



ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИКА ЕНЕРГОАУДИТ



№11-12 (165-166)

Листопад-грудень
2021 р.

Energy saving · Power engineering · Energy audit

Загальнодержавний науково-виробничий та інформаційний журнал

Редакційна колегія

Головний редактор:

Лазуренко О. П. канд. техн. наук, проф., Харків, Україна

Перший заступник головного редактора:

Мехович С. А. д-р екон. наук, проф., Харків, Україна

Заступники головного редактора:

Клепиков В. Б. д-р техн. наук, проф., Харків, Україна

Єршова Н. Ю. д-р екон. наук, проф., Харків, Україна

Другова О. С. канд. екон. наук, доц., Харків, Україна

Міщенко В. А. д-р екон. наук, проф., Харків, Україна

Члени редакційної колегії:

Безпрозваних Г. В. д-р техн. наук, проф., Харків, Україна

Бекбасв А. Б. д-р техн. наук, проф., Алма-Ата, Казахстан

Болюх В. Ф. д-р техн. наук, проф., Харків, Україна

Іляшенко С. Н. д-р екон. наук, проф., Суми, Україна

Клепиков В. Б. д-р техн. наук, проф., Харків, Україна

Коциські Дьордь д-р екон. наук, проф., Мішкольц, Угорщина

Лазуренко О. П. канд. техн. наук, проф., Харків, Україна

Мамаліс Анастасіє д-р техн. наук, проф., Афіни, Греція

Мацевитий Ю. М. д-р техн. наук, проф., Харків, Україна

Мінакова С. М. д-р екон. наук, проф., Харків, Україна

Перерва П. Г. д-р екон. наук, проф., Харків, Україна

Прокопенко О. В. д-р екон. наук, проф., Одеса, Україна

Таранюк Л. М. д-р екон. наук, проф., Суми, Україна

Томашевський Р. С. д-р техн. наук, доц., Харків, Україна

Шевченко С. Ю. д-р техн. наук, проф., Харків, Україна

Шутенко О. В. канд. техн. наук, доц., Харків, Україна

Відповідальний секретар:

Меньшикова С. І. канд. фіз.-мат. наук, Харків, Україна

Editorial board

Editor-in-Chief:

Lazurenko O. P. Ph. D. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine

First associate editor:

Mekhovich S. A. Dr. Sc. (Econ.), Prof. Kharkiv, Ukraine

Associate editors:

Klepikov V. B. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine

Iershova N. U. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Kharkiv, Ukraine

Drugova O. S. Ph. D. (Econ.), As. Prof., Kharkiv, Ukraine

Mischenko V. A. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Kharkiv, Ukraine

Editorial board members:

Bezprozvannyh G. V. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine

Bekbayev A. B. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Alma-Ata, Kazakhstan

Bolyukh V. F. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine

Iliashenko S. M. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Sumy, Ukraine

Klepikov V. B. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine

Kocziszky G. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Miskolts, Hungary

Lazurenko O. P. Ph. D. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine

Mamalis A. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Athens, Greece

Matsevityi Y. M. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine

Minakova S. M. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Kharkiv, Ukraine

Pererva P. G. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Kharkiv, Ukraine

Prokopenko O. V. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Odesa, Ukraine

Taraniuk L. M. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Sumy, Ukraine

Tomashevskiy R. S. Dr. Sc. (Tech.), As. Prof., Kharkiv, Ukraine

Shevchenko S. Y. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine

Shutenko O. V. Ph. D. (Tech.), As. Prof., Kharkiv, Ukraine

Responsible secretary:

Menshikova S. I. Ph.D. (phys. and math.), Kharkiv, Ukraine

Журнал включено до категорії Б «Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора наук, кандидата наук та ступеня доктора філософії» (накази МОН України № 886 від 02.07.2020 та № 1188 від 24.09.2020).

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації Серія КВ № 16921-5691ПП від 15.07.2010 р.

Журнал засновано: постанова Кабінету Міністрів України від 17.11.1997 р. №1287

Засновники:

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,

Північно-східна енергетична компанія «СВЕКО»

Реєстраційне свідоцтво АОО № 171256 від 06.08.2004 р.

ЗМІСТ

ЕКОНОМІКА

Попов О.В., Фадєєв В.А., Мехович С.А.
Теоретико-методологічне підґрунтя інноваційних перетворень сучасного промислового виробництва.....3

Назарова Т.Ю., Шевченко М.М., Самохіна С.С.
Обґрунтування стратегії фінансового оздоровлення аграрного підприємства16

Татаринцева Ю.Л., Пушкар О.І., Шевченко М.М., Осипова С.К.
Вплив управління корпоративною культурою в мережі на фінансові результати підприємства.....24

ЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОНІКА ТА ЕЛЕКТ-РОМЕХАНІКА

Івахнов А.В., Булгаков О.В., Федорчук С.О.
Технічне порівняння інфрачервоних довгохвильових обігрівачів34

Шутенко О.В., Пономаренко С.Г.
Оцінка ефективності процедур статистичної обробки для підвищення достовірності результатів експлуатаційного контролю стану трансформаторних масел43

ІНСТИТУТ ІОНОСФЕРИ.....57

НКРЕ – ПРОБЛЕМИ ТА РІШЕННЯ
Про основні показники роботи паливно-енергетичного комплексу.....76

ОГЛЯД ПРЕСИ за грудень 2021 року.....91

ДО ВІДОМА АВТОРІВ.....156

CONTENTS

ECONOMY

Popov A., Fadeyev V., Mekhovich S.
Theoretical and methodological basis of innovative transformations of modern industrial.....3

Nazarova T., Shevchenko M., Samokhina S.
Substantiation of the strategy of financial recovery of the agricultural enterprise.....16

Tataryntseva Yu., Pushkar O., Shevchenko M., Osipova S.
The impact of corporate culture management in the network on the financial results of the firm.....24

ENERGY, ELECTRONICS AND ELECTROMECHANICS

Ivakhnov A., Bulhakov O., Fedorchuk S.
Technical comparison of infrared long wave heaters.....34

Shutenko O., Ponomarenko S.
Evaluating the effectiveness of statistical processing procedures to improve the reliability of the results of in-service control of the condition of transformer oils.....43

INSTITUTE OF IONOSPHERE.....57

NERC – PROBLEMS AND SOLUTIONS
The main performance indicators of the fuel and energy complex.....76

PRESS REVIEW for December 2021.....91

NOTICE TO THE AUTHORS.....156

Розцінки на рекламу у журналі

Рекламний блок	Размір блоку	Розцінки, грн
Обкладинка, перша сторінка (колір)	1 смуга	5000
Обкладинка, друга, третя, четверта сторінка (колір)	1 смуга	5000
Обкладинка, друга, третя, четверта сторінка (колір)	1/2 смуги	2500
Рекламні блоки (чорно-білі) у текстовій частині журналу	1 смуга	1500
Рекламні блоки (чорно-білі) у текстовій частині журналу	1/2 смуги	750
Рекламні блоки (чорно-білі) у текстовій частині журналу	1/4 смуги	350
Рекламні блоки (чорно-білі) у текстовій частині журналу	1/8 смуги	200

Редакція не несе відповідальності за достовірність інформації, що публікується у рекламних об'явах

Рекламу надсилати поштою або надавати електронну версію, адреса електронної пошти:
E-mail: sm261245@gmail.com

23 РОКИ НА ЕНЕРГЕТИЧНОМУ РИНКУ УКРАЇНИ
1997-2020 р.р.

Журнал видається за підтримки:



Навчально-наукового інституту енергетики, електроніки та електромеханіки;

Науково-навчального інституту механічної інженерії і транспорту;

Науково-навчального інституту Економіки, менеджменту та міжнародного бізнесу; Інституту іоносфери НАН України та МОН України;

Державного агентства енергоефективності та енергозбереження України (Держенергоефективності);

Національної комісії, що здійснює регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП);

Харківської обласної державної адміністрації; Української асоціації інженерів-електриків; Науково-технічного Союзу енергетиків і електротехніків України;

Академії наук Вищої освіти України (секція енергетики та ресурсозбереження); Всеукраїнської громадянської організації «Асоціація вчених за іновативний розвиток України».

Журнал є електронним та розповсюджується публічно.

Передрук матеріалів з журналу здійснюється за погодженням з редакцією журналу.

Адреса редколегії та видавця:

Вул. Пушкінська №79/2, корпус У 5, офіс 205;207-а., кафедра міжнародного бізнесу та фінансів, 2 поверх. м. Харків, Україна. 61002.

Головний редактор

О. П. Лазуренко, канд. техн. наук, професор

Перший заступник головного редактора з комерційних питань

С. А. Мехович, докт. екон. наук, професор

Заступник головного редактора з технічних спеціальностей

В. Б. Клепиков, докт. техн. наук, професор

Заступник головного редактора з економічних спеціальностей

Н. Ю. Єршова, докт. екон. наук, професор

О. С. Другова, канд. екон. наук, доц.

Заступник головного редактора з міжнародної діяльності

В. А. Міщенко, докт. екон. наук, професор

Відповідальний секретар

С.І. Меньшикова, канд. фіз.-мат. наук

Розробка дизайну та верстка:

С.І. Меньшикова, канд. фіз.-мат. наук

Періодичність - 1 раз на місяць

Тираж 300 екземплярів.

