

## ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ЯК ІНСТРУМЕНТ РОЗВИТКУ СУЧАСНОГО ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

*О. В. Окушко, кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: [oaleks@ukr.net](mailto:oaleks@ukr.net)

*І. П. Радько, кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: [ivan\\_radko@ukr.net](mailto:ivan_radko@ukr.net)

*В. А. Наливайко, кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: [nva041@ukr.net](mailto:nva041@ukr.net)

**Національний університет біоресурсів і природокористування України**

**Анотація.** Наведено нові наукові результати експериментальних досліджень, які стосуються аналізу низької енергоефективності міського житлово-комунального теплопостачання, на прикладі закладів вищої освіти. Метою дослідження є скорочення витрат на опалення у громадських та навчально-виробничих будівлях закладів вищої освіти

На основі використання аналізу стану енергоефективності в житлово-комунальному господарстві встановлено ряд основних факторів, що впливають на зменшення енергоефективності. Серед основних, що потребують досліджень, можна виділити, в першу чергу, недостатню увагу до стимулювання питань з енергоефективності, застаріле обладнання та низька кваліфікація обслуговуючого персоналу

На основі результатів досліджень було визначено пріоритетні напрямки зниження втрат тепла та системи опалення досліджуються шляхом удосконалення теплофізичних характеристик огорожувальних конструкцій будівель, впровадження теплових екранів для радіаторів, нарішті, розробки та впровадження автоматизованих систем реєстрації та моніторингу регулювання потоку теплоносія до теплових пунктів.

Отримані результати досліджень мають важливе практичне значення при розробці системного, державного підходу при розроблені організаційно-економічні рекомендації з підвищення якості енергозабезпечення, енергоощадності та енергоефективності. Запропоновано заходи з енергозбереження, які сприятимуть підвищенню ефективності виробничої діяльності підприємств, де внаслідок зношення експлуатаційного обладнання втрачається до 35 – 40 % енергоресурсів.

**Ключові слова:** енергоспоживання, система, управління, енергоресурси, кошти, втрати, економія, енергоносії, електрична енергія, теплова енергія

**Актуальність.** У сучасному світі наявність та доступність до паливно-енергетичних ресурсів, безперебійність їх постачання та ефективність використання багато в чому визначають стійкість і темпи розвитку країни.

В цьому поступі Україна не є винятком, враховуючи ситуацію, яка є в країні, забезпеченням енергоресурсами стає все більш проблематичною, а її сьогоденні рішення можуть впливати на швидкість та якість розвитку в майбутньому [1, 2].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Наразі українська промисловість та побутова сфера є надзвичайно енергоємними, вони у великій мірі залежать від джерел енергії, в першу чергу, нафти і газу, які отримані з-за кордону. Це в свою чергу, впливає на рівень цін на енергоресурси і відображається на економічному стані різних галузей господарювання, в тому числі і на житлово-побутовій сфері і, як наслідок, на рівні життя людей, які вимушені з кожним роком платити все більше і більше за опалення та комунальні послуги [2]. Це стосується і державних закладів вищої освіти.

Так, за [даними](#) Міжнародної енергетичної асоціації, у 2017 році аби згенерувати \$1 ВВП, Україна спожила кількість енергії, що дорівнює 0,27 кг нафтового еквіваленту. При цьому Україна має величезний потенціал до енергозбереження та енергоефективності [1].

У той же час, ЄС залишиться провідним центром впровадження енергоефективності. Деякі держави Європейського Союзу уже створили свої національні стратегії в області енергозбереження, це насамперед відбувається внаслідок стимулювання кредитами і податковими пільгами на впровадження енергозберігаючих технологій. Фактично на цьому і заснована національна система із енергозбереження провідних країн світу, наприклад Великобританії, Італії, Канади, Нідерландів, Німеччини, Південної Кореї, США, Франції, Японії тощо [3].

