

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 4 (2025)

ПАВЛОДАР

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/GMYR4462>

Бас редакторы – главный редактор

Талипов О. М.

доктор PhD, ассоц. профессор (доцент)

Заместитель главного редактора

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Сағындық Ә.Б., *доктор PhD*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никифоров А. С.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов А. Н.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никитин К. И.,	<i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i>
Алиферов А. И.,	<i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i>
Кошеков К. Т.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Приходько Е. В.,	<i>к.т.н., профессор</i>
Кислов А. П.,	<i>к.т.н., доцент</i>
Нефтисов А. В.,	<i>доктор PhD</i>
Шокубаева З. Ж.	<i>технический редактор</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

<https://doi.org/10.48081/KCKK2356>***М. Ш. Иманеев¹, А. А. Сафарбаков², С. И. Олейник³**¹ТОО «Павлодарские тепловые сети»,

Республика Казахстан, г. Павлодар;

²ТОО «Павлодартехэнерго» Республика Казахстан, г. Павлодар;³ТОО «ЭНЭКО» г. Павлодар.¹ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1044-5212>²ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-4104-3225>³ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-8007-7166>*e-mail: pvl_pte@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОГО ИЗНОСА ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

В данной статье изложены результаты практической корректировки гидравлического режима тепловых сетей для повышения надежности и безопасности их функционирования в условиях высокой степени износа трубопроводов. В статье приводится причинно-следственная связь принимаемых технических и организационных решений. Дано общее описание предлагаемых технических решений. Основная идея статьи – это необходимость и возможность осуществления последовательных шагов перехода от качественного способа регулирования количества тепла, поставляемого потребителям городской агломерации, к комбинированному – качественно-количественному способу регулирования. Рассматривается возможность реализации данного способа регулирования с минимальными изменениями проектных схем. При этом безопасность эксплуатации тепловых сетей и надежность (безотказность) их работы в течение всего отопительного периода рассматриваются в неразрывной связи с экономической и энергетической эффективностью.

Статья имеет целью ознакомление с положительным опытом и предназначена для инженерно-технического и руководящего состава тепловых сетей, проектных, конструкторских и наладочных организаций. Материал статьи может быть использован для изучения

студентами старших курсов бакалавриата и магистрантами по специальностям «Теплоэнергетика» (6B07105, 6B07111 и 7M07106) и «Теплоэнергетика и устойчивое развитие» (6B07177).

Ключевые слова: эксплуатация тепловых сетей, количественное регулирование, качественное регулирование, теплоснабжение, тепловыброс.

Введение

Основной проблемой эксплуатации тепловых сетей в настоящее время является их высокая изношенность. Такая ситуация стала следствием жесткой тарифной политики, когда средств, предусмотренных тарифом, хватало на ремонт не более 1 % от общей протяженности сетей в год, при минимально необходимых для поддержания работоспособности 4 % в год. Такая ситуация типична не только для Павлодарского региона, но и для других регионов Республики Казахстан и Российской Федерации [1–4].

В результате износ тепловых сетей в г. Павлодаре превысил 90 %, следствием чего стала высокая аварийность. Тепловые сети города Павлодара проектировались, монтировались и вводились в эксплуатацию преимущественно в 60-е и 70-е годы прошлого столетия и рассчитывались на способ регулирования путем изменения на источниках (ТЭЦ) температуры теплоносителя при относительном постоянстве расходов (качественное регулирование). При расчетном температурном графике для г. Павлодара 130/70 °С (проектном - 150/70 °С) по мере роста аварийности тепловых сетей были приняты решения о последовательном переходе на график 120/60 °С, а затем и 110/60 °С.

Тем не менее, рост аварийности продолжался, и были предприняты попытки определения критических факторов, влияющих на надежность работы тепловых сетей с целью последующей разработки мер по стабилизации и улучшению показателей качества работы тепловых сетей.

Материалы и методы

Анализ сложившейся ситуации и проработка вариантов решения

Исследования показали, что максимумы аварийности приходятся на резкие изменения температуры теплоносителя в соответствие температурного графика при изменении температуры наружного воздуха. Всплески аварийности наблюдаются как при повышении температуры теплоносителя, так и при ее понижении.

Пример зависимости аварийности от температуры теплоносителя за осенне-зимний период 2020–2021 г.г. приведен на рисунке 1.