Контакти редколегії та видавця:

Тел. +3 8050 4026212

+3 8066 0978696

E-mail: sm261245@gmail.com

Сайт: <http://eee.khpi.edu.ua>

Надруковано в друкарні

ФОП Шейніна О.В.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 2779 від 28.02.2007 вул. Слов'янська, 3, м. Харків, Україна, 61052.

Рекомендовано до друку

Вченою радою НТУ «ХПІ».

Протокол № 12 від 29.12.2021 р.

Підписано до друку 30.12.2021 р.

Формат 60 × 84¹/₈. Друк цифровий.

Ум. друк. арк. 6,3 Навч.-вид. арк. 5,6

Вид. № 4-19. Зак. № 3184

© ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ · ЕНЕРГЕТИКА · ЕНЕРГОАУДИТ

Загальнодержавний науково-виробничий і інформаційний журнал

Мова видання:

Українська, англійська, російська

Відповідальний секретар

Тел.+38 (066) 357 7626

E-mail : olhovskaya.sveta@gmail.com

Департамент технічних спеціальностей.

Тел.+38 (050) 9 38 03 48

E-mail : klepikovasv75@gmail.com

Департамент економічних спеціальностей.

Тел.+38 (050) 6 31 03 23

E-mail : iershova.ny@gmail.com

Департамент зовнішньоекономічних зв'язків.

Тел.+38 (050) 5 34 68 38

E-mail: vladmish30@gmail.com

Попов Олександр Вікторович, кандидат економічних наук, Тел. (057)7665233; E-mail: a.popov@fed.com.ua
Фадєєв Валерій Андрійович, доктор технічних наук, професор; Тел.: (050)3236418;
Мехович Сергій Анатолійович, д.е.н., професор, зав. кафедрою міжнародного бізнесу та фінансів НТУ «ХПІ». Тел. (050)4026212; E-mail; sm261245@gmail.com
 Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Курпичова, 2, Харків, Україна, 61000

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНЕ ПІДГУТТЯ ІННОВАЦІЙНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ СУЧАСНОГО ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

***Анотація.** Розглянуто проблеми розвитку інноваційного середовища в економіках пострадянського періоду. Доведено, що саме у періоди кризи та депресії економіка найбільш сприйнятлива до інновацій/ У цих умовах виробничники шукають можливості для виживання, а інноваційні перетворення підприємств можуть їх надати. Розглянуто підходи до створення методологічної бази проведення діагностичного аналізу функціонально-технологічної основи машинобудівного виробництва щодо здійснення необхідних інноваційних і реінжинірингових перетворень. Розглянуто механізми формувати стратегії розвитку з використанням передових досягнень вітчизняної та світової науки. Розглянуто проблеми залучення фінансових ресурсів для здійснення технологічних інновацій на підприємствах. Визначено основні чинники інноваційного середовища. Наведено авторські тлумачення окремих положень, характеризуючих інноваційні перетворення сучасного промислового виробництва.*

***Ключові слова:** інноваційне середовище, інноваційні перетворення, криза, промислове виробництво, інновації, методологічна база, діагностичний аналіз, стратегія розвитку, реінжиніринг.*

Popov Alexander Viktorovich, Candidate of Economic Sciences, Tel. (057)7665233; E-mail: a.popov@fed.com.ua
Fadeyev Valery Andreevich, Doctor of Technical Sciences, Professor; Tel. (050)3236418
Mekhovich Sergii Anatolyevich, Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of International Business and Finance, NTU "KhPI". Tel. (050) 4026212; E-mail; sm261245@gmail.com
 National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kurpychova Str., 2, Kharkiv, Ukraine, 61000

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL BASIS OF INNOVATIVE TRANSFORMATIONS OF MODERN INDUSTRIAL

***Abstract.** The problems of development of the innovative environment in the economies of the post-Soviet period are considered. It has been proven that it is during periods of crisis and depression that the economy is most receptive to innovation. Under these conditions, manufacturers are looking for opportunities to survive, and innovative transformations of enterprises can provide them. Approaches to the creation of a methodological base for conducting a diagnostic analysis of the functional and technological basis of machine-building production for the implementation of the necessary innovative and reengineering transformations are considered. The mechanisms of formation of the development strategy with the use of advanced achievements of domestic and world science are considered. The problems of attracting financial resources for technological innovations at enterprises are considered. The main factors of the innovative environment are determined. The author's interpretations of certain provisions characterizing the innovative transformations of modern industrial production are given.*

***Keywords:** innovation environment, innovation transformations, crisis, industrial production, innovations, methodological base, diagnostic analysis, development strategy, reengineering.*

Попов Александр Викторович, кандидат экономических наук, Тел. (057)7665233; E-mail: a.popov@fed.com.ua
Фадеев Валерий Андреевич, доктор технических наук, профессор, Тел.: (050) 3 23 64 18;
Мехович Сергей Анатольевич, д.э.н., профессор, зав. кафедрой международного бизнеса и финансов НТУ «ХПИ». Тел. (050) 4026212; E-mail; sm261245@gmail.com
 Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», ул. Курпичева, 2, Харьков, 61000, Украина

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ СОВРЕМЕННОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

***Аннотация.** Рассмотрены проблемы развития инновационной среды в экономиках постсоветского периода. Доказано, что именно в периоды кризиса и депрессии экономика наиболее восприимчива к инновациям. В*

этих условиях производители ищут возможности для выживания, а инновационные преобразования предприятий могут их предоставить. Рассмотрены подходы к созданию методологической базы проведения диагностического анализа функционально-технологической основы машиностроительного производства по осуществлению необходимых инновационных и реинжиниринговых преобразований. Рассмотрены механизмы формирования стратегии развития с использованием передовых достижений отечественной и мировой науки. Рассмотрены проблемы привлечения финансовых ресурсов для технологических инноваций на предприятиях. Определены основные факторы инновационной среды. Приведены авторские толкования отдельных положений, характеризующих инновационные преобразования современного промышленного производства.

Ключевые слова: инновационная среда, инновационные преобразования, кризис, промышленное производство, инновации, методологическая база, диагностический анализ, стратегия развития, реинжиниринг.

Вступ. Вихід України з глобальної кризи у першу чергу пов'язаний з оновленням структурної перебудови всієї економіки на базі нового економічного укладу, що потребує зростання інноваційної і інвестиційної активності. Таке бачення шляхів вирішення проблеми обумовлено загальноприйнятою аксіомою, що саме у періоди кризи та депресії економіка найбільш сприйнятлива до інновацій. У цих умовах виробничники шукають можливості для виживання, а інноваційні перетворення підприємств можуть їх надати. Існують різні підходи і механізми вирішення цієї проблеми від часткової санації до реінжинірингу-корінних перетворень технології і діючого виробництва, але стимулюючі зусилля загального характеру забезпечують тільки тимчасові ефекти пом'якшення рецесії, оскільки згортання програм підтримки викликає одразу нову хвилю спаду. Щоб уникнути цих проблем, потребують методологічного вирішення питання щодо перетворення виробництва на підприємствах при паралельному випуску основної продукції.

Аналіз публікацій. Проблемам санації, реструктуризації та інноваційного перетворення сучасного виробництва присвячені наукові праці таких іноземних та вітчизняних вчених, як М. Портер., І. Ансофф, Г. Дж. Б. Кунін, С. В. Авершин, С. М. Войт, Воронков Д. К., Л. І. Воротіна, Гольдштейн Г. Я., С. Гошал, О. С. Другова, Трифілова А. А., О.Б. Каламан, С. В. Клепікова, В. І. Кириленко, Я. В. Котляревський, В. В. Лагодієнко, Лапін Н. І., О. В. Мельников, С. А. Мехович, Т. С. Мінаєва, В. І. Міщенко, О. О. Носирєв, Пономаренко В. С., О.С. Фаріон, А. М. Штангрет, О. І. Ястремський та інші.

Одним із поширених механізмів оздоровлення підприємства у світовій і вітчизняній практиці є санація, реорганізація, реінжиніринг, реструктуризація, тощо. Останній механізм розглядають як комплексні зміни методів функціонування для рішення проблем виживання та підвищення ефективності роботи тому він вважається найбільш кардинальним засобом економічних перетворень. Незважаючи на розуміння його переваг, єдиного визначення цього поняття не існує. Різні автори під реструктуризацією розуміють досить обширний перелік тлумачень: структурна перебудова для забезпечення ефективності розподілу і використання всіх ресурсів підприємства (матеріальних, фінансових, трудових, землі, технологій [1]; процес, спрямований на створення умов ефективного використання всіх факторів виробництва для підвищення фінансової стійкості і зростання конкурентоспроможності [2]; засіб забезпечення оптимального функціонування підприємства в ринкових умовах, що безперервно змінюються, відповідно до стратегії його розвитку [3]; під час реструктуризації створюються підприємства, здатні ефективно працювати в ринковому середовищі [4]; докорінні зміни у діяльності підприємства, в управлінні ним, в його робочій силі та у структурі фінансів для підвищення прибутковості, скорочення витрат і поліпшення якості продукції [5]. Як видно, усі наведені визначення не суперечливі та кожне з них у певній мірі розкриває внутрішні механізми процесів перетворення на підприємствах.