Так, наприклад, у Німеччині, яка є світовим лідером із впровадження енергоефективних заходів, відбувається повна мобілізація інвестицій для оновлення національного фонду нерухомості. У **Франції** розроблено та впроваджено найбільші інноваційні програми модернізації будівель в світі, а у Японії основним органом,

який встановлює та впроваджує основні принципи політики в сфері енергозбереження є Міністерство економіки, торгівлі та промисловості.

Україна в світлі реалізації Угоди про асоціацію з ЄС і у зв'язку із підвищенням необхідності енергетичної безпеки, напрям, який стосується енергозбереження поставило одним із пріоритетних питань для розвитку нашої держави [4, 5].

**Мета дослідження** – скорочення витрат на опалення у громадських та навчально-виробничих будівель закладів вищої освіти.

Для досягнення поставленої мети були розроблені такі завдання:

- встановити взаємозв'язок впливу різних факторів на обсяги споживання енергоресурсів та визначити можливість зменшення їх втрат;
- розробити рекомендації щодо термомодернізації навчально-виробничих будівель закладів освіти і їх оснащення індивідуальними модульними тепловими пунктами

**Матеріали та методи дослідження.** Нині менеджмент енергоефективності у Національному університеті біоресурсів і природокористування України (НУБіП України) є одним із найважливіших напрямків господарської діяльності [6, 7]. Поінформованість молодого покоління про енергетичні ресурси можна розвивати лише на конкретних прикладах підвищення енергоефективності.

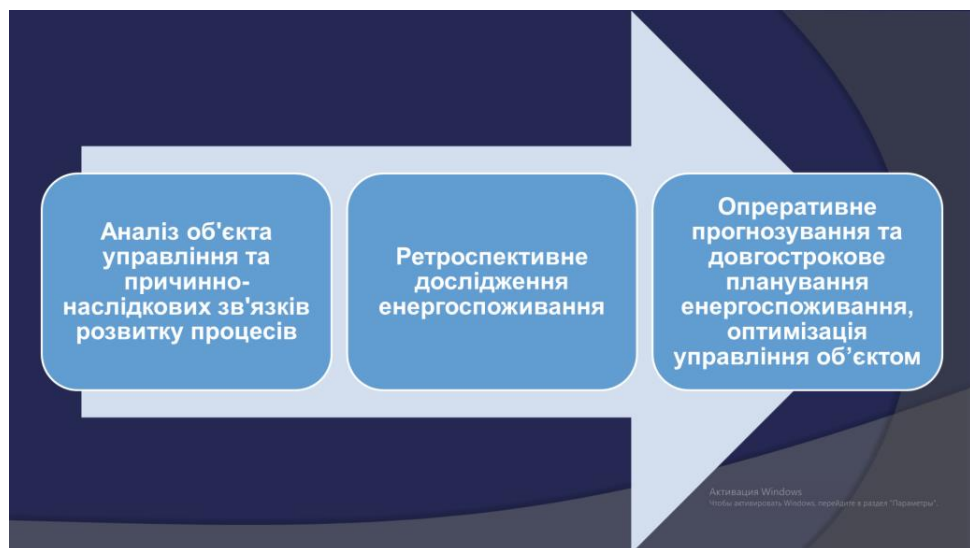
НУБіП України, як суб'єкт господарювання стає масовим інноваційним майданчиком з поширення свого досвіду та кращих практик енергозбереження у вихованні та підготовці сучасного покоління фахових спеціалістів, для яких бережливе ставлення до споживання енергетичних ресурсів буде основою їх професійної та громадської діяльності.

Ефективне використання енергетичних ресурсів неможливе без дотримання основних стратегічних засад розвитку енергетичного господарства університету. Основні положення такого розвитку наведено у програмі НУБіП України «Голосіївська ініціатива – 2025», а практичні інструменти її реалізації сформульовано в «Комплексній науково-технічній програмі управління енергоефективністю НУБіП України на 2021 - 2025 роки» [8].

