татарстан	2700	1458,0	54,0
Удмуртия	1937	710,9	36,7
Чувашия	977,5	342,1	35,0

Таблица 3

Среднегодовой баланс тепловой энергии по федеральным округам

Федеральный округ РФ	Отпущено тепловой энергии, млн Гкал	Потери тепловой энергии, млн Гкал	Потери тепловой энергии, %	Средняя цена отпускаемой тепловой энергии, руб./Гкал	Ущерб от потерь тепловой энергии, млрд руб.
ДФО	82,8	12,0	14,49	2739	32,868
ПФО	301,5	21,6	7,16	1493	32,249
СЗФО	178,0	11,8	6,63	1839	21,700
СКФО	17,5	1,4	8,00	2089	2,925
СФО	194,2	21,3	10,97	1317	28,052
УФО	149,4	14,5	9,71	1286	18,647
ЦФО	301,7	27,1	8,98	1605	43,496
ЮФО	62,0	5,3	8,55	1856	9,837
В целом по Российской Федерации					
РФ	1287,1	115,0	8,93	1778	189,774

Значительная часть потерь тепловой энергии списывается в потребление, не экономится потребителями и оплачивается в платежах за теплоту.

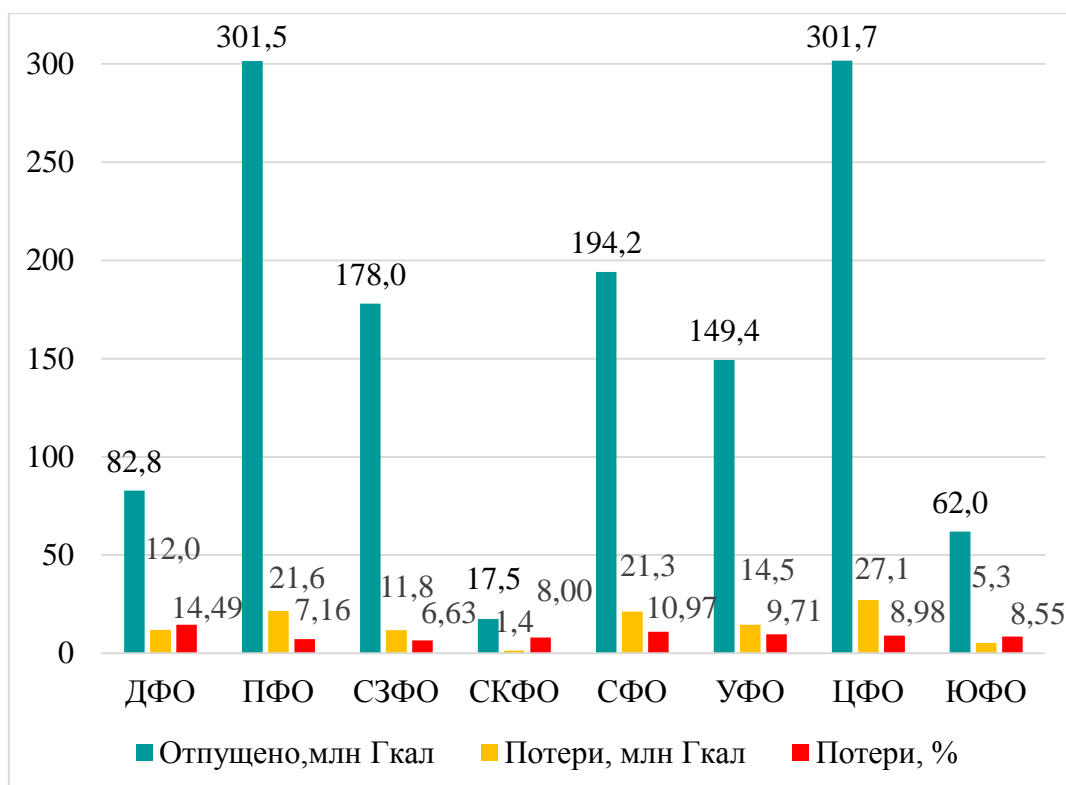


Рис. 2. Среднегодовой баланс тепловой энергии по федеральным округам на конец 2023 года