Не заперечуючи позиції зазначених та інших вчених, автори мають своє бачення у підходах до інноваційних перетворень, яке визнає пріоритетом проведення корінних перебудов, тобто, технологічного реінжинірингу. [6] Особливо вважаємо актуальним звернути увагу на потребу у методологічній базі проведення діагностичного аналізу функціонально-технологічної основи машинобудівного виробництва щодо здійснення необхідних інноваційних і реінжинірингових перетворень, пов'язаних із наслідками коронавірусної інфекції COVID 2019. Потребує методологічного осмислення етап, пов'язаний із швидким наступом четвертої промислової революції. Промисловці всіх рівнів анонсують свої проекти переходу до «Індустрія 4.0», але стикаються з дефіцитом досліджень сучасних технологій суспільними та гуманітарними науками. Основним завданням стає вироблення комплексних управлінських стратегій, які враховують технологічні і соціальні вимоги та обмеження Індустрії 4.0. Особливо складним стає вибір стратегії для підприємств України, що докладає зусиль економічного та технологічне відставання у складному геополітичному становищі. Ставши загально визнаним управлінським терміном, «Індустрія 4.0» нерідко використовується ширше за початкового значення та охоплює безліч інновацій і напрямів розвитку. Особливо це небезпечно в епоху глобальних фундаментальних перетворень промисловості, для якої характерний дефіцит ресурсів.

Активізується боротьба різних соціальних груп за керування реалізацією потенціалу Індустрії 4.0 у своїх інтересах, з розв'язанням торговельних війн, регіональних конфліктів та посиленням транснаціональної економічної конкуренції. В умовах напруженої геополітичної обстановки і нерівності, що посилюється, для багатьох країн Індустрія 4.0 є і певне вирішення проблем і ще один виклик.

Оновлення засобів виробництва – це лише один із елементів системних перетворень. Потрібна нова управлінська парадигма, перегляд організаційних процесів, підходів до визначення стратегії розвитку, масштабів виробництва та ринків збуту, принципів побудови корпоративної культури, кадрового забезпечення, тощо. Ці та інші проблеми викликів часу потребують глибокого розуміння генези інноваційних перетворень виробництва та науково обгрунтованої відповіді щодо стратегії цих перетворень, що і обумовлює актуальність даного дослідження.

Викладення основного матеріалу. Німецький дослідник у галузі технологій та інновацій Г. Менш показав, що інноваційний процес є нерівномірним та циклічним і щоразу закінчується утворенням кластерів інновацій у процесі дифузії. Аналізуючи показники стану ринку праці та капіталу на початку 70-х років, він розпізнав наближення нової економічної кризи, хоча видимих ознак не було. Він назвав їх "технологічним патом", тобто. закономірною паузою у поступальному розвитку економіки, що виникає регулярно. У 1979 році Г. Менш вперше встановив той факт, що в періоди депресії економіка найбільш сприйнятлива до інновацій і що саме депресія дає поштовх для інноваційного процесу. Він також попередив, що кожна країна в певний період свого розвитку потрапляє в кризу, вихід з якої неможливий існуючої техніки. Він отримав назву "тригерний ефект депресії" [7]. Американський дослідник К. Фрімен стверджував, що час запуску інноваційного процесу займає значний період, що охоплює фазу депресії та частково початок фази пожвавлення [9]. Існування тісної кореляції дифузії інновацій та великих циклів Кондратьєва на основі аналізу великого масиву емпіричних даних довів М. Хіроока [10]. Він також підтвердив, що дифузія нововведень завдяки механізму самоорганізації вибірково збирає кластер інновацій уздовж зростання великого циклу Кондратьєва [11]. Таким чином, знижувальна стадія циклу закономірно повинна змінитись підвищувальною завдяки освоєнню та впровадженню нових технологій. Звідси впливає важливий практичний висновок:

успіх державної інноваційної політики цілком залежить від здатності уряду передбачати та активно сприяти інноваційному процесу у періоди депресії та поживлення, коли має місце синергетичний ефект їх посилення. Навпаки, якщо підтримка уряду здійснюється із запізненням, ефективність інновацій значно знижується. Підйом великого циклу Кондратьєва створює об'єктивну ситуацію, що означає його завершення, викликає кризові явища і неминуче веде до депресії, а через неї до стану тимчасової рівноваги та відсутності розвитку [11]. Це означає, що комерційне застосування інноваційних продуктів на їх основі має розпочатися вже у 2020 роках. Технологічна база вітчизняних підприємств має забезпечити сприйняття цих інноваційних продуктів, бо інакше може виникнути ефект відторгнення. Приведення технологічної бази промисловості у відповідність проявам науково-технічного прогресу на понижувальній стадії циклу створить сприятливе середовище для впровадження технологій нового покоління.

Важливо відзначити, що без виведення із процесу відтворення найменш ефективних підприємств проблематично отримати черговий цикл та вихід на нові рубежі в економічному розвитку.

У свою чергу, ліквідація підприємств, і ми в цьому добре переконалися в ході приватизації, неодмінно спричиняє вкрай небажані негативні соціальні наслідки у вигляді циклічного безробіття та інфляції. Вони перебувають у протифазі: більше безробіття – менше ВВП, менше інфляції; менше безробіття – більше ВВП та більше інфляції. Таким чином, у ході циклічних коливань економіці постійно доводиться балансувати між двома основними проявами нестабільності – інфляцією та безробіттям [11].

Існує свого роду тристоронній зв'язок між соціальними цінностями та цілями, політичними інструментами та технологічними інноваціями. Якщо суспільство дійшло згоди між цими трьома категоріями, то створюються сприятливі умови для інноваційно-технологічного прориву та соціального благополуччя. З цього випливає, що у фазі депресії потрібні масштабні та ефективні державні заходи щодо підтримки фінансової системи економіки та соціальної сфери, а також запуску базисних технологічних інновацій, а фаза депресії виявляється підходящим часом для просування стратегії технологічної модернізації. Технологічні перетворення набувають реальності за належного розуміння урядом циклічних закономірностей, властивих економічній динаміці. Держава має відмовитися від фанатичної віри у внутрішні саморегулюючі можливості ринкового господарства: вони досить широкі, проте обмежені. Виникаючий внаслідок збоїв у механізмі саморегуляції стан внутрішнього хаосу системи призводить до важких економічних криз, що перероджуються у великі соціальні катаклізми аж до революцій та громадянських воєн. Тому держава має своєчасно вживати запобіжних заходів щодо недопущення дестабілізації ринкового середовища. Це дозволить уникнути небезпеки, що загрожують фінансовій та економічній системі, та зменшити відповідні ризики в економічному розвитку. Ключова ідея полягає в тому, що при формуванні своєї економічної та фінансової політики уряд має спиратися на вчення Кондратьєва про великі цикли економічної кон'юнктури. Отже, вибір пріоритетів економічної політики залежить від стадії циклу Кондратьєва. Опора на кондратьєвське вчення дозволяє державі шляхом завчасного та цілеспрямованого стимулювання інноваційної діяльності у період розпаду депресії запустити процес поживлення та піднесення економіки у рамках нового циклу Кондратьєва.

При цьому треба розуміти, що технологічний прорив може бути не у всіх, а лише в окремих секторах. Одним з найімовірніших таких секторів слід розглядати

машинобудування і аерокосмічну галузі на принципово новій технологічній та технічній базі. Саме ці галузі обумовляють реінжинірингові перетворення всієї промисловості. Економічна теорія визнала, що інновації є ключовим чинником економічного зростання. На цьому висновку ґрунтуються інноваційні теорії С.С. Ковалю, Г.Менша, Р. Фостера, П. Ромера та інших учених. Вони отримали подальший розвиток раніше сформульовані висновки щодо причин економічного зростання. Прихильниками інноваційної концепції циклічного економічного розвитку є російські економісти Д. Львів та С. Глазьев. Вони досліджували міжгалузеві технологічні ланцюги з'єднаних виробництв, які виникають унаслідок процесів кооперації та спеціалізації та мають зазвичай стійкий характер. Сукупність таких технологічних ланцюгів вони називають технологічним укладом, який належить до однієї техніко-технологічної парадигми і утворює стабільний елемент відтворювальної структури економіки. У кожному технологічному укладі, на думку авторів, можна назвати ядро, у якому зосереджені базисні технології, відповідальні цього укладу. При послідовному зміні технологічних укладів відбуваються довгострокові коливання економічної кон'юнктури [12]. Саме такі процеси характерні для технологічного реінжинірингу, який торкається всіх елементів виробничої інфраструктури, включаючи верстатний парк, технологію, бізнес-процеси, кадри, маркетингову політику, міжгалузеві зв'язки тощо. Технологічний реінжиніринг є відповіддю на виклики ринкового середовища і є фактором отримання ринкових переваг підприємства. Предметом технологічного реінжинірингу може бути як окремі підприємства, інноваційні виробничі кластери, галузі, і групи галузей [6].

Як показала практика, технологічна санація одиничних підприємств не може дати глобального економічного ефекту і не призводить до корінних змін економіки. В умовах ринкової конкуренції це дає лише конкурентні переваги окремо взятим підприємствам, які стали на шлях інноваційних перетворень. Якщо на такі зміни не реагує ринкове оточення, підприємство може бути ізольованим у цьому інноваційному середовищі. Виняток становлять ті інновації, які дають можливість інтегруватися у світову економіку. Тому реалізація програм технологічного реінжинірингу є доцільною на основі кластерного підходу. І тут інноваційні нововведення можуть сформувати ринкові переваги як окремих підприємств, так і всієї економіки.

Наслідком цих процесів є новий виток у циклічному розвитку. Циклічність - це рух від однієї макроекономічної рівноваги до іншого на основі впровадження та вдосконалення інновацій. Технологічний реінжиніринг є одним із ключових факторів економічного зростання. Це дає право розглядати його як фактор формування економічного циклу в інноваційній теорії економічного розвитку. Ефективність реінжинірингових перетворень залежить від структури та якісних характеристик інноваційного середовища, що є сукупністю державних інститутів, банківської системи, правових, виробничих, організаційних, техніко-технологічних та інших інститутів, що забезпечують реалізацію інноваційних ідей та проектів.