**Результати досліджень та їх обговорення.** Суттєве підвищення тарифів на енергетичні носії у 2013 році створило значні проблеми у плануванні видатків на енергопостачання університету, тому університет долучився до роботи з розробки проектно-кошторисної документації та здійснив термомодернізацію своїх будівель, а саме навчальних корпусів та студентських гуртожитків залучення інвестицій у формі субсидій. Так, наразі вже завершено термомодернізацію 10 навчальних корпусів та 7 студентських гуртожитків.

Для впровадження системи енергоменеджменту на першому етапі, використовуючи результати аналізу даних у режимі реального часу, було розроблено програмні документи [8], проведено енергетичні аудити та обстеження будівель університету (рис. 1) відповідно до діючих нормативних документів. Отримані результати досліджень у подальшому використовувалися для визначення прогнозних показників у техніко-економічних обґрунтуваннях майбутніх проектів.

За період 2014 – 2022 рр. в НУБіП України була сформована комплексна система енергоменеджменту на базі ННІ енергетики, автоматики та енергозбереження, створено центр енергоефективності, який став своєрідним спеціалізованим та фаховим підрозділом для інженерних служб та керівників відповідних структурних підрозділів з моніторингу споживання енергетичних ресурсів (електричної енергії, води, газу), регулювання режимів теплових установок, обґрунтування техніко-економічних аспектів запропонованих заходів тощо. [9, 10].



**Рис. 1. Структурна схема управління енергоспоживанням**

На першому етапі також було визначення загальний потенціал існуючого та майбутнього енергетичного господарства, розробка та обґрунтування першочергових і перспективних заходів щодо підвищення енергоефективності.

Здійснено перші кроки щодо встановлення в усіх спорудах університету сучасних приладів обліку електроенергії та води, встановлено сучасні теплові пункти з метеорологічним контролем теплоносія, що дозволило виявляти випадки нерационального використання енергетичних носіїв та адаптовано управляти споживанням енергії та води (залежно від пори року, навчального періоду, часу доби, робочих та неробочих днів, температури навколишнього середовища, тощо) (рис. 2).

З 2014 року в НУБіП України розпочато поступову реконструкцію теплових пунктів корпусів і гуртожитків із застосуванням циркуляційних насосів, регулювальної арматури, гідравлічних регуляторів тиску та теплообмінників, що повинні забезпечувати регулювання і балансування ефективності теплопостачання [10, 11, 12].



**Рис. 2. Структурна схема диспетчеризації системи обліку енергоресурсів**

Разом з тим, налагоджена конструктивна співпраця з підприємствами-постачальниками електричної та теплової енергії щодо вирішення питань тарифікації в гуртожитках. Це, в свою чергу, дало змогу значно знизити фінансове навантаження на університет. Так наприклад, внесення технічних змін до системи комерційного обліку та умов застосування договірних тарифів дозволило зменшити фінансове навантаження на бюджет університету на понад 700 тис. грн на рік. Нині лічильники гарячої води вже встановлені на всіх котлах, а це означає, що рахувати можна тільки фактично спожиту теплову енергію. На стадії завершення відбувається розробка проєкту автоматизованої системи обліку електричної енергії щодо модернізації схем обліку, завершено пілотний проєкт встановлення програмного забезпечення для АСКОВ університету та впроваджено методику нормування лімітів споживання електричної енергії та води.

Показовими для оцінки ефективності діяльності є отримані результати досліджень щодо споживання та витрачання коштів на енергоносії та воду в університеті за 2016-2022 роки (таблиця). Аналіз отриманих результатів дає змогу констатувати, що інженерні системи енергоспоживання університету, будівлі навчальних корпусів і гуртожитків ще мають достатньо значний потенціал до енергозбереження (рис. 3 – 5) [11, 12]..