На приводимых здесь диаграммах отражена повторяемость следующей ситуации: увеличение температуры прямой сетевой воды, сопровождается ростом аварийных отключений и, как следствие, ростом расхода подпиточной

(селитебной зоне). При изменении температурного графика до 95/60 °С для селитебной зоны и снижении теплоперепада до Δt 35 °С требуется увеличение расхода теплоносителя для передачи того же количества тепловой энергии до величины 24 000 т/ч. В этом случае на смесительных насосных станция на границах селитебной зоны к 17 000т/ч подмешивается из обратного трубопровода 7 000т/ч, чем и обеспечивается снижение температуры теплоносителя и переход на график 95/60 °С (рисунок 3).

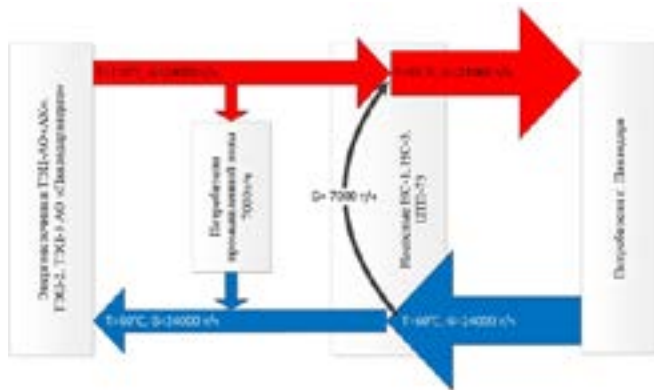


Рисунок 3 – Принципиальная схема работы контуров теплоисточников с дополнительной рециркуляцией на насосных станциях НС-1, НС-3 и ЦТП-73

Как уже говорилось, узлы рециркуляции установлены на границах зон жилой застройки, в существующих насосных станциях. В качестве насосных агрегатов для рециркуляции теплоносителя используется существующие насосные агрегаты станций №№ 1, 2 и ЦТП-73, с незначительной реконструкцией схем обвязки, обеспечивающей разделение напорных линий.

Внешний вид узлов насосных станций №№ 1, 2 и ЦТП-73, на которых выполнены соответствующие технические изменения и дополнения, показан на рисунках 4, 5, 6 и 7.

Ведение эксплуатационного режима по выполненным расчетам было начато в отопительный период 2023–2024 гг., что позволило обеспечить работу энергоисточников по температурному графику 110/60 °С с суммарным расходом теплоносителя до 23 500 т/ч без каких-либо ограничений и получить необходимый объем тепловой энергии от энергоисточников, который потенциально превысил достигнутый максимум прошлых отопительных сезонов примерно на 10 %.

Обеспечение смешивания прямой и обратной сетевой воды на насосных станциях позволило снизить температуру теплоносителя в тепловых сетях внутри селитебной зоны и регулировать величину теплотребления.



Рисунок 4 – Внедрение узла рециркуляции насосов №1 и №2 на насосной станции №1 ТМ-20-32 Южного сетевого района



Рисунок 5 – Внедрение узла рециркуляции в схеме насоса №3 на насосной станции №2 Северного сетевого района



Рисунок 6 – Внедрение узла рециркуляции с применением вертикального насоса ЦТП-73



Рисунок 7 – Внедрение узла рециркуляции на ЦТП-73.
Дополнительные связи и врезки

Все это обеспечило более стабильную работу тепловых сетей, снижение аварийности и улучшение гидравлического режима работы квартальных сетей.

Результаты и обсуждение

Результаты этой работы отражает статистика повреждений на тепловых сетях в отопительный сезон и статистика обращений населения в тепловые сети в связи с недогревом. Динамика изменения данных показателей приводится, соответственно, на рисунках 8 и 9.

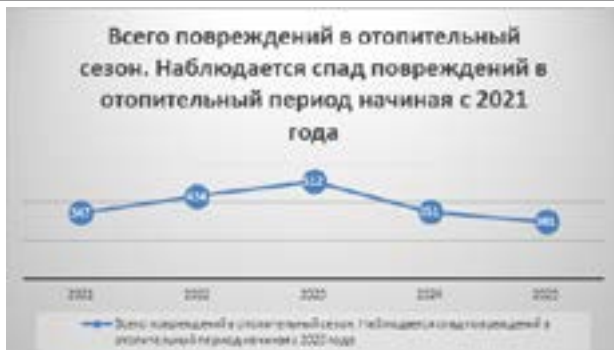


Рисунок 8 – Статистика повреждаемости тепловых сетей до и после внедрения качественно-количественного способа регулирования

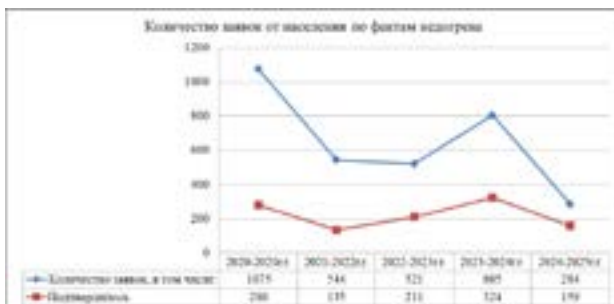


Рисунок 9 – Тенденция изменения количества заявок от населения по фактам недогрева

Кроме того, помимо повышения надежности теплоснабжения, данная схема ведения режима способствует улучшению экономических показателей, а именно: снижению потерь гидравлических на отрезке между источником и насосной станцией (в связи со снижением расходов) и тепловых в сетях города в связи со снижением температуры теплоносителя.