Інноваційне середовище або сприяє інноваційному процесу, або його гальмує або зовсім зупиняє. Інноваційне середовище формує інноваційну систему, у межах якої певне місце відводиться бізнесу, владі, науці, фінансовим та іншим інститутам, які забезпечують ефективне функціонування національної економіки. Це зумовлює необхідність пошуку нетрадиційних підходів до формування механізмів взаємодії всіх внутрішніх та зовнішніх інституцій інноваційної системи [6, с.67-92].

Модернізація українського суспільства охопила всі сфери людського буття та поставила країну в екстремальні умови вибору національної ідеї. У короткий історичний термін зруйнувалася вся система звичних уявлень про народне господарство, його цінності, норми та стереотипи. Суперечливість суспільних перетворень, нові

економічні реалії та політичні технології, ідеологічні та інформаційні новації викликали певну дезорієнтацію у суспільстві, порушили питання його ідентифікації та самоідентифікації. У таких умовах вибір національної ідеї у суспільному розвитку має будуватися на глибокій логіці, вмінні бачити причинно-наслідкові зв'язки в історичному аспекті соціально-економічного розвитку та ґрунтуватися на стратегічному прогнозі розвитку в умовах технологічної та інформаційної глобалізації. Саме ці фактори є головними у виборі Україною своєї ринкової орієнтації та місця у світовому поділі праці.

Враховуючи стан економіки України, це досить складне завдання, оскільки воно передбачає не просто трансформацію всієї економічної бази суспільного виробництва, що десятиліттями функціонувало в не ринковому, не конкурентному середовищі, а її адаптацію до зовнішнього середовища, яке активно прогресувало саме останні два десятиліття. Перш за все, це стосується промисловості.

На промисловість України припадає 1/3 основних фондів та понад 35% населення, зайнятого у народному господарстві, на її території працює понад вісім тисяч підприємств та промислових об'єднань. Фундаментом усієї промисловості України є машинобудування. У національній економіці машинобудування традиційно було одним із найрозвиненіших секторів. З 1940 по 1990 р.р. обсяг його продукції зріс у 95 разів. З кінця 70-х років машинобудування стає провідною галуззю промисловості. У 2007 році зростання машинобудування склало 19% проти 7,6% по промисловості в цілому. 2008-2009 роки характеризувалися спадом через кризу. У 2009 р. зниження обсягу виробництва становило 45%, але вже у 2010 році він зріс на 11%, у тому числі машинобудування – на 36% (2011 р. на 8% та 17%, відповідно). Частка комплексу у загальному обсязі промисловості становить 12%, а обсягу ВВП – 7%.

Нажаль, у якісному вимірюванні цей комплекс за останні двадцять років тільки погіршувався. Понад 90 відсотків верстатного парку та технологій належить до 111–1У технологічних переділів, а їх моральне та фізичне зношування за різними оцінками становить від 75 до 80 %. Енерговитрати на одиницю промислової продукції у 6-8 разів перевищують аналогічний показник у розвинених країнах. Для порівняння: в економічно розвинених країнах частку машинобудівних виробництв припадає від 30 до 50% загального обсягу випуску промислової продукції (у Німеччині – 53,6%, Японії – 51,5%, Англії – 39,6%, Італії – 36,4 %, у Китаї – 35,2 %). В Україні практично ліквідовано систему підготовки та перепідготовки робочих кадрів, а національна інноваційна система далека від досконалості. Ліквідація підприємств та відсутність ефективної економічної політики у сфері малого та середнього бізнесу призвели до масового безробіття та відтоку з країни інтелектуального ресурсу [13].

Незважаючи на безліч негативних процесів, згідно інформації Державної служби статистики за 2021 рік обсяги промислового виробництва в Україні зросли на 1,1% порівняно із 2020 роком. Зокрема, у переробній промисловості за 2021 рік виробництво збільшилося на 1,5% порівняно із 2020 роком, у добувній промисловості та розробленні кар'єрів – на 0,9%. За 2021 рік в Україні було видобуто 23,01 млн тонн кам'яного вугілля (на 3,2% більше, ніж за 2020 рік), 1,65 млн тонн сирої нафти (на 1,0% менше), 743,5 тис. тонн газового конденсату (на 1,1% більше), 19,36 млрд кубометрів природного газу (на 2,6% менше), 53,48 млн тонн агломерованих залізних руд та концентратів (на 5,0% більше).

За 2021 рік було вироблено 1,51 млн кубометрів цегли керамічної (на 6,0% більше, ніж за 2020 рік), 10,78 млн тонн портландцементу (на 13,1% більше), 20,81 млн тонн чавуну (на 2,9% більше). Електроенергії за минулий рік було вироблено на 4,0% більше, ніж за 2020 рік, – 150,04 млрд кВт-год. Усі ці здобутки досягнуто на фоні скорочення виробництва у попередні роки. За 2020 рік обсяги промислового

виробництва в Україні скоротилися на 5,2% порівняно із 2019 роком. За 2019 рік промислове виробництво скоротилося на 1,8% проти 2018 року; у 2018 році зростання промислового виробництва становило 1,1% відносно 2017 року [14].

Як свідчать висновки експертів [14], тенденції світової торгівлі та поточний стан машинобудівної галузі потребують особливої уваги. В поточний час на глобальному ринку машинобудування основна додана вартість створюється на етапі НДДКР та інжинірингу, в той час як вага виробництва в загальній структурі ланцюга доданої вартості поступово скорочується. Тому розвиток інжинірингових послуг та НДДКР є необхідною умовою конкурентності вітчизняного сектору на глобальному ринку, оскільки в довгостроковій перспективі Україна не зможе конкурувати із країнами, де рівень оплати праці найманих працівників низький, а продуктивність праці – значно вища (наприклад, Китай, країни Південно-Східної Азії). Відповідно, ключову роль повинен відіграти природній людський капітал, який полягає в інженерних, конструкторських і математичних здібностях.

Керуючись галузевими тенденціями, включаючи Індустрію 4.0 та промисловий Інтернет речей (ІоТ), машинобудівні компанії в даний час активно змінюють свої виробничі процеси, приймаючи ключові технології. Індустрії 4.0 для підвищення рівня автоматизації, підключення та аналізу великих даних (data analytics – BDA), необхідних для розумного заводського середовища, включає в себе підключення кібер- і фізичні системи через систему планування ресурсів підприємства (enterprise resource planning – ERP), а також використання віддаленого моніторингу, комунікації між машинами (machine-to-machine M2M) і повністю робототехнічні автоматизовані складальні лінії.

Наступною кардинальною зміною при переході на платформу Індустрії 4.0 обов'язково стане зміна робочого процесу. Буде здійснено якісний стрибок в режимі і способах виконання завдань працівниками Індустрії 4.0. Так, виробничий процес робітника буде включати в себе роботу з винятковими ситуаціями на виробничій лінії, а також виконання функцій оператора в автоматизованому середовищі, але виключатиме великий обсяг ручної роботи.

Спеціаліст з технічного обслуговування буде проводити контроль за проведенням попереджувального техобслуговування, а не займатися усуненням несправностей, буде проводити планування і управління на основі аналізу отриманих даних. Спеціаліст з контролю якості більше не буде займатися перевіркою деталей і контролем дотримання стандартів якості по завершенню робіт, але замість цього буде організовувати процеси на основі «розумних технологій» для проведення контролю якості в режимі он-лайн.

Керівник робочої групи буде займатися керівництвом роботою співробітників виходячи не з видимих виробничих втрат, а виходячи з «цифрових втрат». Більш того, керівник буде займатися впровадженням аналітичних напрацювань. Разом з тим, буде змінено організацію планування як по виробництву, так і по логістиці. У виробництві воно буде налаштоване «зверху-вниз», а через створення гнучкого самоврядного потоку створення вартості, який дозволить перейти на 100% виробництва під замовлення, виключаючи необхідність виробляти на склад.

Планування логістики буде налаштоване таким чином, при якому буде створено комплексне планування поставок від замовлення до доставки, що дозволить прискорити процес отримання кінцевим клієнтам свого замовлення. Цифровізація збільшить виробництво на розвинених ринках та сприятиме зміщенню виробництва ближче до ринків кінцевих споживачів. В глобальному масштабі, цифровізація призведе до підвищення продуктивності та багатства. Цифровізація та інтелектуальна автоматизація, як очікується, забезпечать близько 14% до приросту світового ВВП до

2030 р., що еквівалентно близько 15 трлн. дол. США у сьогоденній вартості [14]. Розвинені ринки виграють більше, оскільки цифровізація зменшує операційні витрати, дозволяючи компаніям менше покладатися на дешеві трудові ресурси в країнах, що розвиваються і збільшити виробництво на внутрішніх ринках. У свою чергу, попит на кваліфіковану робочу силу зростає, як і зарплати. Оскільки потреба в кваліфікованих трудових ресурсах значно збільшиться - особливо для фахівців у галузі цифрових технологій, аналітиків даних і працівників, які отримали освіту в галузі науки, техніки, інженерії та математики (STEM) – то вирішальними будуть нові способи пошуку і виявлення доступу до талантів, а також навчальних програм, адаптованих до Індустрії 4.0. Найбільші перспективи для українських експортерів лежать в тих секторах, де наша країна має виробничі можливості, частка українського експорту є незначною, а темпи росту світової торгівлі найбільші. До таких секторів належать «повітряні і космічні літальні апарати, супутнє устаткування» (темپ приросту світової торгівлі 7%, частка України – 0,1%), «електричне і електронне устаткування для автотранспортних засобів» (темп приросту світової торгівлі 6%, частка України – 2%), «обладнання зв'язку» (темп приросту світової торгівлі 5%, частка України – 0,04%), «машини і устаткування для сільського та лісового господарства» (темп приросту світової торгівлі 3,6%, частка України – 0,18% [14].