**Витрати коштів за споживання енергетичних ресурсів та води в НУБіП України за 2016 – 2022 рр., тис грн**

| Вид послуги       | Фактично сплачено коштів за чинними тарифами, тис грн |              |              |              |              |              |              |
|-------------------|-------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                   | 2016                                                  | 2017         | 2018         | 2019         | 2020         | 2021         | 2022         |
| Теплоспоживання   | 16105                                                 | 11676        | 16609        | 14103        | 11407        | 16520        | 22251        |
| Гаряча вода       | 6960                                                  | 6583         | 4712         | 6160         | 4536         | 5249         | 7292         |
| Водоспоживання    | 3271                                                  | 3417         | 3552         | 4915         | 4330         | 4582         | 6281         |
| Електроспоживання | 11585                                                 | 10299        | 10757        | 10954        | 7881         | 13313        | 21700        |
| Споживання газу   | 2334                                                  | 1531         | 1980         | 1483         | 863          | 1108         | 2510         |
| <b>ВСЬОГО:</b>    | <b>40256</b>                                          | <b>33507</b> | <b>37612</b> | <b>37616</b> | <b>29019</b> | <b>40772</b> | <b>60034</b> |

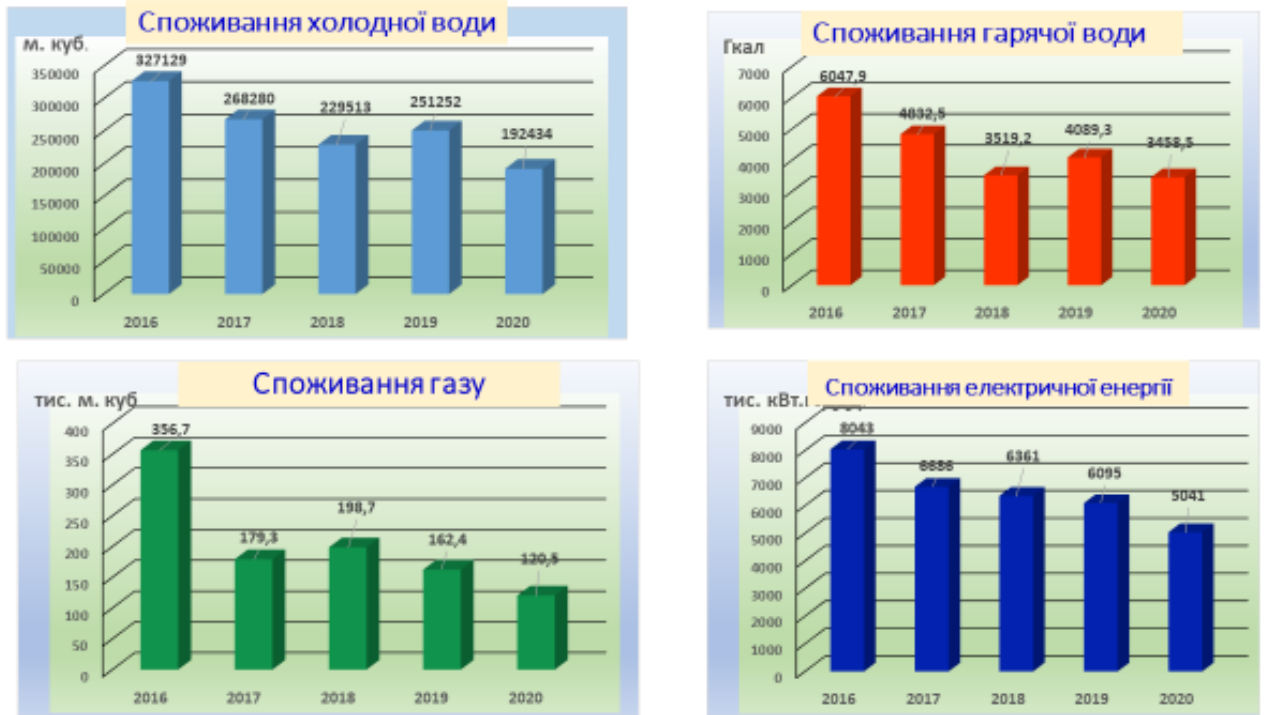


Рис. 3 Динаміка споживання енергоресурсів в НУБіП України

За час дії програми енергозбереження в НУБіП України у 2017 – 2022 рр. сумарний економічний ефект у приведених базового 2014 року тарифах на енергоносії і воду склав 89,76 млн грн [11, 12].