Рис. 3. Среднегодовой баланс тепловой энергии в России на конец 2023 года

Вместе с тем, вследствие неудовлетворительного состояния теплосетевого хозяйства, реальные потери в тепловых сетях значительно выше, чем данные, имеющиеся в Росстате, в связи с недостатками в системах учета тепла, а также отсутствием разработки балансов тепловой энергии и теплоносителя в системах теплоснабжения. В отдельных системах потери могут достигать 20–30 %. В периоды колебаний температур наблюдаются перетопы, когда температура теплоносителя превышает необходимую, что также относится к бесполезным тратам тепла. Потери тепла с теплоносителем в открытых системах горячего водоснабжения, сверхнормативные утечки теплоносителя не учитываются статистикой Росстата [20, 21].



Основными причинами высоких потерь в системах централизованного теплоснабжения являются значительный износ и недоинвестирование систем и сетей теплоснабжения и тепловой изоляции, отсутствие необходимой регулировки тепловых сетей и тепловых пунктов, применение отсталых энергозатратных технологий, отсутствие должного учета потребляемых энергоресурсов.

Большая протяженность теплотрасс оказывает значительное влияние на величину тепловых потерь, которые непосредственно связаны с качеством тепловой изоляции трубопроводов. Использование современных видов изоляции способствует сокращению тепловых потерь при передаче тепла и увеличению срока службы самих трубопроводов.

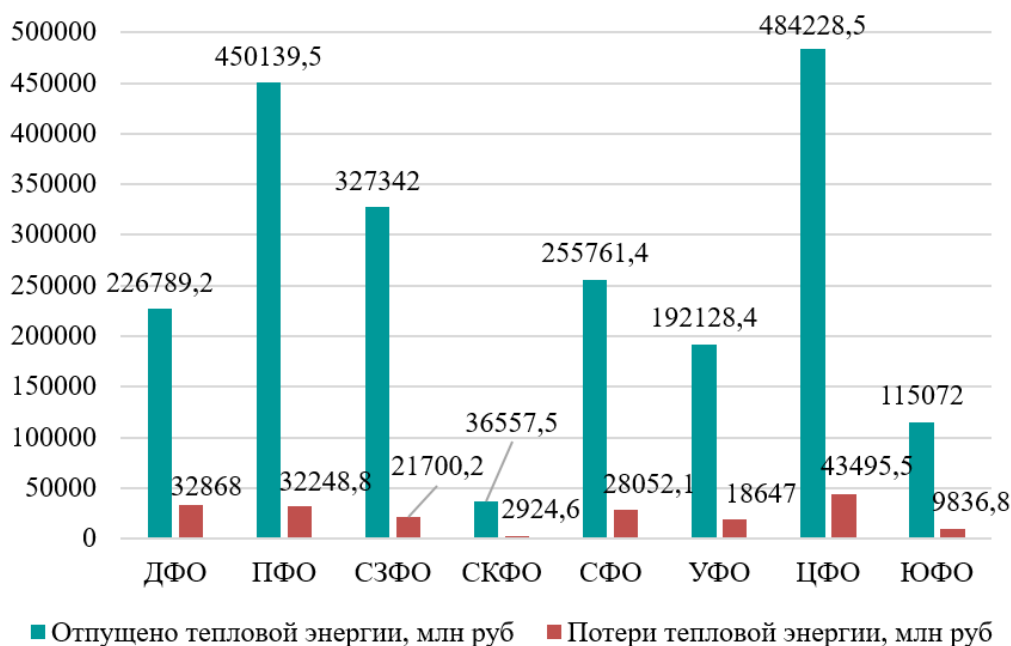


Рис. 4. Среднегодовой баланс тепловой энергии по федеральным округам на конец 2023 года в денежном выражении



Рис. 5. Среднегодовой баланс тепловой энергии в Российской Федерации на конец 2023 года в денежном выражении



Следовательно, необходимо параллельно с заменой применять современные теплоизоляционные материалы с учетом климатических особенностей региона [22].

