

**Ю. Г. ЕЛЬКІН, О. П. ВОІНОВ**

## **ПРО ВПЛИВ НА ЕКОЛОГІЧНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ ЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ**

Централізовані системи теплопостачання як складні та відповідальні елементи енергетики є екологічно вельми агресивними. Метою роботи є аналіз стану їх взаємодії з природним середовищем та пошук шляхів вирішення її протиріч. Діючі централізовані системи теплопостачання є низькоефективними, через високий знос їх елементів, особливо котельних установок. Одним із шляхів підвищення їх ефективності, в тому числі екологічності, може бути часткове оновлення. Часткове оновлення всього обладнання вказаних систем дозволяє підвищити рівень його екологічності в цілому.

**Ключові слова:** централізована система теплопостачання, котельна установка, екологічність, часткове оновлення.

*Yu. ELKIN, O. VOINOV*

## **ABOUT THE EFFECT ON THE ENVIRONMENTAL EFFICIENCY OF THE CENTRALIZED HEAT SUPPLY SYSTEMS**

The global production created by the mankind has an intensively increasing harmful effect on the environment. As a result, we are facing the problem of the saving of natural environment and now the global community tries to find solution for this environmental problem. The power generation sector is the most environmentally aggressive of all industry branches. Technical power engineering facilities differ by a high degree of complexity making it difficult to increase the level of their environmental friendliness. In particular, centralized heat supply systems are rather complicated and responsible components of the power engineering industry. These differ by a high level of environmental aggressiveness. Hence, these need to increase a degree of their environmental friendliness. The purpose of this research was to analyze the condition of the interaction of the power generating sector with the natural environment and search for harmonization solutions of available contradictions of such an interaction. An increase of the environmental friendliness of the worn-out power equipment used by centralized heat supply systems is a topical problem. The purpose of this scientific paper was to suggest a solution for the problem of the environmental interaction of the centralized heat supply systems with natural environment using an approach of their partial renewal. The most environmentally aggressive elements of these systems are the boiler plants that emit heat and harmful substances into the environment. Domestic boiler plants have completely been worn-out. Therefore, the development of the domestic boiler building industry is of vital importance. It will enable the production of modern boiler plants instead of worn-out boiler systems. This process is impeded at the moment by the insufficiency of available resources. Contemporary requirements to the technological level of the functioning efficiency of the centralized heat-supply systems are rather high, especially as for its environmental component. Available centralized heat-supply systems have low efficiency due to a high wear-out level of their elements on the whole. There is an urgent need for an increase in the efficiency of these systems. One of the available ways of such an increase in the efficiency is a partial renewal of the equipment. The program of the partial renewal of available boiler plants allows us to provide an appropriate increase in the environmental friendliness of the worn-out equipment used by centralized heat-supply systems. The coverage of the entire fleet of the equipment available for the centralized heat-supply systems by this partial renewal program will allow for an increase in the level of its ecological friendliness on the whole.

**Key words:** centralized heat-supply system, boiler plant, environmental friendliness, and partial renewal.

### **Вступ**

Широко розвинене світове виробництво надає на навколишнє природне середовище інтенсивний, багатосторонній шкідливий вплив, який посилюється з прискоренням. Стан природного середовища нині досяг критично небезпечного рівня.

Головним напрямом діяльності людства було визнано вирішення проблеми зниження рівня шкідливого впливу виробництва на природу.

Серед галузей світового виробництва найбільш інтенсивний шкідливий вплив на природне середовище надає енергетика – складна і відповідальна галузь, що грає важливу роль у виробничому процесі та в житті суспільства. Продукція енергетики – теплота та електрика – необхідні для життя людини і для здійснення всіх виробничих процесів.

Сучасна енергетика представлена складним комплексом технічних об'єктів різного призначення. Складність є характерною особливістю об'єктів обладнання енергетики і технологічних процесів, що протікають в них. Ця обставина зумовила ви-

сокий ступінь складності проблеми зниження рівня шкідливого впливу виробництва на природне середовище.