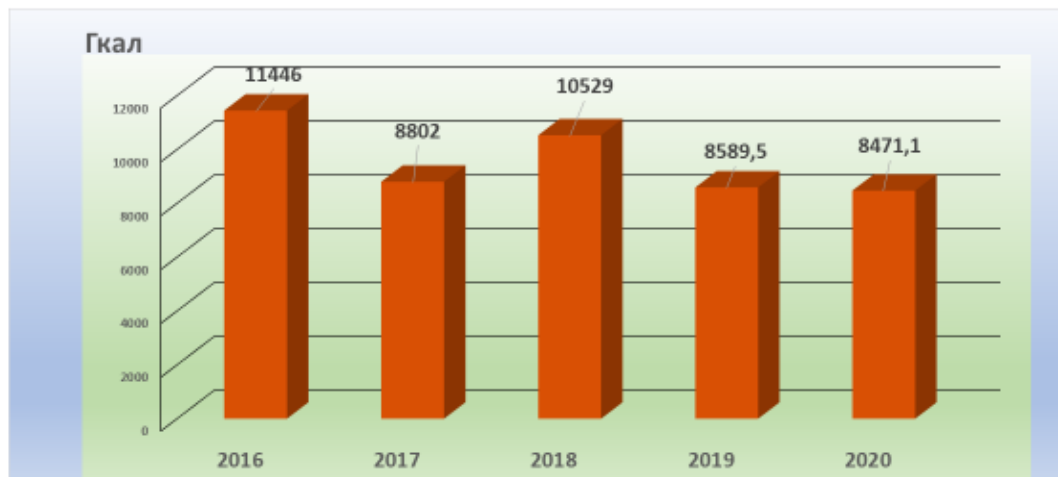


Рис 4. Динаміка споживання енергоносіїв теплоспоживання 2016 – 2022 рр.



**Рис. 5. Динаміка оплати енергоносіїв у 2014-2021 рр.**

Питання енергоефективності постає особливо гостро з підвищенням тарифів на енергоресурси в майбутньому, коли оплата енергоресурсів може зрости більш ніж на 50 %.

Отже, енергоефективність має стати своєрідним критерієм якості функціонування економіки університету в цілому, безперебійної взаємодії інженерних підрозділів, керівників структурних і відокремлених підрозділів, співробітників і студентів.

### **Висновки та перспективи**

1. Проведені дослідження показують на необхідність розробки системного, державного підходу до ефективного використання енергоресурсів в житлово-комунальній сфері, як одного із важливих показників розвитку економіки.

2. Запропоновано заходи з енергозбереження, які сприятимуть підвищенню ефективності виробничої діяльності підприємств, де внаслідок зношення експлуатаційного обладнання втрачається до 35 – 40 % енергоресурсів. При цьому процес раціонального споживання енергоресурсів доцільно розглядати в межах функціонування системи енергетичного менеджменту підприємства.

3. Розроблені організаційно-економічні рекомендації з підвищення якості енергозабезпечення, енергоощадності та енергоефективності в НУБіП України, що

включаюся в себе заходи із покращення ефективності використання енергоресурсів, дозволили скоротити їх споживання на 30 %.