Конструкция и теплоизоляционные характеристики теплопроводов, применяемых в настоящее время в отечественной практике строительства, зависят от способа прокладки.

В Российской Федерации и в Приволжском федеральном округе на протяжении многих лет лидирует подземная канальная прокладка (рис. 6, 7), следовательно, необходимо обратить внимание на тепловую изоляцию, применяемую при таком способе прокладки (рис. 8) [3–5].



Рис. 6. Протяженность магистральных тепловых сетей по способам прокладки, тыс. км

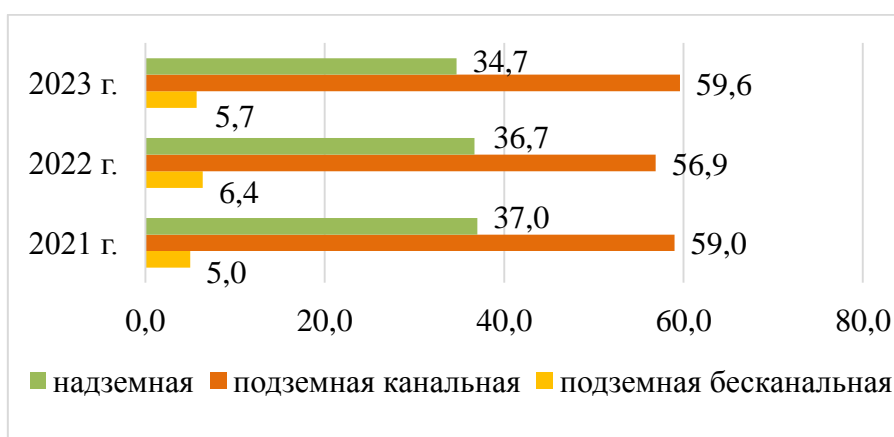


Рис. 7. Протяженность магистральных тепловых сетей (%) по Приволжскому федеральному округу



Наиболее часто применяется минераловатная изоляция, на втором месте – более современные пенополимерная (ППМ) и пенополиуретановая (ППУ) изоляции. На качество и состояние изоляции теплопроводов, тепловые потери подземных теплотрасс оказывают влияние следующие факторы: например, увлажнение изоляции и грунта, процесс высыхания полиминеральной теплогидроизоляции, прочностные характеристики теплоизоляционной конструкции в пенополиминеральной изоляции.