Таким чином, вирішення проблеми зниження шкідливого впливу енергетики на природне середовище є основною умовою нормалізації екологічної ситуації у світі [1]–[3].

### **Мета роботи**

Метою роботи є аналіз існуючого стану взаємодії систем централізованого теплопостачання з природним середовищем та пошук шляхів розв'язання існуючих протиріч цієї взаємодії.

### **Постановка проблеми**

Аналіз існуючого положення в сфері енергетики показує, що діюче вітчизняне енергетичне обладнання, зокрема обладнання систем централізованого теплопостачання, вже відпрацювало розрахунковий ресурс працездатності, а також експлуатується в складних умовах, пов'язаних з вико-

ристанням в деякі періоди непроектного палива, з нештатними режимами роботи, і, що сьогодні є найактуальнішим, з воєнними ускладненнями. Все це призвело до інтенсивного зносу цього обладнання та зниження технологічних показників його функціонування, додаткових витрат палива та ін., що суттєво знизило його технологічну ефективність, перш за все, екологічність.

Тому актуальним є завдання підвищення рівня екологічності зношеного енергообладнання систем централізованого тепlopостачання, в умовах критичного стану природного середовища, що склався останнім часом.

### Аналіз останніх досліджень

Аналіз шляхів та засобів підвищення технологічної ефективності функціонування централізованих систем тепlopостачання, що застосовуються в інших державах у нормальних умовах функціонування енергетики, у нинішніх умовах не можуть бути використані у вітчизняній практиці внаслідок відсутності у нинішній період ресурсів та дисбалансу, внесеного у всі сфери життя війною.

Аналіз обстановки, що склалася в сфері взаємодії вітчизняних систем централізованого тепlopостачання та природного середовища, дозволяє вважати, що реально доступним засобом зниження ступеня шкідливого впливу їх на природне середовище є застосування їх часткового оновлення.

### Формулювання цілі статті

Ціллю статті є пропозиція можливостей вирішення проблеми екологічної взаємодії систем централізованого тепlopостачання з природним середовищем шляхом застосування їх часткового оновлення.

### Основний матеріал

Одним із завдань енергетики є підтримка в житлових, адміністративних та виробничих приміщеннях необхідних кліматичних умов, зокрема підтримання заданої температури повітря, тобто вирішення завдання опалення приміщень.

Для вирішення цього відповідального завдання, використовують централізовану систему тепlopостачання (ЦСТ), в якій групу з декількох будівель-споживачів забезпечують теплою, одержуваною від одного джерела – центральної опалювальної котельні, спорудженої в центральній частині району розташування опалювальних будівель. Це – найпоширеніший, основний варіант застосування ЦСТ.

Разом з тим, знаходять застосування також ЦСТ в іншому варіанті компонування, з меншим ступенем централізації джерела теплоти, тобто

коли в кожному з споруджених великих багатопверхових будівель розташовують індивідуальну (дахову, окремо стоячу) опалювальну котельню, яка обслуговує тільки цей будинок. Важливою перевагою подібних систем є мінімальна питома довжина трубопроводів теплової мережі, що мінімізує питомі тепловтрати в ній.

Оскільки найбільш розповсюдженими є ЦСТ із центральними опалювальними котельнями, детальніше зупинимося на них.

Найскладнішою частиною, екологічно найбільш агресивним джерелом теплоти ЦСТ є котельня установка (КУ).

КУ надають на ПС широкий комплексний шкідливий вплив:

- відторгнення земель для розташування будівлі котельні, обслуговуючих її доріг, ліній електричних і теплових мереж, золошлаковідвалу (при використанні твердого палива);
- захаращення приземного простору відносно високими конструкціями: димовими трубами, несучими конструкціями електричної та теплової мережі;
- викид теплоти, шкідливих газоподібних продуктів, у тому числі парникових газів, золи, дисперсного вуглецю (сажі);
- скидання в гідросферу та ґрунт теплоти, забрудненої води;
- одоризація атмосфери;
- створення електромагнітного поля;
- створення акустичного забруднення навколишнього простору.