Як і інші показники діяльності підприємств машинобудування сума капітальних інвестицій зростала протягом 2010-2012 рр., знижувалась у періоді з 2013-2014 рр. та знов розпочала зростати з 2015 року. У 2019 році сума капітальних інвестицій в машинобудування України склала 11058 млн грн, що на 900,7 млн грн або на 7,53% менше порівняно з 2018 роком (рисунок 1), що скоріше за все є початком чергової фази падіння. Крім цього, у 2019 році зниження капітальних інвестицій відбувається в усіх галузях машинобудування. Також, варто зазначити, що в структурі капітальних інвестицій в машинобудуванні України у 2010-2019 р.р. році абсолютна більшість припадає на галузі виробництво автотранспортних засобів та виробництво машин та устаткування (75-80%). І лише 20-25% припадає на долю більш технологічних галузей.



Рис. 1. Динаміка капітальних інвестицій машинобудівної галузі України у 2010-2019 р.р. [15]

Існуючий рівень та структура капітальних інвестицій підтверджує проблеми у фінансовому забезпеченні на машинобудівних підприємствах України, зокрема проблеми сповільнення темпу зростання основного капіталу, низького фінансового результату та рівня рентабельності. Подальший розвиток промислових підприємств неможливий без підвищення рівня інвестування. Знос обладнання в машинобудуванні за приблизними оцінками становить не менше 70 %. Через брак коштів повільно вирішуються проблеми відновлення виробничого потенціалу машинобудівних підприємств з залученням інноваційних технологій і реалізації наукових розробок, зміни та покращення структури товарного виробництва і розвитку наукоємного виробництва, забезпечення конкурентоспроможності продукції. Наявні причини уповільнення інвестиційної активності вітчизняних підприємств машинобудування потрібно вирішувати за допомогою зміни системи управління розвитком підприємства.

Як провідна галузь забезпечення відтворення в економіці та відновлення її конкурентоспроможності, на сучасному етапі вітчизняне машинобудівне підприємство майже повністю втратило свій потенціал та не сприяє належним чином відтворенню активної частини основного капіталу країни. Актуальна ситуація, що склалася в машинобудівній галузі підтверджує відсутність ознак стійкості функціонування українських промислових підприємств у економічній та господарській діяльності. Проаналізовані показники розкривають недостатній рівень ефективності управлінських процесів. Серед головних дестабілізуючих проблем машинобудівної галузі в Україні відзначимо наступні:

- значна технологічна відсталість виробництва, висока матеріалоємність та енергоємність,

- зменшення частки високотехнологічного виробництва, зростання кількості низькотехнологічних підприємств, не замкненість технологічного циклу виробництва;

- високий рівень зносу основних фондів;

- зниження кількості інноваційно активних підприємств;

- недосконале державне управління у сфері підтримки промисловості;

- залежність від зовнішніх джерел енергоресурсів.

Постійне зростання проблем машинобудівної галузі веде до зниження її економічного потенціалу, збільшує вірогідність банкрутства підприємств. Можливості розвитку машинобудівних підприємств, що спрямовані на впровадження інновацій та модернізацію виробництва не реалізуються через брак державної підтримки, недостатність власних коштів та високу вартість кредитів, низький рівень інвестиційної привабливості. З урахуванням потенціалу і можливостей підприємств машинобудування щодо забезпечення їх розвитку слід підтримати заходи, спрямовані на створення умов сталого розвитку машинобудівної галузі [16]. З боку держави: здійснення державної політики протекціонізму промислових підприємств, формування сприятливих умов для розвитку інноваційних проектів;

- поступове технічне переозброєння підприємств, створення доступних кредитних програм для промисловості, дотації та пільги для високотехнологічних виробництв.

З боку підприємств: застосування сучасної та ефективної системи управління підприємством, оптимізація виробничих програм, складу та структури витрат (змінних і постійних) і цінових стратегій, впровадження ресурсо- та енергозберігаючих технологій, перепрофілювання виробництв для забезпечення суміжних галузей, засвоєння наукоємних видів продукції.

Учені та фахівці відзначають, що розвиток сучасного машинобудування зазнає фундаментальних змін, які ґрунтуються на науковому вирішенні питань, пов'язаних з виготовленням складної техніки шляхом комплексної автоматизації та інтеграції всіх виробничих процесів і систем управління виробництвом. Для цього, природно, необхідне вироблення нових знань, використання нових підходів, що знаходяться на стику наукових напрямів, ефективна математична база моделювання виробничих систем і технологій [6]. На думку авторів, питання інноваційних перетворень потребують більш глибокого вивчення як з методологічної, так і з практичної точки зору. Недостатню розробку цих питань можна пояснити існуючим у нашій країні дефіцитом професіоналів, що мають реальний практичний досвід з проведення радикальних інноваційних перетворень виробництва. До речі, це збігається з думкою М. Хаммера [18]. Рішення проблеми прискорення розвитку нових виробництв треба шукати у комплексному використанні методології впровадження інновацій. Концептуально така методологія повинна сконцентрувати переваги усіх відомих підходів до інноваційних перетворень з метою забезпечення технологічного прориву і бути адаптованою до сучасних умов економіки України.

Науково-технологічний розвиток окремої країни визначається, насамперед, діючими в ній пріоритетами, засобами по їх досягненню, результатами досягнень і масштабом їх використання. При формуванні орієнтирів науково-технічного розвитку для створення перспективного виробничо-технологічного потенціалу значну роль відіграє державна науково-технічна політика, що розробляється в межах стратегії національного та міжнародного розвитку (наприклад, митний союз, Європейський Союз). Механізм конкурентної боротьби на внутрішньому і зовнішньому ринках змушує підприємства формувати стратегії розвитку з використанням передових досягнень вітчизняної та світової науки. Державна науково-технічна політика більшості розвинених країн допомагає формувати пріоритети та напрямки технологічного розвитку країни, в рамках яких підприємства і корпорації реалізують свої стратегії.

Інвестиції в науку та технології створюють потенціал конкурентоспроможності продукції на ринках. Зростання показників наукоємності економіки у високорозвинених країнах свідчить про те, що основою їхньої економічної динаміки є переважне використання компонентів інтенсивного зростання. При цьому, значно вищий рівень оплати праці науковців у розвинених країнах (у середньому до 60 тисяч доларів на рік у США) стимулював еміграцію висококласних наукових фахівців з різних країн, у тому числі і з України. Проте міграційні тенденції наукових фахівців характерні не тільки для країн з низьким рівнем оплати праці наукових працівників. У цілому, еміграція науковців – крайній прояв кадрової проблеми інноваційної сфери. Інша значна проблема інноваційної сфери для України – відволікання потенціалу на проведення НДДКР та передача у власність їх результатів іноземним замовникам, які за рахунок значно нижчої ціни праці вченого отримують істотну економію фінансових ресурсів при рівнозначній якості результатів. Для промислово-розвинених країн характерна послідовно зростаюча оплата праці працівників, пов'язана з ростом їх освітнього та кваліфікаційного рівня, з ускладненням обслуговуваних ними технологій. Причому зростання оплати праці, при послідовному зростанні якісних характеристик працівників, кратне в рази.

Вирішення проблем проведення інноваційних перетворень багато в чому залежить від ефективності функціонування інноваційного ланцюжка «наукова ідея – промислова технологія – виробництво продукції, що має платоспроможний попит», яка сьогодні майже розірвана з цілої низки об'єктивних і

суб'єктивних причин, у результаті чого інноваційна реструктуризація підприємств проводиться вкрай низькими темпами.

Ринкове середовище характеризується, перш за все, постійно змінним попитом і пропозиціями. Важливим фактором при цьому є скорочення тривалості виробничого циклу, економія трудових ресурсів, необхідність постійного оновлення продукції при зниженні її собівартості. Задовольнити ці вимоги може тільки ефективна і гнучка виробничо-економічна система, яка дозволяє в найкоротші терміни і з мінімальними витратами перебудовуватись з випуску одного виду продукції на інший [19]. Динамічні властивості виробничо-економічних систем, порядок зміни станів яких не заданий єдиним чином, характеризують їх високу адаптацію до зовнішніх впливів. За певних умов до числа адаптивних можуть бути віднесені будь-які підприємства. Такі підприємства працюють за принципом гнучких виробничих систем (ГВС). Вони вирішують у ринкових умовах складні багатокритеріальні завдання щодо досягнення необхідних конкурентних техніко-економічних показників у постійно змінюваних ситуаціях, обумовлених впливом різних непередбачених чинників жорсткої конкурентної боротьби на сучасному ринку товарів та послуг.

Висновки. 1. Економічна наука дозволяє передбачити періоди затяжних рецесій. У ці періоди необхідно активне сприяння інноваційному процесу, і, безперечно, ці зусилля матимуть синергетичний ефект. Перехід від понижувальної стадії циклу до підвищувальної забезпечується за рахунок застосування та поширення інновацій, тому, направивши основні зусилля та фінанси саме в цю область, можна оживити економіку.