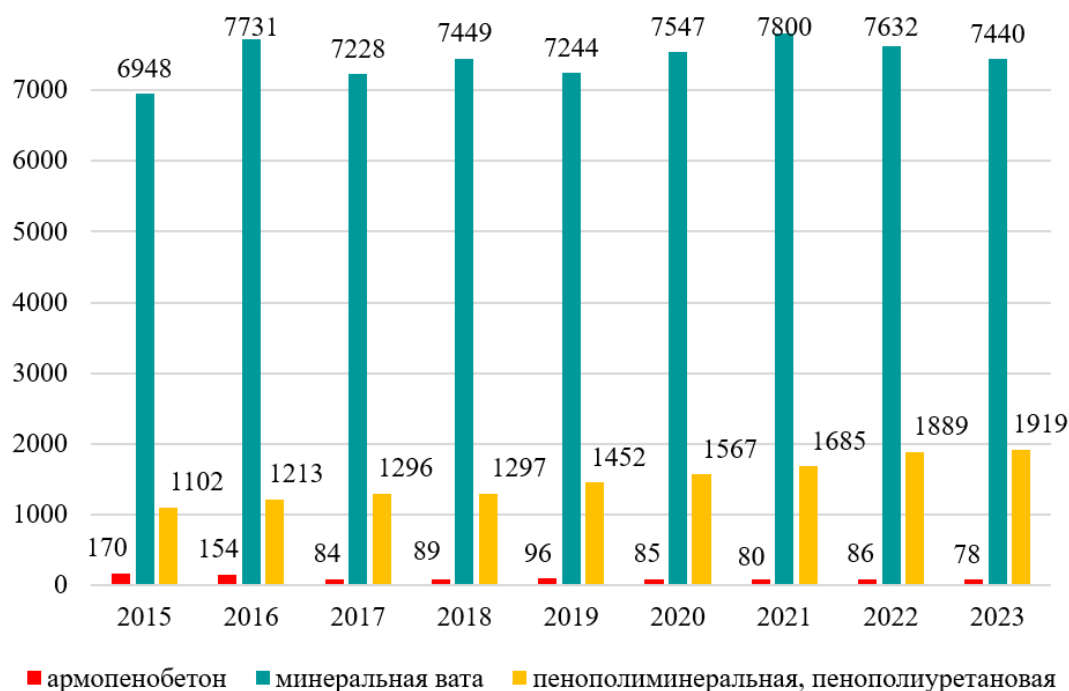


Рис. 8. Протяженность магистральных тепловых сетей по типам изоляции, тыс. км

Выводы

Проведя анализ существующей системы тепловых сетей, можно выделить основные недостатки и проблемы ее эксплуатации:

- высокий уровень потерь, затрат на эксплуатацию тепловых сетей;
- большая протяженность централизованных систем теплоснабжения;
- неудовлетворительное техническое состояние тепловых сетей, нарушение тепловой изоляции и высокие потери тепловой энергии;
- низкая интенсивность реконструкции трубопроводов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Некрасов, А. С. Состояние и перспективы развития теплоснабжения в России / Некрасов А. С., Воронина С. А. // Энергосбережение. – 2004. – № 3. – С. 22–31.
2. Павлова, Д. В. Анализ и проблемы исследований труб централизованного теплоснабжения с предварительной изоляцией из ППУ и ППМ / Д. В. Павлова. – Текст : электронный // Современные научные исследования и инновации. – 2016. – № 5. – URL: <https://web.snauka.ru/issues/2016/05/67651> (дата обращения: 15.11.2025).
3. Отчет о состоянии теплоэнергетики и централизованного теплоснабжения в Российской Федерации в 2021 году. – URL: <https://minenergo.gov.ru/press->



center/presentations/doklad-o-sostoyanii-teploenergetiki-i-tsentralizovannogo-teplosnabzheniya-v-rossiyskoy-federatsii-2021 (дата обращения: 16.11.2025). – Текст : электронный.

4. Отчет о состоянии теплоэнергетики и централизованного теплоснабжения в Российской Федерации в 2022 году. – URL: <https://minenergo.gov.ru/press-center/presentations/doklad-o-sostoyanii-teploenergetiki-i-tsentralizovannogo-teplosnabzheniya-v-rf-2022> (дата обращения: 16.11.2025). – Текст : электронный.

5. Отчет о состоянии теплоэнергетики и централизованного теплоснабжения в Российской Федерации в 2023 году. – URL: <https://minenergo.gov.ru/press-center/presentations/doklad-o-sostoyanii-teploenergetiki-i-tsentralizovannogo-teplosnabzheniya-v-rossiyskoy-federatsii-2023> (дата обращения: 16.11.2025). – Текст : электронный.

6. Нижегородская область. Правительство. Об утверждении региональной программы Нижегородской области. «Модернизация систем коммунальной инфраструктуры (2023–2027 годы)» : постановление Правительства Нижегородской области от 28.04.2023 № 366. – URL: file:///C:/Users/lib_nbo/Downloads/5200202305050004.pdf. – Текст : электронный.

7. Кировская область. Правительство. Об утверждении региональной программы Кировской области «Модернизация систем коммунальной инфраструктуры (2023–2027 годы)» : постановление Правительства Кировской области от 07.02.2023 г. № 42-П. – URL: file:///C:/Users/lib_nbo/Downloads/4300202302080001.pdf. – Текст : электронный.

8. Оренбургская область. Правительство. Об утверждении региональной программы «Модернизация коммунальной инфраструктуры на территории Оренбургской области на 2025–2030 годы» : постановление Правительства Оренбургской области от 25.12.2024 № 1219-пп. – URL: file:///C:/Users/lib_nbo/Downloads/5600202412280048.pdf. – Текст : электронный.