Важливо відмітити, що рівень екологічності КУ істотно залежить і від ступеня її механічного зносу.

В Україні, у другій половині минулого століття, розвиток енергетики вівся інтенсивно. Водночас оновлення зношеного обладнання відставало від потреб, парк зношеної його частини зростає. Внаслідок цього, в розвиненому сучасному вітчизняному енергетичному комплексі, численні зношені виробничі об'єкти, що використовуються, є елементами, що негативно впливають на рівень його екологічної ефективності.

Парк діючих КУ, що включає, зокрема, КУ ЦСТ, складається з агрегатів, більша частина яких відпрацювала ресурс. Це зумовлює необхідність пошуку доступного механізму підвищення екологічності цього обладнання.

Інструментом підвищення екологічності зношеного та технологічно застарілого обладнання ЦСТ є його оновлення, зокрема, оновлення парку діючих КУ.

Зношені КУ можуть підлягати оновленню частковому або повному [4].

При повному оновленні зношену КУ замінюють на нову, однак в сьогоdnішніх умовах це є неможливим із-за відсутності належного вітчизня-

ного котлобудування та належних економічних ресурсів. У цій обстановці набуває актуальності завдання розвитку вітчизняного котлобудування, з якою пов'язана перспектива майбутнього повного оновлення парку КУ [5], [6].

Оновлення КУ шляхом проведення масової реконструкції, модернізації та технологічного переоснащення поки є також недоступним, оскільки вимагає здійснення в державному масштабі широкого комплексу організаційно-технічних заходів [7], [8].

Тому слід шукати та користатися наявними резервними можливостями.

Є підстави вважати, що такою можливістю нині є застосування часткового оновлення зношеного устаткування ЦСТ, при якому КУ залишають у експлуатації [9], [10].

Часткове оновлення взагалі є комплексно-системним науково-технічним заходом, що дозволяє в зношеному складному технічному об'єкті виявити та реалізувати можливості різного роду підвищення рівня технологічної ефективності функціонування, у тому числі його екологічності.

Програма часткового оновлення зношеного технічного об'єкта являє собою, по суті, розгорнуту, розширену та поглиблену програму технічного, експлуатаційного та ремонтного обслуговування цього технічного об'єкта, що здійснюється в напрямку підвищення насамперед рівня його екологічної ефективності. Слід зазначити, що додатковим ефектом, як правило, є підвищення рівня економічної та загальнотехнічної ефективності оновленого технічного об'єкта.

Рівень результативності, ефективності здійснення програми часткового оновлення зношеного технічного об'єкта залежить від дії низки факторів, від постановки та управління роботою щодо її організації та здійснення.

Все зазначене цілком стосується КУ ЦСТ і дозволяє вказати можливі реальні засоби підвищення рівня екологічності ЦСТ шляхом використання програми їх часткового оновлення.

У колишніх умовах нормальної екологічної обстановки персонал котельні виконував звичний комплекс робіт з технічного обслуговування, експлуатаційного та ремонтного, встановлених у ній КУ.

У період нинішньої складної екологічної обстановки в обов'язки персоналу, який обслуговує КУ, має входити додатковий комплекс відповідальних робіт щодо зменшення шкідливого впливу на природне середовище.

По суті, ці роботи є частковим оновленням елементів котельного обладнання, тобто є роботою щодо підвищення рівня його технологічної ефективності функціонування, у тому числі підвищення рівня його екологічності в цілому.

Нинішня напружена екологічна ситуація пот-

ребує надійного забезпечення цього ефекту від використання кожного діючого нині елемента ЦСТ.