Информация о финансировании

Данная работа финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (Грант № BR24992907) в части разработки эксплуатационного режима для цифрового двойника тепловых сетей города Павлодара.

Выводы

Таким образом, обоснованный расчетным путем и внедренный в практику в отопительный период 2024–2025 г.г., комбинированный способ

количественно-качественного регулирования отпуска тепла в тепловые сети города за счет рециркуляции обратной сетевой воды в прямую позволил достичь следующих результатов.

Повысилась надежность теплоснабжения при сопоставимой степени износа сетей, что подтверждается ростом отпуска с теплоисточников и снижением числа аварийных отключений в отопительный период.

Улучшилось качество оказания услуги в отношении отопления жилого сектора селитебной зоны, что подтверждается значительным сокращением заявок (жалоб) со стороны населения по сравнению с предыдущими годами с 324 до 159.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Теплоснабжение в Казахстане: проблемы и пути решения [Электронный ресурс] / Информационное агентство Inform.kz. – Нур-Султан, 05.08.2022. – [Электронный ресурс]. – https://www.inform.kz/ru/teplosnabzhenie-v-kazahstane-problemy-i-puti-resheniya_a3963511.

2 **Терентьева, А. С.** Анализ основных проблем централизованного теплоснабжения в России на современном этапе // Научные труды ИНП РАН. – 2020. – Раздел «Энергетика и инфраструктура». – С. 253–273. – <https://doi.org/10.47711/2076-318-2020-253-273>.

3 **Пашенко, Е. И.** Анализ причин снижения ресурса тепловых сетей // Новости теплоснабжения. – 2002. – № 12 (28). – С. 33–35.

4 Причины износа тепловых сетей [Электронный ресурс] // Pavlodarenergo.kz. – Публикация №16, ноябрь 2021 г. – [Электронный ресурс]. – <https://pavlodarenergo.kz/ru/press-czentr/company-news/prichiny-iznosa-teplovyyh-setej.html>.

5 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. – Утв. приказом Министра энергетики Республики Казахстан № 247 от 30 марта 2015 г.

6 Типовая инструкция по технической эксплуатации тепловых сетей систем коммунального теплоснабжения. – Утв. приказом Госстроя России № 285 от 13.12.2000 г.

7 Энергоэффективность как залог надёжного теплоснабжения потребителей // Sevkazenergo.kz. – Публикация №18. – август 2020 г. – [Электронный ресурс]. – <https://www.sevkazenergo.kz/ru/press-center/novosti-kompanii/energoeffektivnost-kak-zalog-nadyozhnogo-teplosnabzheniya-potrebitelej.html>.

8 **Манюк, В. И., Каплинский, Я. И., Хиж, Э. Б., Манюк, А. И., Ильин, В. К.** Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей: справочник. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1988. – 432 с.

9 **Ротов, П. В.** Способы регулирования тепловой нагрузки систем теплоснабжения. Перспективы развития // Новости теплоснабжения. – 2007. – № 2 (78).

10 **Андрющенко, А. И., Николаев, Ю. Е.** Возможности повышения экономичности, надежности и экологичности систем теплофикации городов // Энергосбережение в городском хозяйстве, энергетике, промышленности: материалы Третьей Российской научно-технической конференции. – Ульяновск: УлГТУ, 2001. – С. 194–197.

11 **Андрющенко, А. И.** Возможности повышения эффективности систем централизованного теплоснабжения городов // Промышленная энергетика. – 2002. – № 6. – С. 15–18.

12 РД 34.20.519-97. Методические указания по испытанию водяных тепловых сетей на гидравлические потери.

13 РД 34 РК.20.519-05. Методические указания по испытаниям водяных тепловых сетей на гидравлические потери.

14 РД 153-34.1-20.526-00. Методические указания по испытанию водяных тепловых сетей на гидравлические потери без нарушения режимов эксплуатации.