9. Пензенская область. Правительство. Об утверждении региональной программы «Модернизация коммунальной инфраструктуры на территории Пензенской области на 2023–2027 годы» : постановление Правительства Пензенской области от 02.03.2023 № 128-пП. – URL: file:///C:/Users/lib_nbo/Downloads/5800202303060007.pdf. – Текст : электронный.

10. Самарская область. Правительство. Об утверждении региональной программы «Модернизация коммунальной инфраструктуры на территории Самарской области на 2023–2027 годы» : постановление Правительства Самарской области от 13.02.2023 № 102. – URL: file:///C:/Users/lib_nbo/Downloads/6300202302170012.pdf. – Текст : электронный.

11. Саратовская область. Правительство. Об утверждении региональной программы «Модернизация коммунальной инфраструктуры на территории Саратовской области на 2023–2027 годы» : постановление Правительства Саратовской области от 03.05.2023 № 388-П. – URL: file:///C:/Users/lib_nbo/Downloads/6400202305310001.pdf. – Текст : электронный.

12. Ульяновская область. Правительство. Об утверждении региональной программы «Модернизация коммунальной инфраструктуры на территории Ульяновской области на 2023–2027 годы» : постановление Правительства Ульяновской области от 06.07.2023 № 339-П. – URL: file:///C:/Users/lib_nbo/Downloads/7300202307070001.pdf. – Текст : электронный.

13. Пермский край. Правительство. Об утверждении региональной программы «Модернизация коммунальной инфраструктуры на территории Пермского края на 2023 – 2027 годы» : постановление Правительства Пермского края от 20.04.2023 № 300-п. – URL: file:///C:/Users/lib_nbo/Downloads/5900202504210022.pdf. – Текст : электронный.

14. Республика Башкортостан. Правительство. Об утверждении региональной программы «Модернизация коммунальной инфраструктуры на территории Республики



Башкортостан на 2025–2030 годы» : постановление Правительства Республики Башкортостан от 24.01.2024 № 10. – URL: <https://house.bashkortostan.ru/documents/active/572281/>.

15. Республика Марий-Эл. Правительство. Об утверждении региональной программы «Модернизация коммунальной инфраструктуры на территории Республики Марий-Эл на 2023–2027 годы» : постановление Правительства Республики Марий-Эл от 17.03.2023 № 48. – URL: file:///C:/Users/lib_nbo/Downloads/1200202302200010.pdf. – Текст : электронный.

16. Республика Мордовия. Правительство. Об утверждении региональной программы «Модернизация коммунальной инфраструктуры на территории Республики Мордовия на 2023–2027 годы» : постановление Правительства Республики Мордовия от 03.04.2023 № 171. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/1300202304040001?ysclid=mg236k12k3895557843>. – Текст : электронный.

17. Республика Татарстан. Правительство. Об утверждении региональной программы «Модернизация коммунальной инфраструктуры на территории Республики Татарстан на 2023–2027 годы» : постановление Правительства Республики Татарстан от 24.05.2023 № 633. – URL: https://pravo.tatarstan.ru/npa_kabmin/post/?npa_id=1209696.

18. Республика Удмуртия. Правительство. Об утверждении региональной программы «Модернизация коммунальной инфраструктуры на территории Республики Удмуртия на 2023–2027 годы» : постановление Правительства Республики Удмуртия от 28.04.2023 № 270. – URL: file:///C:/Users/lib_nbo/Downloads/1800202305040003.pdf. – Текст : электронный.

19. Республика Чувашия. Правительство. Об утверждении региональной программы «Модернизация систем коммунальной инфраструктуры с привлечением средств публично-правовой компании «Фонд развития территорий» : постановление Правительства Республики Чувашия от 24.05.2023 № 355. – URL: <https://право21.рф/doc/2023/05/24/ruling-355?ysclid=mg23hqa45k326250971>.

20. Аналитические материалы. Состояние теплоснабжения в РФ // Новости энергоснабжения. – 2020. – № 211. – С. 17–21.