У котельні, що використовується в ЦСТ, необхідно проводити роботи з її часткового оновлення, з нормалізації газоповітряного режиму роботи котла, шляхом мінімізації присосів повітря і коефіцієнта надлишку повітря в топці.

Далі необхідно дослідити тепловий баланс КУ, проаналізувати та скоригувати режим управління ним.

Потім слід проаналізувати стан елементів КУ, провести необхідний ремонт та налаштування їх на доступний оптимальний режим роботи.

Аналіз показує, що часткове оновлення, доцільно реалізоване стосовно зношених технічних об'єктів, зокрема КУ, є інструментом підвищення рівня їх технологічної ефективності, у тому числі підвищення рівня їх екологічності.

Паралельно з проведенням робіт з часткового оновлення КУ слід здійснювати роботи з часткового оновлення інших елементів ЦСТ: бойлера, елементів (трубопроводів та арматури) тепломережі зовнішньої (між будинками), елементів (трубопроводів та арматури) тепломережі всередині приміщень, опалювальних приладів (радіаторів), елементів системи гарячого водопостачання та інших елементів ЦСТ.

Зокрема, належну увагу необхідно приділити ремонтно-відновлювальному обслуговуванню елементів теплової ізоляції об'єктів обладнання та мережевих трубопроводів.

Також необхідно застосовувати підходи часткового оновлення щодо засобів автоматичного управління технологічним процесом, що протікає в ЦСТ.

Технічне обслуговування діючих КУ за програмою часткового оновлення може стати чітким комплексом експлуатаційних та ремонтних заходів, що практично дозволять підтримувати надійне функціонування цих агрегатів не тільки в межах тривалості їх розрахункового ресурсу, але й за її межами, з дотриманням належної екологічності.

Комплекс заходів програми часткового оновлення має велику привабливість завдяки доступності, внаслідок відносно невеликого обсягу необхідних трудовитрат та фінансових витрат, але, при цьому, здатний забезпечувати надійну експлуатацію складного технічного об'єкта, що обслуговується ним, яким є сучасна КУ.

Слід особливо відзначити ту обставину, що для деяких надмірно зношених елементів устаткування, що обслуговується, зокрема ЦСТ, як виняток, слід здійснити повне їх оновлення (заміну їх новими).

## Обговорення результатів

В умовах високої екологічної напруженості, високого ступеня зносу енергетичного обладнання, зокрема обладнання ЦСТ, дефіциту ресурсного забезпечення, запропоновано новий, єдино доступний нині підхід до підвищення екологічності зношеного обладнання шляхом часткового оновлення, коли енергетичний об'єкт зберігає свою працездатність, а до нього застосовують програму оновлення.

Розглянутий процес часткового оновлення КУ ЦСТ є універсальним, його можна використовувати при організації часткового оновлення інших елементів енергоустановок різного типу та різної одиничної потужності.

Результати здійсненої програми робіт з часткового оновлення ЦСТ після завершення її виконання необхідно всебічно критично проаналізувати, оцінити, внести корективи.

За оновленою програмою слід вести подальшу експлуатацію ЦСТ, при цьому завжди шукати та використовувати корисні, особливо інноваційні, пропозиції, тобто ставитися до програми часткового оновлення обладнання творчо.

Корисні відомості різного роду, виявлені у процесі організації та здійснення програми часткового оновлення, підлягають використанню в інструктивних вказівках та інших документах.

Результати робіт із часткового оновлення ЦСТ мають бути предметом аналізу керівництвом енергетичного об'єкта та його заохочувальних дій стосовно виконавців виконаної програми робіт.

Часткове оновлення ЦСТ зрештою має на меті енергозбереження, а процес енергозбереження має, як відомо, екологічну сутність [11].

Здійснення заходів програми енергозбереження є високоефективним інструментом скорочення питомих енерговитрат на виробництві, в тому числі в енергетиці.

Важливим ефектом реалізації програми енергозбереження є підвищення рівня екологічної ефективності об'єктів енергетики та споживачів енергії.