### **Список використаних джерел**

1. Енергетична стратегія України на період до 2035 року. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. URL: [http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art\\_id=245239564&cat\\_id=245239555](http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245239564&cat_id=245239555).
2. Майсснер Ф., Науменко Д., Радеке Й. Підвищення енергоефективності в Україні: зменшення регулювання та стимулювання енергозбереження. Інститут економічних досліджень та політичних консультацій. Берлін / Київ, 2012 р. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://www.ier.com.ua/files/publications/Policy\\_papers/German\\_advisory\\_group/2012/PP\\_01\\_2012\\_ukr.pdf](http://www.ier.com.ua/files/publications/Policy_papers/German_advisory_group/2012/PP_01_2012_ukr.pdf)
3. [Rocha P., Siddiquia A., Stadlercd M.](#) Improving energy efficiency via smart building energy management systems: A comparison with policy measures / [Energy and Buildings](#). Vol. 88, 1 February 2015, P. 203 – 213.
4. ISO 50006:2016 (ISO 50006:2014, IDT). Energy management systems. Measuring the level of achieved / achievable energy efficiency using basic levels of energy consumption and energy efficiency indicators. General provisions and guidelines.
5. Про енергетичну ефективність: Закон України від 17 груд. 2020 р. №4507. URL: [http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4\\_1?pf3511=70687](http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=70687)
6. Іноземцев Г.Б., Козирський В.В, Окушко О.В. (2016). Методи енергозбереження в системах електропостачання: Навч. посібник / К.: ЦП «Компринт».
7. Радько І. П., Наливайко В. А., Окушко О. В., Міщенко А. В., Антипов Є. О. Підвищення заходів з енергоефективності та енергозбереження у вищих навчальних закладах. Науковий вісник НУБіП України. 2018. Вип. 283. С. 275 – 280.
8. Каплун В.В., Радько І.П., Наливайко В.А., Міщенко А.В., Окушко О.В., Антипов Є.О. Комплекс заходів з енергозбереження в НУБіП України. За автор. ред. Радька І.П. К.: «Видавничий центр НУБіП України, 2021. 104 с.
9. Радько І.П., Лут М.Т., Наливайко В.А., Окушко О.В. [Розробка проекту теплового пункту навчального корпусу НУБіП України](#) / Енергетика і автоматика, 2018, №3, 86 – 94.
10. Жильцов А.В., Лут М.Т., Наливайко В.А., Радько І.П., Міщенко А.В., Антипов Є.О., Окушко О.В. Автоматизовані модульні теплові пункти для систем теплопостачання ВНЗ: монографія. К.: «Видавничий центр НУБіП України, 2021. – 365 с
11. Радько І.П., Наливайко В.А., Окушко О.В. [Підвищення енергоефективності систем теплопостачання в навчальних закладах](#). Науковий вісник ТДАУ. 2019, №9 (1).

12. [Nalyvaiko V., Radko, I., Zhyltsov A., Okushko O, Mishchenko A., Antypov I. Investigation of Termomodernized Building's Microclimate with Renewable Energy. E3S Web of Conferences 154,07011, 2020.](#)

### References

1. Ministerstvo enerhetyky ta vuhilnoi promyslovosti Ukrainy. (2017). Enerhetychna stratehiia Ukrainy na period do 2035 roku [Energy strategy of Ukraine for the period until 2035]. URL:

[http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art\\_id=245239564&at\\_id=245239555](http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245239564&at_id=245239555)

2. Maissner, F. Naumenko, D., Radeke Y. (2012). Pidvyshchennia enerhoefektyvnosti v Ukraini: zmenshennia rehuliuвання ta stymuliuвання enerhozberezhennia [Increasing energy efficiency in Ukraine: reducing regulation and encouraging energy conservation]. URL:

[http://www.ier.com.ua/files/publications/Policy\\_papers/German\\_advisory\\_group/2012/PP\\_01\\_2012\\_ukr.pdf](http://www.ier.com.ua/files/publications/Policy_papers/German_advisory_group/2012/PP_01_2012_ukr.pdf)

3. [Rocha, P., Siddiquia, A., Stadlercd, M.](#) (2015). Improving energy efficiency via smart building energy management systems: A comparison with policy measures, [Energy and Buildings, Vol. 88](#), 1 February, 203 – 213.

4. ISO 50006:2016 (ISO 50006:2014, IDT). Energy management systems. Measuring the level of achieved / achievable energy efficiency using basic levels of energy consumption and energy efficiency indicators. General provisions and guidelines.