REFERENCES

1 Teplosnabzhenie v Kazakhstane: problemy i puti resheniia [Heat supply in Kazakhstan: problems and solutions] / Informational agency Inform.kz. – Nur-Sultan. – 05.08.2022. – [Electronic resource]. – https://www.inform.kz/ru/teplosnabzhenie-v-kazahstane-problemy-i-puti-resheniya_a3963511.

2 **Terent'eva, A. S.** Analiz osnovnykh problem tsentralizovannogo teplosnabzheniia v Rossii na sovremennom etape [Analysis of the main problems of centralized heat supply in Russia at the present stage] // Nauchnye trudy INP RAN [Scientific Papers of the Energy Research Institute of the Russian Academy of Sciences], 2020. – Section «Energetics and Infrastructure». – P. 253–273. – <https://doi.org/10.47711/2076-318-2020-253-273>.

3 **Pashchenko, E. I.** Analiz prichin snizheniia resursa teplovykh setei [Analysis of the causes of thermal networks' service life reduction] // Novosti teplosnabzheniia [News of Heat Supply]. – 2002. – No. 12 (28). – P. 33–35.

4 Prichiny iznosa teplovykh setei [Causes of wear of heat networks] [Electronic resource] // Pavlodarenergo.kz. – Publication No. 16, November 2021.

– [Electronic resource]. – <https://pavlodarenergo.kz/ru/press-czentr/company-news/prichiny-iznosa-teplovyyh-setej.html>.

5 Pravila tekhnicheskoi ekspluatatsii elektricheskikh stantsii i setei [Rules for the technical operation of power plants and networks]. Approved by the Order of the Minister of Energy of the Republic of Kazakhstan No. 247 dated March 30, 2015.

6 Tipovaya instruksiiia po tekhnicheskoi ekspluatatsii teplovyyh setei sistem kommunal'nogo teplosnabzheniia [Standard instruction for the technical operation of heating networks of district heating systems]. Approved by the Order of the State Construction Committee of Russia No. 285 dated 13.12.2000.

7 Energoeffektivnost' kak zalog nadiozhnogo teplosnabzheniia potrebiteliei [Energy efficiency as a key to reliable heat supply for consumers] // Sevkazenergo.kz. – Publication No. 18. – August 2020. – [Electronic resource]. – <https://www.sevkazenergo.kz/ru/press-center/novosti-kompanii/energoeffektivnost-kak-zalog-nadyozhnogo-teplosnabzheniya-potrebiteliej.html>.

8 **Maniuk, V. I., Kaplinskii, Ya. I., Khizh, E. B., Maniuk, A. I., Il'in, V. K.** Naladka i ekspluatatsiia vodnykh teplovyyh setei: spravochnik [Adjustment and operation of water heating networks: handbook]. – 3rd ed., revised and supplemented. – M. : Stroizdat, 1988. – 432 p.

9 **Rotov, P. V.** Sposoby regulirovaniia teplovoi nagruzki sistem teplosnabzheniia. Perspektivy razvitiia [Methods of regulating the heat load of district heating systems. Prospects for development] // Novosti teplosnabzheniia [News of Heat Supply]. – 2007. – No. 2 (78).

10 **Andriushchenko, A. I., Nikolaev, Yu. E.** Vozmozhnosti povysheniia ekonomichnosti, nadezhnosti i ekologichnosti sistem teplofikatsii gorodov

[Possibilities of increasing the efficiency, reliability and environmental safety of district heating systems in cities] // Energoberezhenie v gorodskom khoziaistve, energetike, promyshlennosti: materialy Tret'ei Rossiiskoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii [Energy saving in municipal services, energy and industry: Proceedings of the Third Russian Scientific and Technical Conference]. – Ulyanovsk: Ulyanovsk State Technical University (UITU). – 2001. – P. 194–197.

11 **Andriushchenko, A. I.** Vozmozhnosti povysheniia effektivnosti sistem tsentralizovannogo teplosnabzheniia gorodov [Possibilities of increasing the efficiency of centralized district heating systems in cities] // Promyshlennaia energetika [Industrial Power Engineering], 2002. – No. 6. – P. 15–18.

12 RD 34.20.519-97. Metodicheskie ukazaniia po ispytaniu vodnykh teplovyyh setei na gidravlicheskie poteri [Guidelines for testing water heating networks for hydraulic losses].

13 RD 34 RK.20.519-05. Metodicheskie ukazaniia po ispytaniiam vodnykh teplovyyh setei na gidravlicheskie poteri [Guidelines for testing water heating networks for hydraulic losses].

14 RD 153-34.1-20.526-00. Metodicheskie ukazaniia po ispytaniiu vodianyykh teplovykh setei na gidravlicheskie poteri bez narusheniia rezhimov ekspluatatsii [Guidelines for testing water heating networks for hydraulic losses without disrupting operating conditions].