Якщо підтримка уряду здійснюватиметься із запізненням, ефективність інновацій значно знизиться. Таким чином, наслідуючи теорію про великі цикли Кондратьєва, 20-ті роки теперішнього сторіччя є найбільш сприятливим часом для «форсування» інноваційних процесів з метою піднесення економіки. Періоди кризи та депресії обов'язково передують початку підвищувальної стадії. Депресія змушує шукати можливості виживання, а інноваційний процес може їх надати.

2. Розширення четвертого та п'ятого технологічного укладу в Україні має наздоганяючий імітаційний характер. У той же час наявний інтелектуальний потенціал та великий досвід промислового будівництва дозволяють говорити про можливу перспективу освоєння шостого технологічного устрою. Для повернення технологічного лідерства потрібно ретельно вибрати пріоритети та забезпечити технологічний прорив на стратегічних напрямках. Глобальна криза створює «вікно можливостей» для технологічного прориву. Якщо правильно вибрати пріоритети, орієнтовані на випереджаюче становлення нового технологічного укладу, і створити фінансово-промисловий механізм їх реалізації, то можна встигнути вийти на нову хвилю глобального зростання, що розвертається на наших очах, і вивести українську економіку на траєкторію сталого підйому. Для цього потрібна воля уряду та мобілізація всіх наявних ресурсів на цілі випереджального розвитку.

3. Інноваційні теорії технологічних змін сформували концептуальні засади розвитку суспільств та економіки, що ґрунтуються на постійному поновленні технологічної бази виробничої діяльності, зміні технологій та технологічних укладів. Заохочує до таких змін прагнення підприємців до підвищення норми прибутковості. Її зменшення внаслідок широкої дифузії інновацій у галузі змушує підприємців до постійного інноваційного пошуку, що прискорює темпи науково-технічного прогресу та сприяє підвищенню продуктивності праці у всіх сферах діяльності. Це визначає соціально-економічний розвиток суспільства та відкриває нові можливості реалізації творчого потенціалу особистості, а, отже, створює умови для нового витка науково-технічного прогресу.

4. Виходячи зі світового досвіду найбільших підприємств, Індустрія 4.0 і цифровізація виробництва є конкурентною перевагою в порівнянні з традиційними видами виробництв. Дана тенденція з часом буде тільки набирати обертів і посилювати свій вплив на машинобудування в цілому, де підприємства, які зуміють вчасно впровадити елементи Індустрії 4.0, зможуть стати конкурентоспроможними на ринку. Керуючись галузевими тенденціями, включаючи Індустрію 4.0 та промисловий Інтернет речей (IIoT), машинобудівні компанії в даний час активно змінюють свої виробничі процеси, приймаючи ключові технології Індустрії 4.0 для підвищення рівня автоматизації, підключення та аналізу великих даних, необхідних для розумного заводського середовища. Цифровізація збільшить виробництво на розвинених ринках та сприятиме зміщенню виробництва ближче до ринків кінцевих споживачів. В глобальному масштабі, цифровізація призведе до підвищення продуктивності та багатства. Цифровізація та інтелектуальна автоматизація, як очікується, забезпечать близько 14% до приросту світового ВВП до 2030 р., що еквівалентно близько 15 трлн. дол. США у сьогоднішній вартості.

5. Українське машинобудування значно відстає від розвинутих країн й сусідів у впровадженні подібних технологій, і перебуває лише в початковій фазі. Про ембріональність українського машинобудування в контексті можливостей Індустрії 4.0 свідчить низький рівень його співпраці з вітчизняним ІТ-сектором. Останні, не маючи значних внутрішніх замовлень і співпраці з українськими машинобудівниками інтегруються із зовнішнім сектором. Відтак українським машинобудівним підприємствам слід скористатися наявністю ІТ спільноти в Україні та залучити її до технологічної модернізації машинобудування. Загальною тенденцією у світовому машинобудуванні є розширення глобальних ланцюгів доданої вартості, що створює можливості інтеграції в них для українських машинобудівних компаній.

Список використаної літератури:

1. Барінов В. А. Антикризисное управление : учеб. пособие. М.: ФБК-пресс, 2002. – 520 с.
2. Бланк И. А. Управление финансовой стабилизацией предприятия: учеб. пособие. К.: Эльга: Ника-центр, 2003. – 496 с.
3. Базаров Г. З., Беляєв С. Г., Белых Л. П. и др. Теория и практика антикризисного управления: учебник. Под. ред. С. Г. Беяева и В. И. Кошкина. М.: Закон и право: Юнити, 1996. – 469 с.
4. Иванов Г. П., Беляєв С. Г., Кошкин В. И. и др. Антикризисное управление: от банкротства – к финансовому оздоровлению. М.: Закон и право, 1995. – 317 с.
5. Монтгомери Дж., Крыжановский В. Г., Лаленков В. И., Лютер В. И. и др. Антикризисное управление: учеб. пособие. Под ред. Э. С. Минаева и В. П. Панагушина. М.: Приор, 1998. – 432 с.
6. Мехович С. А. Формування регіональних міжгалузевих зв'язків на основі концепції технологічного реінжинірингу: монографія. – Х.: 2017. - "Щедра садиба плюс". – 352 с.
7. Mensch G. Title Stalemate в технології: innovations overcome the depression. Publisher Cambridge, Mass.: Ballinger Pub. Co., 1979. - XIX, 241 p.
8. Freeman C. Technology Policy and Economic Performance – Lessons from Japan. (London, Pinter Publishers), 1987.
9. Hirooka M. Innovation Dynamism and Economic Growth. A Nonlinear Perspective. Cheltenham, UK – Northampton, MA: Edward E, 2006.
10. Кондратьев Н. Д. Великі цикли кон'юнктури та теорія передбачення. М.: Економіка, 2002.
11. Глазьев С. Ю., Дементьев В. С., Елкін С. В., Крянев А. В., Ростовський Н. С., Фірстов Ю. П., Харитонов В. В. Нанотехнології як ключовий фактор нового технологічного укладу. За ред. С. Ю. Глазьева та В. В. Харитонова. М.: Тробант, 2009.
12. URL: <http://upr-search.com.ua/44-promyshlennost-ukrainy-obshhij-vzglyad.html>
13. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3395074-promislove-virobnictvo-v-ukraini-zroslo-na-11-derzstat.html>
14. ДП «Укрпромзовнішпекспертиза» e-mail: expert@expert.kiev.ua

15. Дани Державної служби статистики України. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2013/ibd/iki_pr/iki_pr_u/arh_kipr_u.html.

16. Ходирева Оксана. Економічний аналіз. Сучасний стан та проблеми розвитку машинобудівних підприємств України. 2021. Том 31. № 1. с. 227-238.

17. Гец В. М., Семиноженко В. П. Інноваційні перспективи України. Харків: Константа, 272 с.

18. Hammer M., Champy J. Reengineering the Corporation: Manifesto for Business Revolution. London: HarperCollins, 2009. - 272 p.

19. Мехович С. А. Економічні проблеми гнучких виробничих систем: монографія. - Харків: НТУ "ХПІ", 2007. - 232 с.

References:

1. Barynov V. A. Antykryzysnoe upravlenye. ucheb. posobyе. M. FBK-pess, 2002. 520 s.
2. Blank Y. A. Upravlenye fynansovoi stablyzatsyei predpriyatiya ucheb. posobyе. K. Elha Nykatsentr, 2003. 496 s.

3. Bazarov H. Z., Beliaev S. H., Belikh L. P. y dr. Teoryia y praktyka antykryzysnoho upravlenyia uchebnyk. Pod. red. S. H. Beliaeva y V. Y. Koshkyna. M. Zakon y pravo. Yunyty, 1996. 469 s.

4. Yvanov H. P., Beliaev S. H., Koshkyn V. Y. y dr. Antykryzysnoe upravlenye ot bankrotstva – k fynansovomu ozdorovleniyu. M. Zakon y pravo, 1995. 317 s.

5. Monthomery Dzh., Krizhanovskiy V. H., Lapenkov V. Y., Liuter V. Y. y dr. Antykryzysnoe upravlenye ucheb. posobyе. Pod red. E. S. Mynaeva y V. P. Panahushyna. M. Pryor, 1998. 432 s.

6. Mekhovych S. A. Formuvannia rehionalnykh mizhhaluzevykh zviyazkiv na osnovi kontseptsii tekhnolohichnoho reinzhynirynhu monohrafiia. Kh. 2017. "Shchedra sadyba plius". 352 s.

7. Mensch G. Title Stalemate v tekhnolohii inovations overcome the depression. Publisher Cambridge, Mass. Ballinger Pub. Co., 1979. XIX, 241 p.

8. Freeman C. Technology Policy and Economic Performance – Lessons from Japan. (London, Pinter Publishers), 1987.

9. Hirooka M. Innovation Dynamism and Economic Growth. A Nonlinear Perspective. Cheltenham, UK – Northampton, MA Edward E, 2006.

10. Kondratiev N. D. Velyki tsyky koniunktury ta teoriia peredbachennia. M. Ekonomika, 2002.

11. Hlaziev S. Yu., Dementiev V. Ye., Yelkin S. V., Krianiev A. V., Rostovskiy N. S., Firstov Yu. P., Kharytonov V. V. Nanotekhnolohii yak kliuchoviy faktor novoho tekhnolohichnoho ukladu. Za red. S. Yu. Hlazieva ta V. V. Kharytonova. M. Trobant, 2009.