5. Zakon Ukrainy «Pro enerhetychnu efektyvnist». (2020). URL: [http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4\\_1?pf3511=70687](http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=70687)

6. Inozemtsev, G.B.,. Kozyrskyi, V.V, Okushko, O.V. (2016). Metody enerhozberezhennia v systemakh elektropostachannia [Methods of energy saving in power supply systems]. Kyiv, TsP «Kompynt», 160.

7. Radko, I.P., Nalyvaiko, V.A., Okushko, O.V., Mishchenko, A.V., Antypov, Ye.O. (2018). Pidvyshchennia zakhodiv z enerhoefektyvnosti ta enerhozberezhennia u vyshchikh navchalnykh zakladakh [Increasing energy efficiency and energy saving measures in higher education institutions], Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy, № 283, 275 – 280.

8. Kaplun, V.V., Radko, I.P., Nalyvaiko, V.A., Mishchenko, A.V., Okushko, O.V., Antypov, Ye.O. (2021). Kompleks zakhodiv z enerhozberezhennia v NUBiP Ukrainy [A complex of energy-saving measures in NUBiP of Ukraine], Kyiv, Vydavnychiy tsentr NUBiP Ukrainy, 104.

9. Radko, I.P., Lut, M.T., Nalyvaiko, V.A., Okushko, O.V. (2018). Rozrobka proektu teplovoho punktu navchalnoho korpusu NUBIP Ukrainy [Development of the project of the thermal unit of the educational building of the National Academy of Sciences of Ukraine], Enerhetyka i avtomatyka, №3, 86 – 94.

10. Zhyltsov, A.V., Lut, M.T., Radko, I.P., Nalyvaiko, V.A., Mishchenko, A.V., Okushko, O.V., Antypov, Ye.O. (2021). Avtomatyzovani modulni teplovi punkty dlia system teplopостachannia VNZ [Automated modular heat points for heat supply systems of universities], Kyiv, Vydavnychiy tsentr NUBiP Ukrainy, 365.

11. Radko, I.P., Nalyvaiko, V.A., Okushko, O.V. (2019). Pidvyshchennia enerhoefektyvnosti system teplopостachannia v navchalnykh zakladakh [Increasing the energy efficiency of heat supply systems in educational institutions], Naukovyi visnyk TDAU, №9 (1).

12. Nalyvaiko, V.A., Radko, I.P., Zhyltsov, A.V., Mishchenko, A.V., Okushko, O.V., Antypov, Ye.O. (2020). [Investigation of Termomodernized Building's Microclimate with Renewable Energy](#). [E3S Web of Conferences](#) 154,07011.

## **ENERGY EFFICIENCY AS A DEVELOPMENT TOOL OF A MODERN HIGHER EDUCATION INSTITUTION**

**O. Okushko., I. Radko, V. Nalyvaiko**

**Abstract.** *The article presents new scientific results of experimental research, which relate to the analysis of low energy efficiency of urban residential and communal heat supply, using the example of higher education institutions. The purpose of the study is to reduce heating costs in public and educational and industrial buildings of higher education institutions*

*Based on the analysis of the state of energy efficiency in the housing and communal economy, a number of main factors influencing the reduction of energy efficiency have been established. Among the main ones that require research, we can single out, first of all, insufficient attention to stimulating energy efficiency issues, outdated equipment and low qualification of service personnel*

*Based on the results of the research, the priority directions for reducing heat losses were determined and the heating system is being studied by improving the thermophysical characteristics of the enclosing structures of buildings, introducing heat screens for radiators, and finally, developing and implementing automated systems for registration and monitoring of the flow of coolant to heat points.*

*The obtained research results are of important practical importance in the development of a systemic, state approach and the development of organizational and economic recommendations for improving the quality of energy supply, energy saving and energy efficiency. Energy-saving measures are proposed, which will contribute to increasing the efficiency of production activities of enterprises, where up to 35-40% of energy resources are lost due to the wear and tear of operational equipment.*

**Key words:** *energy consumption, system, management, energy resources, funds, losses, savings, energy carrier, electric energy, thermal energy*