Безпрецедентно складна обстановка в світі, що склалася, вимагає докорінної зміни у відношенні до використання енергії не тільки на виробництві, але й в умовах побуту населення.

Необхідно змінити відношення працівників енергетики, інших галузей виробництва, а також населення до витрачання електрики та теплоти.

Комплекс заходів з підвищення ефективності функціонування ЦСТ вміщує широкий набір робіт по підвищенню ефективності роботи обладнання. Серед них важливе місце займають роботи з ремонту деталей, вузлів і технічних об'єктів обладнання. Досвід проведення подібного комплексу робіт показує, що якість ремонтних робіт визначає кори-

сний ефект, який одержують після їх здійснення. Цю обставину необхідно чітко і постійно виділяти і підкреслювати в усій роботі з підвищення ефективності обладнання.

Підвищення якості управління постановкою і здійсненням заходів з підвищення рівня технологічної, в тому числі екологічної ефективності ЦСТ, дозволяє забезпечити важливий екологічний ефект – підвищення рівня технологічної ефективності, в тому числі екологічної ефективності функціонування ЦСТ.

Вся діяльність суспільства в сфері використання устаткування енергетичної галузі є суворо регламентованою законодавчою базою держави [12]–[14].

Внаслідок аналізу стану діючих в Україні ЦСТ та можливості їх розвитку у видимій перспективі є підстави вважати, що часткове оновлення є продуктивним інструментом у вирішенні проблеми підвищення рівня екологічності цих систем – важливого елемента вітчизняної енергетики, а також підвищення технологічної ефективності їх функціонування в цілому.

## Висновки

1 Шкідливий вплив світового виробництва на навколишнє природне середовище призвело до виникнення світової проблеми її захисту.

2 Найбільш сильний шкідливий вплив на природне середовище має енергетична галузь.

3 Важливий елемент енергетики – централізовані системи теплопостачання – надають на довкілля інтенсивний шкідливий вплив.

4 Серед складових централізованих систем теплопостачання найбільш екологічно агресивними є котельні установки, які викидають теплоту та шкідливі речовини у навколишнє середовище.

5 Котельні установки вітчизняного парку є гранично зношеними.

6 Завдання зменшення інтенсивності шкідливого впливу централізованих систем теплопостачання на довкілля відрізняється граничною актуальністю.

7 Часткове оновлення обладнання централізованих систем теплопостачання дозволить зменшити інтенсивність їх шкідливого впливу на природне середовище.

8 У програмі часткового оновлення централізованої системи теплопостачання необхідно врахувати всі доступні можливості підвищення її екологічності.

9 У постановці, організації та практичному здійсненні програми часткового оновлення централізованої системи теплопостачання необхідно забезпечити високу якість організації, управління та контролю якості заходів, що проводяться.

10 Схвалена програма проведеного часткового оновлення підлягає використанню як керівний, робочий, інструктивний документ у процесі подальшої експлуатації оновленої централізованої системи теплопостачання.

11 Корисні відомості різного роду, виявлені у процесі організації та здійснення програми часткового оновлення, підлягають використанню в інструктивних вказівках та інших документах.

12 Часткове оновлення зношених технічних об'єктів централізованих систем теплопостачання здатне забезпечити підвищення технологічних, у тому числі екологічних показників їх функціонування.

13 Рівень технологічної ефективності роботи вітчизняної енергетичної галузі, зокрема її екологічної складової, істотно впливає на показники функціонування виробництва в цілому.

14 Підвищення рівня екологічності об'єктів енергетики – важливий суспільний обов'язок колективу працівників галузі.

#### Список літератури

1. Геєць В. М. Енергетична стратегія: прогнози і реалії (огляд) / В. М. Геєць, О. В. Кириленко, Б. І. Басок, С. Т. Базєєв // Наука та інновації. – 2020. – Т. 16, № 1. – С. 3–15. – ISSN 1815-2066. – ISSN 2413-497X (on-line). – DOI: <https://doi.org/10.15407/scin16.01.003>.
2. Теплова енергетика – нові виклики часу [Текст] : [техн. зб.] / за заг. ред. П. Омеляновського, Й. Мисака ; [упоряд. А. Акімов]. – Львів : Українські технології, 2009. – 658 с. : рис., табл. – Бібліогр. в кінці ст. – ISBN 978-966-345-194-7.
3. Кратко О. В. Екологічна безпека України в контексті сталого розвитку / О. В. Кратко, Л. Я. Мунтян, Л. І. Демчук // Екологічні науки. – 2021. – Вип. 7(34). – С. 219–224. – ISSN 2306-9716 (print). – ISSN 2664-6110 (on-line). – DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.7-34.37>.
4. Воинова С. А. Обновление – высокопродуктивный метод повышения уровня эффективности функционирования объектов производства / С. А. Воинова, А. П. Воинов // Энергетика та електрифікація. – 2017. – № 7(406). – С. 33–36. – ISSN 0424-9879.
5. Воинов О. П. Котлобудування й розвиток енергетики України / О. П. Воинов, В. С. Полоник // Енергетика та електрифікація. – 2012. – № 5(345). – С. 3–5. – ISSN 0424-9879.
6. Воинов А. П. Частичное обновление котельных установок в проблеме энергосбережения / А. П. Воинов, Ю. Г. Элькин, Д. А. Голубова // Актуальні проблеми енерго-ресурсозбереження та екології : мат-ли IV міжнар. наук.-техн. конф. Одеса, ОДАБА, 2021. – С. 17–20. – URL: [https://www.tgpv-odaba.org.ua/lib/conferences/zbirnyk\\_aktualni\\_problemy\\_energ\\_o\\_resursozberez\\_hennya\\_odesa\\_2021.pdf](https://www.tgpv-odaba.org.ua/lib/conferences/zbirnyk_aktualni_problemy_energ_o_resursozberez_hennya_odesa_2021.pdf) (дата звернення 25.10.2022).
7. Стан та шляхи розвитку систем централізованого теплопостачання в Україні [Текст] : моногр. : у 2 кн. / НАН України, Ін-т газу, Ін-т техн. теплофізики. – Київ : Наукова думка, 2021. – (Проект «Наукова книга»). Кн. 1 / [П. М. Карп, Є. С. Нікітін, К. Є. П'яних, О. І. Сігал та ін.] ; «Наукова книга», проект (2021 ; Київ). – 2021. – 262, [1] с. : рис., табл. – Бібліогр.: С. 249–261. – ISBN 978-966-00-1760-3.
8. Дерій В. О. Тенденції розвитку систем централізованого теплопостачання України / В. О. Дерій // Проблеми загальної енергетики. – 2021. – № 1(64). – С. 52–59. – ISSN 1562-8965 (print). – ISSN 2522-4344 (on-line). – DOI: <https://doi.org/10.15407/pge2021.01.052>.

9. Воинов, О. П. Часткове оновлення – інструмент підвищення екологічної ефективності зношених енергетичних об'єктів / О. П. Воинов, Ю. Г. Элькін // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – 2021. – № 4(8). – С. 47–51. – Бібліогр.: 12 назв. – ISSN 2078-774X (print). – ISSN 2707-7543 (on-line). – DOI: <https://doi.org/10.20998/2078-774X.2021.04.07>.
10. Элькін Ю. Г. Екологічний аспект удосконалення теплоенергетичного устаткування / Ю. Г. Элькін, О. П. Воинов // Тези доповідей XVII Міжнародної науково-технічної конференції «Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування», 27–28 квітня 2021 р. – Харків: НТУ «ХПІ», 2021. – С. 80–81. – ISBN 978-617-7476-56-5. – URL: <http://web.kpi.kharkov.ua/turbine/wp-content/uploads/sites/100/2021/10/Konferentsiya-tezisy-2021.pdf> (дата звернення 25.10.2022).
11. Voinov O. P. About the significance of energy saving program. Ecological aspect / O. P. Voinov, Yu. G. Elkin // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2019. – Вип. 76. – С. 119–125. – ISSN 2415-377X (print). – DOI: <https://doi.org/10.31650/2415-377X-2019-76-119-125>.
12. Постанова Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 № 605-р «Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-p#Text> (дата звернення 25.10.2022).
13. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» № 2697-VIII від 28 лютого 2019 р. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (дата звернення 25.10.2022).
14. Концепція реалізації державної політики у сфері теплопостачання: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 р. № 569-р. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/569-2017-%D1%80> (дата звернення 25.10.2022).