21. Игнатов, И. Б. Опыт проведения энергосберегающих мероприятий / И. Б. Игнатов // Энергосбережение. – 2004. – № 1. – С. 13–14.

22. Слепченко, В. С. Влияние различных эксплуатационных факторов на тепловые потери в бесканальных подземных трубопроводах тепловых сетей / В. С. Слепченко, А. Н. Рондель, Н. Н. Шаповалов // Новости теплоснабжения. – 2002. – № 6 (22). – С. 18–23.

KOCHEVA Marina Alekseevna, candidate of technical sciences, professor of the chair of heat and gas supply; GOTULEVA Yulia Vasilyevna, senior teacher of the chair of heat and gas supply

THE IMPACT OF OPERATIONAL FACTORS ON HEAT LOSSES AND THE CONDITION OF HEATING NETWORKS

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering.

65, Ijinskaya St., Nizhny Novgorod, 603952, Russia.

Tel.: (831) 433-45-35; e-mail: lisena2002-2015@mail.ru

Key words: deterioration of networks, modernization of municipal infrastructure, reconstruction of heating networks, thermal insulation, heat losses.



The article analyzes the length of heating networks and the degree of their deterioration in the Volga Federal District and in Russia as a whole. The regional programs for the modernization of municipal infrastructure systems operating in the Volga Federal District are analyzed and conclusions about the efficiency of heat supply systems are presented.

REFERENCES

1. Nekrasov A. S., Voronina S. A. Sostoyanie i perspektivy razvitiya teplosnabzheniya v Rossii [State and prospects for the development of heat supply in Russia]. *Energoberezhenie*, 2004, № 3, P. 22–31.
2. Pavlova D. V. Analiz i problemy issledovaniy trub tsentralizovannogo teplosnabzheniya s predvaritelnoy izolyatsiyey iz PPU i PPM [Analysis and problems of research of district heating pipes with pre-insulation made of polyurethane foam and polymer concrete]. *Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovatsii*, 2016, № 5. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2016/05/67651> (accessed: 15.11.2025).
3. Otchet o sostoyanii teploenergetiki i tsentralizovannogo teplosnabzheniya v Rossiyskoy Federatsii v 2021 godu [Report on the state of thermal power engineering and district heating in the Russian Federation in 2021]. URL: <https://minenergo.gov.ru/press-center/presentations/doklad-o-sostoyanii-teploenergetiki-i-tsentralizovannogo-teplosnabzheniya-v-rossiyskoy-federatsii-2021> (accessed: 16.11.2025).
4. Otchet o sostoyanii teploenergetiki i tsentralizovannogo teplosnabzheniya v Rossiyskoy Federatsii v 2022 godu [Report on the state of thermal power engineering and district heating in the Russian Federation in 2022]. URL: <https://minenergo.gov.ru/press-center/presentations/doklad-o-sostoyanii-teploenergetiki-i-tsentralizovannogo-teplosnabzheniya-v-rf-2022> (accessed: 16.11.2025).
5. Otchet o sostoyanii teploenergetiki i tsentralizovannogo teplosnabzheniya v Rossiyskoy Federatsii v 2023 godu [Report on the state of thermal power engineering and district heating in the Russian Federation in 2023]. URL: <https://minenergo.gov.ru/press-center/presentations/doklad-o-sostoyanii-teploenergetiki-i-tsentralizovannogo-teplosnabzheniya-v-rossiyskoy-federatsii-2023> (accessed: 16.11.2025).
6. Nizhegorodskaya oblast. Pravitelstvo. Ob utverzhdenii regionalnoy programmy Nizhegorodskoy oblasti "Modernizatsiya sistem kommunalnoy infrastruktury (2023–2027 gody)" [Nizhny Novgorod Region. Government. On the approval of the regional program of the Nizhny Novgorod Region "Modernization of municipal infrastructure systems (2023–2027)"]: Decree of the Government of the Nizhny Novgorod Region dated 28.04.2023 № 366. URL: file:///C:/Users/lib_nbo/Downloads/5200202305050004.pdf.
7. Kirovskaya oblast. Pravitelstvo. Ob utverzhdenii regionalnoy programmy Kirovskoy oblasti "Modernizatsiya sistem kommunalnoy infrastruktury (2023–2027 gody)" [Kirov Region. Government. On the approval of the regional program of the Kirov Region "Modernization of municipal infrastructure systems (2023–2027)"]: Decree of the Government of the Kirov Region dated 07.02.2023 № 42-P. URL: file:///C:/Users/lib_nbo/Downloads/4300202302080001.pdf.
8. Orenburgskaya oblast. Pravitelstvo. Ob utverzhdenii regionalnoy programmy "Modernizatsiya kommunalnoy infrastruktury na territorii Orenburgskoy oblasti na 2025–2030 gody" [Orenburg Region. Government. On the approval of the regional program "Modernization of municipal infrastructure in the Orenburg Region for 2025–2030"]: Decree of the Government of the Orenburg Region dated 25.12.2024 № 1219-pp. URL: file:///C:/Users/lib_nbo/Downloads/5600202412280048.pdf.
9. Penzenskaya oblast. Pravitelstvo. Ob utverzhdenii regionalnoy programmy "Modernizatsiya kommunalnoy infrastruktury na territorii Penzenskoy oblasti na 2023–2027 gody" [Penza Region. Government. On the approval of the regional program "Modernization of municipal infrastructure in the Penza Region for 2023–2027"]: Decree of the Government of the



Penza Region dated 02.03.2023 № 128-pP. URL:
file:///C:/Users/lib_nbo/Downloads/5800202303060007.pdf.

10. Samarskaya oblast. Pravitelstvo. Ob utverzhdenii regionalnoy programmy "Modernizatsiya kommunalnoy infrastruktury na territorii Samarskoy oblasti na 2023–2027 gody" [Samara Region. Government. On the approval of the regional program "Modernization of municipal infrastructure in the Samara Region for 2023–2027"]; Decree of the Government of the Samara Region dated 13.02.2023 № 102. URL:
file:///C:/Users/lib_nbo/Downloads/6300202302170012.pdf.

11. Saratovskaya oblast. Pravitelstvo. Ob utverzhdenii regionalnoy programmy "Modernizatsiya kommunalnoy infrastruktury na territorii Saratovskoy oblasti na 2023–2027 gody" [Saratov Region. Government. On the approval of the regional program "Modernization of municipal infrastructure in the Saratov Region for 2023–2027"]; Decree of the Government of the Saratov Region dated 03.05.2023 № 388-P. URL:
file:///C:/Users/lib_nbo/Downloads/6400202305310001.pdf.

12. Ulyanovskaya oblast. Pravitelstvo. Ob utverzhdenii regionalnoy programmy "Modernizatsiya kommunalnoy infrastruktury na territorii Ulyanovskoy oblasti na 2023–2027 gody" [Ulyanovsk Region. Government. On the approval of the regional program "Modernization of municipal infrastructure in the Ulyanovsk Region for 2023–2027"]; Decree of the Government of the Ulyanovsk Region dated 06.07.2023 № 339-P. URL:
file:///C:/Users/lib_nbo/Downloads/7300202307070001.pdf.

13. Permskiy kray. Pravitelstvo. Ob utverzhdenii regionalnoy programmy "Modernizatsiya kommunalnoy infrastruktury na territorii Permskogo kraya na 2023–2027 gody" [Perm Krai. Government. On the approval of the regional program "Modernization of municipal infrastructure in the Perm Krai for 2023–2027"]; Decree of the Government of the Perm Krai dated 20.04.2023 № 300-p. URL:
file:///C:/Users/lib_nbo/Downloads/5900202504210022.pdf.