12. Available at: <http://upr-search.com.ua/44-promyshlennost-ukrainy-obshhij-vzglyad.html>

13. Available at: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3395074-promislove-virobnictvo-v-ukraini-zroslo-na-11-derzstat.html>

14. DP «Ukrpromzovnisheksperyta» e-mail expert@expert.kiev.ua

15. Dani Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy. Available at: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2013/ibd/iki_pr/iki_pr_u/arh_kipr_u.html.

16. Khodyrieva Oksana. Ekonomichnyi analiz. Suchasnyi stan ta problemy rozvytku mashynobudivnykh pidpriemstv Ukrainy. 2021. Tom 31. № 1. с. 227-238.

17. Heiets V. M., Semynozhenko V. P. Innovatsiini perspektyvy Ukrainy. Kharkiv Konstanta, 272 s.

18. Hammer M., Champy J. Reengineering the Corporation Manifesto for Business Revolution. London HarperCollins, 2009. 272 p.

19. Mekhovych S. A. Ekonomichni problemy hnuchkykh vyrobnychykh system monohrafiia. Kharkiv NTU "KhPI", 2007. 232 s.

Надійшла до редакції 19.10.2021р.

Назарова Тетяна Юрїївна, доцент каф. МБ та фінансів; тел. (+38)050-748-14-82; E-mail: taniya2017@ukr.net
Шевченко Марина Миколаївна, доцент каф. МБ та фінансів; тел. (+38) 096979-75-71;
Самохіна Світлана Сергїївна, студентка 6-го курсу каф. МБ та фінансів; тел. (+38) 095-804-38-90; E-mail: samokhinas0506@gmail.com
 Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61000

ОБГРУНТУВАННЯ СТРАТЕГІЇ ФІНАНСОВОГО ОЗДОРОВЛЕННЯ АГРАРНОГО ПІДПРИЄМСТВА

***Анотація.** У статті досліджено теоретичні питання фінансового оздоровлення аграрного підприємства, як складової частини загальної системи антикризового менеджменту. Встановлено основні інструменти його реалізації, досліджено організаційно-економічний механізм (стратегія), розробку та реалізацію кожного інструменту, що має позитивно впливати на економічний розвиток підприємства через якісний підхід до його реалізації та виробничо-фінансовий потенціал. Розглянуто існуючі методи та підходи до фінансового оздоровлення, зроблено оцінку кожного з можливих та описано головні його характеристики. Проаналізовано процес розробки бізнес-плану як елемента реорганізації, який має забезпечувати своєчасне реагування на зміни в економіці підприємства, аналізувати можливі відхилення від плану та визначати цільові установки підприємства як мікроекономічної системи в економіці. На основі аналізу існуючих підходів до фінансового оздоровлення сільськогосподарських підприємств встановлено, що в теорії та практиці антикризового управління існує проблема у вигляді недосконалої оцінки доцільності фінансового оздоровлення. Виникає потреба в удосконаленні механізму оздоровлення не лише в частині втрати платоспроможності, а й для збереження та покращення потенціалу підприємства.*

***Ключові слова:** стратегія, фінансове оздоровлення, бізнес-план, антикризовий менеджмент, потенціал підприємства.*

Nazarova Tetyana Yuriyivna, associate professor; tel. (+38) 050-748-14-82; Email: taniya2017@ukr.net
Shevchenko Marina, associate professor; tel. (+38) 096-979-75-71;
Samokhina Svitlana Sergiivna, 6th year student; tel. (+38) 095-804-38-90; Email: samokhinas0506@gmail.com
 National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kyrpychova Str., 2, Kharkiv, Ukraine, 61000

SUBSTANTIATION OF THE STRATEGY OF FINANCIAL RECOVERY OF THE AGRICULTURAL ENTERPRISE

***Abstract.** The article examines the theoretical issues of financial recovery of an agricultural enterprise as part of the overall system of crisis management. It is established that the main tool of its implementation is the organizational and economic mechanism (strategy), the development and implementation of which has a positive impact on the economic development of the enterprise through a quality approach to its implementation. production and financial potential. The financial methods and approaches to recovery are considered, the estimation of each of its possible and described its main characteristics is made. The process of developing a business plan as an element of reorganization, which should provide a timely response to changes in the economy, analyze the possibility of deviations from the plan and determine the target settings of the enterprise as a microeconomic system in the economy. Based on the analysis of existing financial approaches to the recovery of agricultural enterprises, it is created that in the theory and practice of crisis management there is a problem in the form of imperfect assessment of the feasibility of financial recovery. There is a need to improve the mechanism of recovery not only in terms of loss of solvency, but also to preserve and improve the potential of the enterprise.*

***Keywords:** strategy, financial recovery, business plan, anti-crisis management, enterprise potential.*

Назарова Татьяна Юрьевна, доц. каф. МБ и финансов; тел. (+38)050-748-14-82; E-mail: taniya2017@ukr.net
Шевченко Марина Николаевна, доц. каф. МБ и финансов; (+38) 096-979-75-71;
Самохина Светлана Сергеевна, студентка 6-го курса; тел. (+38)095-804-38-90; E-mail: samokhinas0506@gmail.com
 Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», ул. Кирпичева, 2, Харьков, 61000, Украина

ОБОСНОВАНИЕ СТРАТЕГИИ ФИНАНСОВОГО ОЗДОРОВЛЕНИЯ АГРАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

***Аннотация.** В статье исследованы теоретические вопросы финансового оздоровления аграрного предприятия как составной части общей системы антикризисного менеджмента. Установлены основные инструменты его реализации, исследованы организационно-экономический механизм (стратегия), разработка и реализация каждого инструмента, что должно положительно влиять на экономическое развитие предприятия через качественный подход к его реализации и производственно-финансовый потенциал. Рассмотрены существующие методы и подходы к финансовому оздоровлению, сделана оценка каждого из возможных и описаны главные его характеристики. Проанализирован процесс разработки бизнес-плана как элемента реорганизации, обеспечивающий своевременное реагирование на изменения в экономике предприятия, анализировать возможные отклонения от плана и определять целевые установки предприятия как микроэкономической системы в экономике. На основе анализа существующих подходов к финансовому оздоровлению сельскохозяйственных предприятий установлено, что в теории и практике антикризисного управления существует проблема посредством несовершенной оценки целесообразности финансового оздоровления. Возникает потребность в усовершенствовании механизма оздоровления не только в части потери платежеспособности, но и для сохранения и улучшения потенциала предприятия*

***Ключевые слова:** стратегия, финансовое оздоровление, бизнес-план, антикризисный менеджмент, потенциал предприятия.*

Постановка проблеми в загальному вигляді. У сучасних умовах, переважна більшість товаровиробників, які нині реалізують ділову активність у сфері сільського господарства, зіткнулися з проблемою надмірної неспроможності в фінансовому плані (інакше кажучи, банкрутством).

Дане явище виникає здебільшого за рахунок процесів трансформації, перебіг яких не залежить значною мірою від власників підприємств, а конкретні неефективні рішення менеджменту грають тут досить незначну роль.

Крім того, на нездатність господарюючих суб'єктів у сфері агропромисловості виконувати свої зобов'язання впливають загальні економічні тенденції, в яких сьогодні існує Україна: кратне падіння обсягів інвестиційних коштів, посилення умов залучення капіталів позикового характеру, зменшення кількості товарів, що виробляються різними секторами економіки.

Постає питання щодо вирішення наявних проблем шляхом вибору стратегії фінансового оздоровлення аграрного підприємства, покращення його фінансового стану станом значно актуальною та потребує усестороннього дослідження.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Необхідність розробки заходів стосовно фінансового оздоровлення сільськогосподарського підприємства та виведення його з кризової ситуації, змусила звернути на себе увагу дослідників, серед яких можуть зустрічатись В. Григорєва, І. Бланк, О. Боднар, В.І. Велесевич, В. Деркач, О. І. Мельник, Л. Хромушина та ін. Однак недостатньо вивченими залишаються як теоретичні так і практичні питання відносно специфічних аспектів фінансового оздоровлення сільськогосподарських підприємств в умовах неплатоспроможності. Повноцінна концепція вирішення розглянутої проблеми наукового характеру потребує подальшого дослідження теорії фінансів, фінансового стану і фінансового оздоровлення сільськогосподарських підприємств.

Провівши аналіз наукових праць із проблеми статті, можна спостерігати негативну тенденцію оцінювання сучасного розвитку агропромислового комплексу. В окремих випадках, пропонується впровадження обґрунтованого ефективного механізму фінансового оздоровлення підприємства, враховуючи його регіональні та виробничі особливості.

На сьогоднішньому етапі розвитку економіки України аспекти фінансового оздоровлення підприємства потребують більш ґрунтовного розроблення, та з точки зору антикризового управління, фінансове оздоровлення слід розглядати комплексно, з метою уникнення дисонуючих рішень. Індивідуальність вибору стратегії не запорука повного

уникнення кризових ситуацій, але за рахунок загальної, типової для всіх підприємств стратегії, є можливість розробки власного механізму, що максимально мінімізує ризик банкрутства. Вивчення досвіду подолання кризових ситуацій багатьох країн і конкретних підприємств дозволяє сформувавши гнучку систему антикризового управління

Аналіз та узагальнення наукових праць стосовно досліджуваної теми, окреслили необхідність науково-методичне дослідження проблем обґрунтування вибору стратегії фінансового оздоровлення промислового підприємства та сформували мету даної роботи.

Постановка завдання. Метою дослідження є аналіз методів фінансового оздоровлення як один з підходів антикризового управління підприємства; обґрунтування вибору стратегії фінансового оздоровлення аграрного підприємства; розкриття необхідності вчасного аналізу та розробки стратегії; розробка рекомендації щодо вибору стратегій та її обґрунтування.