#### References (transliterated)

1. Heyets V. M., Kyrylenko O. V., Basok B. I., Basyeyev Ye. T. (2020), “Energetychna strategija: prognozy i realii (ogljad) [Energy Strategy: Projections (Review)]”, *Nauka innov.*, Vol. 16, No. 1, pp. 3–15, ISSN 1815-2066, ISSN 2413-497X (on-line), <https://doi.org/10.15407/scin16.01.003>.
2. Omelyanovskij P. and Misak J red. (2009), *Теплова енергетика – нові виклики часу* [Thermal engineering – new challenges of the time], Ukrayins'ki tekhnologiyi, L'viv, Ukraine, ISBN 978-966-345-194-7.
3. Kratko O., Muntian L., Demchuk L. I. (2021), “Ekologichna bezpeka Ukraïny v konteksti stalogo rozvytku [Environmental safety of Ukraine in the context of sustainable development]”, *Ecological Sciences*, Vol. 7(34), pp. 219–224, ISSN 2306-9716 (print), ISSN 2664-6110 (on-line), <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.7-34.37>.
4. Voinova S. A., Voinov A. P. (2017), “Obnovlenie – vysokoproduktivnyj metod povyshenija urovnja jeffektivnosti funkcionirovanija ob'ektov proizvodstva [The Updating is a Highly Productive Method for an Increase in the Functioning Efficiency Level of Production Facilities]”, *Energetika ta elektrifikatsiya*, No. 7(406), pp. 33–36, ISSN 0424-9879.
5. Voinov O. P., Polonik V. S. (2012), “Kotlobuduvannja j rozvytok energetyky Ukraïny [Boiler Building and Development of the Power Engineering in Ukraine]”, *Energetika ta elektrifikatsiya*, No. 5(345), pp. 3–5, ISSN 0424-9879.
6. Voinov A. P., Elkin Yu. G., Golubova D. A. (2021), “Chastychnoe obnovlenie kotel'nyh ustanovok v probleme energosberezhenija [Partial Updating of the Boiler Plants in the Energy Saving Problem]”, *Aktualni problemi energo-resursozberezhenija ta ekologiyi : mat-li IV mizhnar. nauk.-tehn. konf., Odesa, ODABA*, pp. 17–20, Access mode: [https://www.tgpv-](https://www.tgpv-odaba.org.ua/lib/conferences/zbirnyk_aktualni_problemy_energ_o_resursozberez_hennya_odesa_2021.pdf)

- odaba.org.ua/lib/conferences/zbirnyk\_aktualni\_problemy\_energo\_resursoz\_berezhennya\_odesa\_2021.pdf (accessed 25 October 2022).
7. Karp I.M., Nikitin E.E., Pyanih K.E. et al. (2021), *Stan ta shljahy rozvytku system centralizovanogo teplopostachannja v Ukraini* [Status and Ways of Development of the Centralized Heat Supply Systems in Ukraine], Vol. 1, Nauk. dumka, Kyev, 264 p.
  8. Derii V. O. (2021), "Tendencii rozvitku sistem centralizovanogo teplopostachannja Ukraini [Trends in the development of the district heating systems of Ukraine]", *The Problems of General Energy*, No. 1(64), pp. 52–59, ISSN 1562-8965 (print), ISSN 2522-4344 (on-line), <https://doi.org/10.15407/pge2021.01.052>.
  9. Voinov O., Elkin Yu. (2021), "Partial Renewal is a Tool for an Increase in the Environmental Efficiency of the Worn-out Power Facilities", *Bulletin of NTU "KhPI". Series: Power and heat engineering processes and equipment*, no. 4(8), pp. 47–51, ISSN 2078-774X (print), ISSN 2707-7543 (on-line), <https://doi.org/10.20998/2078-774X.2021.04.07>.
  10. Elkin Yu. G., Voinov O. P., (2021), "Ekologichnyj aspekt udoskonalennja teploenergetychnogo ustatkuvannja [Environmental Aspect of the Improvement of the Thermal Power Equipment]", *Tezy dopovidej HVII Mizhnarodnoi naukovo-tehnichnoi konferencii «Energetychni ta teplotehnichni procesy j ustatkuvannja», 27–28 kvitnja 2021 r.* [Transactions of the XVII International Science and Technology Conference "Energy and Heat Engineering Processes and Equipment", April 27–28, 2021], pp. 80–81, ISBN 978-617-7476-56-5, Access mode: <http://web.kpi.kharkov.ua/turbine/wp-content/uploads/sites/100/2021/10/Konferentsiya-tezisy-2021.pdf> (accessed 25 October 2022).
  11. Voinov O. P., Elkin Yu. G. (2019), "About the significance of energy saving program. Ecological aspect", *Bulletin of Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture*, Iss. 76, pp. 119–125, ISSN 2415-377X (print), <https://doi.org/10.31650/2415-377X-2019-76-119-125>.
  12. (2017), *Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 18 serpnja 2017 № 605-r «Pro shvalennja Energetychnoi strategii Ukrainy na period do 2035 roku «Bezpeka, energoefektyvnist, konkurentospromozhnist»* [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine of August 18, 2017 No 605-p "On the Approval of the Power Strategy in Ukraine for the Period Throughout to 2035 "Security, Energy Efficiency and Competitiveness"], Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-1> (accessed 25 October 2022).
  13. (2019), *Zakon Ukrainy «Pro Osnovni zasady (strategiju) derzhavnoi ekologichnoi polityky Ukrainy na period do 2030 roku» № 2697-VIII vid 28 ljutogo 2019 r., N 2697-VIII vid 28 ljutogo 2019 r.* [The Law of Ukraine "On the Basic Principles (Strategy) of the Governmental Environmental Policy of Ukraine for the period throughout to 2030" No 2697-VIII of February 28, 2019], Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (accessed 25 October 2022).
  14. (2017), *Koncepcija realizacii derzhavnoi polityky u sferi teplopostachannja: Rozporjadzhennja Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 18 serpnja 2017 r. № 569-r.* [Conception of the Implementation of the Governmental Policy in the Area of Heat Supply: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine of August 18, 2017 No 569-p.], Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/569-2017-r> (accessed 25 October 2022).

Надійшла (received) 17.09.2022

*Відомості про авторів / About the Authors*

**Елькін Юрій Генрихович (Elkin Yuriy)** – кандидат технічних наук, доцент; Одеська державна академія будівництва і архітектури, завідувач кафедри теплогазопостачання та вентиляції; м. Одеса; тел.: 097-924-99-04; e-mail: [tgpiv@ogasa.org.ua](mailto:tgpiv@ogasa.org.ua), [yrik29@gmail.com](mailto:yrik29@gmail.com); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7677-377X>.

**Воїнов Олександр Петрович (Voinov Oleksandr)** – доктор технічних наук, професор; Одеська державна академія будівництва і архітектури, професор кафедри теплогазопостачання та вентиляції; м. Одеса; тел.: 099-193-96-86; e-mail: [voinova\\_s@yahoo.com](mailto:voinova_s@yahoo.com); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7548-4212>.