Поступило в редакцию 29.07.25.

Поступило с исправлениями 13.10.25.

Принято в печать 05.12.25.

*М. Ш. Иманаев¹, А. А. Сафарбаков², С. И. Олейник³

¹«Павлодар жылу желілері» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

²«Павлодартехэнерго» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

³«ЭНЭКО» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

29.07.25 ж. баспаға түсті.

13.10.25 ж. түзетулерімен түсті.

05.12.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

ЖЫЛУ ЖЕЛІЛЕРІНІҢ ТОЗУЫНЫҢ АРТУЫ ЖАҒДАЙЫНДА ЖЫЛУМЕН ЖАБДЫҚТАУДЫҢ СЕНІМДІЛІГІН АРТТЫРУ

Бұл бапта құбырлардың тозуының жоғары дәрежесі жағдайында олардың жұмыс істеу сенімділігі мен қауіпсіздігін арттыру үшін жылу желілерінің гидравликалық режимін іс жүзінде түзету нәтижелері баяндалған. Бапта қабылданатын техникалық және ұйымдастырушылық шешімдердің себеп-салдарлық байланысы келтіріледі. Ұсынылатын техникалық шешімдердің жалпы сипаттамасы берілді. Мақаланың негізгі идеясы - бұл қалалық агломерацияның тұтынушыларына жеткізілетін жылудың мөлшерін реттеудің сапалық-сандық тәсілінен реттеудің аралас тәсіліне көшудің дәйекті қадамдарын жүзеге асыру қажеттілігі мен мүмкіндігі. Жобалық схемалардың ең аз өзгерістерімен реттеудің осы тәсілін іске асыру мүмкіндігі қарастырылады. Бұл ретте жылу желілерін пайдалану қауіпсіздігі және олардың бүкіл жылыту кезеңі ішіндегі жұмысының сенімділігі (тоқтаусыз жұмыс істеуі) экономикалық және энергетикалық тиімділікпен ажырамас байланыста қарастырылады.

Бапта оң тәжірибемен танысу мақсаты бар және жылу желілерінің, жобалау, конструкторлық және жөндеу ұйымдарының инженерлік-техникалық және басшылық құрамына арналған. Мақаланың материалы бакалавриаттың жоғары курс студенттері

мен магистранттардың «Жылу энергетикасы» (6B07105, 6B07111 және 7M07106) және «Жылу энергетикасы және орнықты даму» (6B07177) мамандықтары бойынша оқуы үшін пайдаланылуы мүмкін.

Кілтті сөздер: жылу желілерін пайдалану, сандық реттеу, сапалық реттеу, жылумен жабдықтау, температура айырмашылығы.

*M. S. Imanaev¹, A. A. Safarbakov², S. I. Oleinik³

¹Pavlodar Heating Networks LLP, Republic of Kazakhstan, Pavlodar;

²Pavlodartekhnenergo LLP, Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

³ENEKO LLP, Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Received 29.07.25.

Received in revised form 13.10.25.

Accepted for publication 05.12.25.

HEAT SUPPLY RELIABILITY IMPROVING IN CONDITIONS OF HEATING NETWORKS WEAR INCREASING

This article presents the results of the hydraulic mode practical adjustment for heating networks to improve the reliability and safety of their operation in conditions of pipeline high degree wear. The article provides a causal relationship between the technical and organizational decisions made. General description of proposed technical solutions is given. The main idea of the article is the need and possibility of carrying out sequential transition steps from a qualitative regulating method of the urban agglomeration consumers heat amount supplied to a combined – qualitative and quantitative method of regulation. The possibility of implementing this control method with minimal changes in design schemes is being considered. At the same time, the heating networks operation safety and the operation reliability during the entire heating period are considered in an inextricable connection with economic and energy efficiency.

The article is intended for positive experience familiarization for engineering and technical staff of heating networks, design, engineering and adjustment organizations. The material of the article can be used to study undergraduate students and undergraduates in the specialties «Heat Engineering» (6B07105, 6B07111 and 7M07106) and «Heat Engineering and Sustainable Development» (6B07177).

Keywords: heating networks operation, quantitative regulation, quality regulation, heat supply, temperature difference.

Теруге 17.12.2025 ж. жіберілді. Басуға 30.12.2025 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

29.9 Mb RAM

Шартты баспа табағы 22,2. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс № 4494

Сдано в набор 17.12.2025 г. Подписано в печать 30.12.2025 г.

Электронное издание

29.9 Mb RAM

Усл. печ. л. 22,2. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4494

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz