

2.4.5 Энергетические системы и комплексы (технические науки)

**ПОТЕНЦИАЛ ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ, МЕХАНИЗМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)**Д.Д. ПИНИГИН, научный сотрудник  
pinigind@mail.ru

D.D. PINIGIN, Researcher

С.С. ВАСИЛЬЕВ, ведущий инженер

S.S. VASILIEV, Leading Engineer

В.Е. ЗАХАРОВ, научный сотрудник

V.E. ZAKHAROV, Researcher

Н.А. НИКОЛАЕВА, канд. геогр. наук, с. н. с.

N.A. NIKOLAEVA, Cand. Sci. (Geogr.), Senior Researcher

Н.В. ПАВЛОВ, и. о. зав. отделом проблем энергетики

N.V. PAVLOV, Acting Head. Department of Energy Problems

Д.В. ПРОХОРОВ, канд. техн. наук, с. н. с.

D.V. PROKHOROV, Cand. Sci. (Tech.), Senior Researcher

*Институт физико-технических проблем Севера имени В. П. Ларионова СО РАН, Российская Федерация, Якутск  
V. P. Larionov Institute of Physical and Technical Problems of the North SB RAS, Russian Federation, Yakutsk*

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы повышения энергетической эффективности, ресурсосбережения с учетом экологических факторов в Республике Саха (Якутия), а также природно-климатических условий. Подчеркивается необходимость перехода от разрозненных мероприятий к комплексному подходу. На основе анализа топливно-энергетического баланса (ТЭБ) выявлено, что технически достижимый потенциал энергосбережения в сфере генерации составляет около 1 млн т у.т. – 8,4% от потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Основным системным барьером является модель субсидирования через компенсацию выпадающих доходов организаций коммунального комплекса (69-76% субсидий), не создающая стимулов для потребителей. По этой причине, например, оснащенность индивидуальными приборами учета (ИПУ) тепла составляет лишь 2,8%. Предложены возможные механизмы, технологии, способы для повышения энергоэффективности, в том числе в контексте деятельности Института физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН (ИФТПС СО РАН). В рамках этих мероприятий предложен переход к адресной поддержке потребителей путем предоставления беспроцентных займов на энергосберегающие мероприятия.

**Ключевые слова:** устойчивое развитие, энергосбережение, ресурсосбережение, энергетическая безопасность, энергетическая стратегия, топливно-энергетический баланс, интегрированные энергетические системы, экология энергетики

**Список источников**

1. Программа развития энергетики Азиатского Северо-Востока (1 этап). Отчет о НИР ИФТПС ЯНЦ СО РАН – Якутск, 1993.
2. Целевая комплексная программа по экономии и повышению эффективности использования топливно-энергетических ресурсов в народном хозяйстве Якутской АССР на 1986-1990 гг и на период до 2000 г – ИФТПС ЯНЦ СО РАН, Якутск, 1988.
3. Концепция энергетической политики Республики Саха (Якутия): докл. на науч.-техн. совещ. “Энергетическая политика РФ и РС (Я) в новых экономических условиях” – Якутск, 1992 – 30 с.
4. Мелентьев Л.А. Методология системных исследований в энергетике – 1983 – 455 с.
5. Перспективы развития мировой энергетики с учетом влияния технологического прогресса / под ред. В.А. Кулагина - М.: ИНЭИ РАН, 2020 - 320 с.
6. Иванова А.Е., Павлов Н.В., Петрова Т.Н. Эффективность использования топливно-энергетических ресурсов в Республике Саха (Якутия) // Региональная экономика: теория и практика. - 2017 – Т. 15, № 11 (446). – С. 2123-2137.
7. Zakharov V., Prokhorov D., Pavlov N. Russian arctic region energy balance (Republic of Sakha (Yakutia)) // E3S Web of Conferences. – 2019. – С. 02005. DOI: 10.1051/e3sconf/201911402005.
8. V. Zakharov. Features of the transport system of the Republic of Sakha (Yakutia) and the substantiation of the need for searching of ways to increase the reliability of coal supply // E3S Web of Conferences. – 2019 – V. 77, 04001. “Regional Energy Policy of Asian Russia 2018”. DOI: 10.1051/e3sconf/20197704001.

9. План мероприятий, направленный на сдерживание роста субсидий организациям коммунального комплекса на межтарифную разницу до 2030 года, с видением до 2035 года, утвержденный протоколом Главы Республики от 13.04.2025.

10. Павлов Н.В., Захаров В.Е., Прохоров Д.В., Иванова А.Е., Петрова Т.Н., Васильев С.С., Иванова И.Ю., Майсюк Е.П. Оценка экологической и энергетической безопасности вариантов развития теплоснабжения населенного пункта в Арктике // Арктика: экономика и экология. – 2023. – Т.13, №3. – с.417-427 DOI: 10.25283/2223-4594-2023-3-417-427

11. Prokhorov D.V., Zakharov V.E., Vasilev S.S. Using of evacuated solar tube collectors for heating in Central Yakutia conditions // Energy Systems Research. – 2023 – N 4(24), V.6. – P. 67-71. DOI: 10.25729/esr.2023.04.0007.