14. Respublika Bashkortostan. Pravitelstvo. Ob utverzhdenii regionalnoy programmy "Modernizatsiya kommunalnoy infrastruktury na territorii Respubliki Bashkortostan na 2025–2030 gody" [Republic of Bashkortostan. Government. On the approval of the regional program "Modernization of municipal infrastructure in the Republic of Bashkortostan for 2025–2030"]; Decree of the Government of the Republic of Bashkortostan dated 24.01.2024 № 10. URL:
<https://house.bashkortostan.ru/documents/active/572281/>.

15. Respublika Mariy-El. Pravitelstvo. Ob utverzhdenii regionalnoy programmy "Modernizatsiya kommunalnoy infrastruktury na territorii Respubliki Mariy-El na 2023–2027 gody" [Republic of Mari El. Government. On the approval of the regional program "Modernization of municipal infrastructure in the Republic of Mari El for 2023–2027"]; Decree of the Government of the Republic of Mari El dated 17.03.2023 № 48. URL:
file:///C:/Users/lib_nbo/Downloads/1200202302200010.pdf.

16. Respublika Mordoviya. Pravitelstvo. Ob utverzhdenii regionalnoy programmy "Modernizatsiya kommunalnoy infrastruktury na territorii Respubliki Mordoviya na 2023–2027 gody" [Republic of Mordovia. Government. On the approval of the regional program "Modernization of municipal infrastructure in the Republic of Mordovia for 2023–2027"]; Decree of the Government of the Republic of Mordovia dated 03.04.2023 № 171. URL:
<http://publication.pravo.gov.ru/document/1300202304040001?ysclid=mg236k12k3895557843>.

17. Respublika Tatarstan. Pravitelstvo. Ob utverzhdenii regionalnoy programmy "Modernizatsiya kommunalnoy infrastruktury na territorii Respubliki Tatarstan na 2023–2027 gody" [Republic of Tatarstan. Government. On the approval of the regional program "Modernization of municipal infrastructure in the Republic of Tatarstan for 2023–2027"]; Decree of the Government of the Republic of Tatarstan dated 24.05.2023 № 633. URL:
https://pravo.tatarstan.ru/npa_kabmin/post/?npa_id=1209696.

18. Respublika Udmurtiya. Pravitelstvo. Ob utverzhdenii regionalnoy programmy "Modernizatsiya kommunalnoy infrastruktury na territorii Respubliki Udmurtiya na 2023–2027



gody" [Udmurt Republic. Government. On the approval of the regional program "Modernization of municipal infrastructure in the Udmurt Republic for 2023–2027"]; Decree of the Government of the Udmurt Republic dated 28.04.2023 № 270. URL: file:///C:/Users/lib_nbo/Downloads/1800202305040003.pdf.

19. Respublika Chuvashiya. Pravitelstvo. Ob utverzhdenii regionalnoy programmy "Modernizatsiya sistem kommunalnoy infrastruktury s privlecheniem sredstv publichno-pravovoy kompanii 'Fond razvitiya territoriy'" [Chuvash Republic. Government. On the approval of the regional program "Modernization of municipal infrastructure systems with the involvement of funds from the public law company 'Territorial Development Fund'"]; Decree of the Government of the Chuvash Republic dated 24.05.2023 № 355. URL: <https://право21.рф/doc/2023/05/24/ruling-355?ysclid=mg23hqa45k326250971>.

20. Analiticheskie materialy. Sostoyanie teplosnabzheniya v RF [Analytical materials. State of heat supply in the Russian Federation]. *Novosti energosnabzheniya*, 2020, № 211, P. 17–21.

21. Ignatov I. B. Opyt provedeniya energosberegayushchikh meropriyatiy [Experience in implementing energy-saving measures]. *Energosberezhenie*, 2004, № 1, P. 13–14.

22. Slepchenok V. S., Rondel A. N., Shapovalov N. N. Vliyanie razlichnykh ekspluatatsionnykh faktorov na teplovye poteri v beskanalnykh podzemnykh truboprovodakh teplovykh setey [Influence of various operational factors on heat losses in non-duct underground pipelines of heating networks]. *Novosti teplosnabzheniya*, 2002, № 6 (22), P. 18–23.

© **М. А. Кочева, Ю. В. Готулева, 2026**

Получено: 15.12.2025 г.