12. Стенников В.А., Барахтенко Е.А., Павлов Н.В., Васильев С.С. Методы развития интегрированных систем тепло- и холодоснабжения в условиях Крайнего Севера // Известия РАН. Энергетика. – 2025 – №4. – С. 3-15. DOI: 10.31857/S0002331025040018.

13. Lepov V.V., Petrov N.A., Prokhorov D.V., Pavlov N.V., Zakharov V.E. Concept of integrity, reliability and safety of energy and transport systems for cold climate regions // E3S Web of Conferences. Ser. “ENERGY-21 – Sustainable Development and Smart Management”. – 2020. – С. 05009. DOI: 10.1051/e3sconf/202020905009.

14. Lepov V.V., Petrov N.A., Pavlov N.V. System analysis of the modern materials and technologies in power engineering and industry for the Russian North and Arctic // AIP conference proceedings. Rudenko international conference “Methodological problems in reliability study of large energy systems” (RSES 2021). – 2023 – V. 2552. DOI: 10.1063/5.0112831.

15. Лепов В.В., Ачикасова В.С., Махарова С.Н., Захаров В.Е., Павлов Н.В. Анализ разрушения материала трубы

поддува котельной, эксплуатируемой в экстремальных условиях Арктики // Природные ресурсы Арктики и Субарктики – 2020. – №3. – с.143-151 DOI: 10.31242/2618-9712-2020-25-3-14

16. Бежан, А. В. Оценка экономической эффективности использования ветроэнергетических установок совместно с котельными для теплоснабжения в удаленных и изолированных районах крайней западной части Арктической зоны России / А. В. Бежан // Теплоэнергетика. – 2025. – № 1. – С. 78-92. – DOI 10.56304/S0040363624700589.

17. Izhbuldin A.K., Dobrovolskaya T.V. An Analysis of the Structure of Electricity and Heat Supply Subsidies in the Arctic Zone of the Republic of Sakha (Yakutia) // 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and

Modern Technologies, FarEastCon 2019. ID: 8934166. ISBN (print): 9781728100616. DOI:

10.1109/FarEastCon.2019.8934166

18. Захаров В.Е., Петрова Т.Н. Исследование вариантов энергоснабжения труднодоступных потребителей на примере с. Намы Булунского улуса Республики Саха (Якутия) Целостность и ресурс в экстремальных условиях [Электронный ресурс]: сборник материалов и докладов Всероссийской конференции, приуроченной к 75-летию ЯНЦ СО РАН (19-23 сентября 2024 г., г. Якутск) – Электрон. текст. дан. (19,5 Мб). – Киров: Изд-во МЦИТО, 2024. DOI: 10.24412/cl-37269-2024-1-192-195.

## POTENTIAL FOR ENERGY AND RESOURCE SAVING, MECHANISMS FOR INCREASING ENERGY EFFICIENCY IN THE REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA)

**Abstract.** This article examines the issues of improving energy efficiency and resource conservation, taking into account environmental factors in the Republic of Sakha (Yakutia), as well as climatic conditions. The need to move from fragmented measures to an integrated approach is emphasized. An analysis of the regional fuel and energy balance (FEB) reveals that the technically achievable energy saving potential in the power generation sector is approximately 1 million tons of coal equivalent – 8.4% of total energy resource consumption. The primary systemic barrier is the existing subsidy model, which compensates for lost revenues of public utility companies (accounting for 69–76% of all subsidies) and fails to create incentives for consumers. As a result, for instance, the adoption rate of individual heat meters is only 2.8%. The article proposes possible mechanisms, technologies, and methods for improving energy efficiency in the context of research conducted by the V.P. Larionov Institute of Physical and Technical Problems of the North, SB RAS. As part of these measures, a transition is proposed towards targeted consumer support through the provision of interest-free loans for energy-saving initiatives.

**Keywords:** sustainable development, energy saving, resource saving, energy security, energy strategy, fuel and energy balance, integrated energy systems, energy ecology

### References

1. Programma razvitiya energetiki Aziatskogo Severo-Vostoka (1 etap). Otchet o NIR IFTPS YaNTs SO RAN - Yakutsk, 1993
2. Tselevaya kompleksnaya programma po ekonomii i povysheniyu effektivnosti ispol'zovaniya toplivno-energeticheskikh resursov v narodnom khozyaistve Yakutskoi ASSR na 1986-1990 gg i na period do 2000 g - IFTPS YaNTs SO RAN, Yakutsk, 1988.
3. Kontsepsiya energeticheskoi politiki Respubliki Sakha (Yakutiya): dokl. na nauch.-tekhn. soveshch. "Energeticheskaya politika RF i RS (Ya) v novykh ekonomicheskikh usloviyakh" - Yakutsk, 1992 - 30 s.
4. Melent'ev L.A. Metodologiya sistemnykh issledovaniy v energetike - 1983 - 455 s.
5. Perspektivy razvitiya mirovoi energetiki s uchetom vliyaniya tekhnologicheskogo progressa / pod red. V.A. Kulagina - M.: INEI RAN, 2020 - 320 s.
6. Ivanova A.E., Pavlov N.V., Petrova T.N. Effektivnost' ispol'zovaniya toplivno-energeticheskikh resursov v Respublike Sakha (Yakutiya) // Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika. - 2017 - T. 15, № 11 (446). - S. 2123-2137.
7. Zakharov V., Prokhorov D., Pavlov N. Russian arctic region energy balance (Republic of Sakha (Yakutia)) // E3S Web of Conferences. - 2019. - C. 02005. DOI: 10.1051/e3sconf/2019111402005.
8. V. Zakharov. Features of the transport system of the Republic of Sakha (Yakutia) and the substantiation of the need for searching of ways to increase the reliability of coal supply // E3S Web of Conferences. - 2019 - V. 77, 04001. "Regional Energy Policy of Asian Russia 2018". DOI: 10.1051/e3sconf/20197704001.
9. Plan meropriyatii, napravlennoi na sderzhivanie rosta subsidii organizatsiyam kommunal'nogo kompleksa na mezhtarifnuyu raznitsu do 2030 goda, s videniem do 2035 goda, utverzhdenyi protokolom Glavy Respubliki ot 13.04.2025.
10. Pavlov N.V., Zakharov V.E., Prokhorov D.V., Ivanova A.E., Petrova T.N., Vasil'ev S.S., Ivanova I.Yu., Maisyuk E.P. Otsenka ekologicheskoi i energeticheskoi bezopasnosti variantov razvitiya teplosnabzheniya naselennogo punkta v Arktike // Arktika: ekonomika i ekologiya. - 2023. - T.13, №3. - s.417-427 DOI: 10.25283/2223-4594-2023-3-417-427
11. Prokhorov D.V., Zakharov V.E., Vasilev S.S. Using of evacuated solar tube collectors for heating in Central Yakutia conditions // Energy Systems Research. - 2023 - N 4(24), V.6. - P. 67-71. DOI: 10.25729/esr.2023.04.0007.
12. Stennikov V.A., Barakhtenko E.A., Pavlov N.V., Vasil'ev S.S. Metody razvitiya integrirovannykh sistem teplo- i kholodosnabzheniya v usloviyakh Krainego Severa // Izvestiya RAN. Energetika. - 2025 - №4. - S. 3-15. DOI: 10.31857/S0002331025040018
13. Lepov V.V., Petrov N.A., Prokhorov D.V., Pavlov N.V., Zakharov V.E. Concept of integrity, reliability and safety of energy and transport systems for cold climate regions // E3S Web of Conferences. Ser. "ENERGY-21 - Sustainable Development and Smart Management". - 2020. - C. 05009. DOI: 10.1051/e3sconf/202020905009.
14. Lepov V.V., Petrov N.A., Pavlov N.V. System analysis of the modern materials and technologies in power engineering and industry for the Russian North and Arctic // AIP conference proceedings. Rudenko international conference "Methodological problems in reliability study of large energy systems" (RSES 2021). - 2023 - V. 2552. DOI: 10.1063/5.0112831.
15. Lepov V.V., Achikasova V.S., Makharova S.N., Zakharov V.E., Pavlov N.V. Analiz razrusheniya materiala truby podduva kotel'noi, ekspluatiruemoi v ekstremal'nykh usloviyakh Arktiki // Prirodnye resursy Arktiki i Subarktiki - 2020. - №3. - s.143-151 DOI: 10.31242/2618-9712-2020-25-3-14
16. Bezhan, A. V. Otsenka ekonomicheskoi effektivnosti ispol'zovaniya vetroenergeticheskikh ustanovok sovmestno s kotel'nymi dlya teplosnabzheniya v udalennykh i izolirovannykh raionakh krainei zapadnoi chasti Arkticheskoi zony Rossii / A. V. Bezhan // Teploenergetika. - 2025. - № 1. - S. 78-92. - DOI 10.56304/S0040363624700589.
17. Izhbuldin A.K., Dobrovolskaya T.V. An Analysis of the Structure of Electricity and Heat Supply Subsidies in the Arctic Zone of the Republic of Sakha (Yakutia) // 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2019. ID: 8934166. ISBN (print): 9781728100616. DOI: 10.1109/FarEastCon.2019.8934166
18. Zakharov V.E., Petrova T.N. Issledovanie variantov energosnabzheniya trudnodostupnykh potrebitelei na primere s. Namy Bulunskogo ulusa Respubliki Sakha (Yakutiya) Tselostnost' i resurs v ekstremal'nykh usloviyakh [Elektronnyi resurs]: sbornik materialov i dokladov Vserossiiskoi konferentsii, priurochennoi k 75-letiyu YaNTs SO RAN (19–23 sentyabrya 2024 g., g. Yakutsk) - Elektron. tekst. dan. (19,5 Mb). - Kirov: Izd-vo MTsITO, 2024. DOI: 10.24412/cl-37269-2024-1-192-195.

© Пинигин Д.Д., Васильев С.С., Захаров В.Е., Николаева Н.А., Павлов Н.В., Прохоров Д.В., 2025