Виклад основного матеріалу. Підприємство аграрної сфери, яке розглядається з позицій органістичного підходу, є складним об'єктом управління, до того ж, в умовах виникнення кризових явищ ускладнюється процес управління. Проходячи різні стадії свого життєвого циклу, на підприємство діють різноманітні негативні чинники, природа яких зумовлена особливостями відповідного етапу розвитку цього об'єкта. Крім того, причини, що зумовлюють кризовий стан підприємства, характеризуються своєрідним синергетичним «ефектом», внаслідок якого погіршення стану однієї сфери діяльності підприємства провокує розвиток кризових явищ іншої. Множинність кризоформуючих факторів активізує процес застосування спеціальних стратегій управління діяльністю підприємства з метою його фінансового оздоровлення, оскільки прийняття зважених та ефективних управлінських рішень здатне багато в чому згладити негативні наслідки кризових явищ. Разом з тим, накопичений досвід виведення вітчизняних аграрних підприємств із кризового стану не структуровано належним чином, кваліфікація управлінського персоналу, відповідального за здійснення антикризового управління, не на належному рівні та потребує підвищення.

Механізм оздоровлення аграрних підприємств дещо відрізняється від стандартних методів, за рахунок специфічних особливостей, які виокремлюють цю галузь з-поміж інших у національній економіці. Найбільш характерними особливостями їх функціонування є: висока залежність від зовнішніх джерел фінансування; недостатність власних джерел фінансування у зв'язку з іммобілізацією фінансових ресурсів, спрямованих на створення сезонних понаднормативних виробничих запасів, необхідних для забезпечення процесу виробництва; пряма залежність формування фінансових результатів від природно-кліматичних умов; обмежений доступ до кредитних ресурсів на ринку кредитних послуг в умовах кризи стану фінансового сектору.

Неплатоспроможні аграрні підприємства потребують забезпечення безперервного процесу оздоровлення впродовж всього виробничого циклу. Це зумовлено присутністю відповідних специфічних ризиків та нестабільністю доходів через об'єктивні причини [1, с.289].

Фінансове оздоровлення аграрних підприємств забезпечується за рахунок правильної структуризації та послідовності заходів, які здійснюються, переважно, за рахунок ресурсів, що надходять, як правило, із зовнішніх джерел [2, с.177].

Серед альтернативних джерел, які забезпечили б процес оздоровлення суб'єктів підприємницької діяльності, О. Процьків виокремлює [3, с.21]:

- отримання урядових субвенцій;
- випуск нових акцій та облігацій;
- трансформацію короткотермінової заборгованості в довготермінову;
- залучення банківських кредитів.

Автор Н. Левченко інакше підійшов до аналізу зовнішніх та внутрішніх джерел проведення фінансового оздоровлення. Так, за його підходом, внутрішні джерела – це власні кошти засновників та кошти працівників, а зовнішні, переважно, кошти з Державного бюджету (для бюджетних установ), банківські ресурси та кредиторські кошти [4, 169].

Можлива загроза банкрутства аграрних підприємств діагностується за загальними принципами, поетапно, тобто актуальний стан підприємства та причини, що визначили такий стан, поступово конкретизуються. На першому етапі дослідження здійснюється оцінка фінансового стану підприємств та загрози банкрутства, шляхом застосування інтегрованої моделі, що сприяє досягненню узагальненої оцінки стану.

Перший етап виявлення проблем втрати платоспроможності та банкрутства починається судовим процесом, під час якого виникає необхідність доказу неплатоспроможності підприємства, тому для початку необхідно надати повний пакет документів до суду, що доводять факт неплатоспроможності.

На другому етапі проводиться аналіз відносних фінансових показників підприємства з метою діагностики проблемних сторін підприємства.

Третій етап, передбачає проведення аналізу вже абсолютних фінансових показників. Дана операція спрямована на з'ясування причин, які призвели підприємство в неналежний стан, а бо в перспективі можуть привести до банкрутства. В результаті проведеного аналізу стану підприємства встановлюються масштаби кризи, фактори її активності, що дозволяють суттєво виділити заходи щодо попередження банкрутства з можливого пріоритетного комплексу внутрішніх та зовнішніх заходів.

План фінансового оздоровлення підприємства розробляється в тому випадку, коли об'єкт господарювання втратив здатність відповідати за зобов'язаннями та вчасно погашувати заборгованості [5].

Процес фінансового оздоровлення аграрного підприємства складається з декількох етапів, що зображені на рис. 1.



Рис. 1. Етапи фінансового оздоровлення підприємства (розроблено автором на основі [5])

Стадія кризи або неплатоспроможності підприємства визначається шляхом оцінки його фінансово-економічного. Залежно від отриманих результатів виникає необхідність

діагностики або загального глибокого дослідження всіх можливих та присутніх причин виникнення кризової ситуації на підприємстві.

Виходячи з того в якій стадії неспроможності чи нестійкості знаходиться об'єкт дослідження, визначається характер заходів:

- ✓ добровільний - у разі якщо рішення про запровадження заходів фінансового оздоровлення розглянуто, прийнято і здійснюється на рівні підприємства;
- ✓ примусовий - у випадку, коли заходи щодо фінансового оздоровлення введено на підприємстві рішенням арбітражного суду із призначенням адміністративного керуючого, тобто у рамках процедури визнання підприємства-боржника банкрутом[6].

У випадку, коли підприємство визнане банкрутом, всі учасники процесу повинні реалізувати (або реорганізувати) підприємства повністю. Поділ права власності на підприємстві має виникати тільки в тому випадку, коли повна реорганізація компанії виявилася неможливою з об'єктивних причин. Переваги збереження цілісності аграрної компанії при її продажу, злитті чи іншому способі реорганізації:

- збереження спеціалізації підприємства з виробництва конкретних видів товарів;
- ціна на всю компанію буде вищою, ніж при її дробленні та подальшого продажу часток;
- обсяг коштів, необхідних на проведення заходів з ліквідації наслідків проблем соціального характеру у зв'язку з ліквідацією компанії мінімальний.

Банкрутство підприємств аграрного сектору передбачає ліквідацію об'єкта господарювання лише в крайніх випадках, а в усіх інших ситуаціях надається перевага фінансовому оздоровленню.

Слід зауважити, що розробка стратегії фінансового оздоровлення є доцільною тільки для компаній з високим потенціалом відновлення нормального режиму функціонування, отримавши підтримку ззовні.

Завдання, які вирішуються механізмом банкрутства:

1) Зачищення ринку від «фіктивних» підприємств. Існує 2 моделі виробництва в аграрному секторі: «зниклі боржники» та «двійники». В першому випадку, підприємство функціонує без будь-якого підтвердження своєї діяльності через повну відсутність виробничих показників. В другому випадку, «двійники» створюються з метою ухилення від уплати боргів. На їх балансі відсутні будь-які активи, а боргові зобов'язання збільшуються.

2) Вирішення проблеми зайнятості населення громад. Шлях вирішення - створення та проведення навчальних програм та програм перепідготовки. Мають додатково розроблятися механізми надання підтримки кредитній кооперації. Оскільки майже всі аграрні підприємства мають статус селоутворюючих (на них так чи інакше працює більша частина всього працездатного населення муніципального освіти), то їх ліквідація викличе гострі труднощі, що вимагають оперативних та точних впливів.

3) Банкрутство аграрних компаній зі збереженням профілю активів. Так як на ринку існують не тільки «фіктивні» підприємства, а й ті, що реально здійснюють виробничу діяльність, але яка не відповідає вимогам ринку ступенем ефективності, під процедуру банкрутства повинно підпадати кожне. Здійснюючи спостереження та фінансове оздоровлення підприємств, арбітражний керівник має сформулювати список причин, внаслідок яких утворилася неспроможність, а також дати рекомендації щодо їх усунення. Якщо ці завдання виконані арбітражним керуючим у повному обсязі, то з'являється перспектива збереження підприємства саме у тому вигляді, в якому воно функціонувало раніше (з тими ж спеціалізацією та профілем). Саме тому при підготовці до реалізації всього майна, яке має компанія сільськогосподарського сектора, потрібно акумулювати у статутному капіталі організації всі її земельні паї.

4) Вирішення проблеми, що виникає у зв'язку з необхідністю підтримувати в належному стані інфраструктурні об'єкти. Шляхи вирішення – передача інфраструктурних об'єктів, за які раніше відповідало аграрне підприємства, на баланс місцевих органів властності, за рахунок чого зменшується об'єм робіт під час проведення процедури банкрутства та зберігається мінімальний рівень функціонування інфраструктури різного призначення (соціального, інженерного, виробничого и т.д.) [7].

5) Збереження активів, власниками яких є юридичні особи агросектору. У зв'язку з тим, що часто підприємства, що здійснюють виробництво товарів в аграрному секторі, не мають у власності землі, а лише орендують її, є доцільним розширити перелік компаній, які мають пріоритетне право на придбання земельного майна підприємства, що реорганізується, включивши в нього всі аграрні організації регіону.

6) Створення інвестиційно привабливих умов. Залежно від того, наскільки суттєво буде зменшено неспроможність реорганізованої компанії, зовнішні інвестори виявлятимуть абсолютно різний інтерес до придбання та подальшого управління аграрним виробництвом. Якщо заходи щодо зниження неплатоспроможності будуть проведені успішно, то обсяг бюджетних витрат на вирішення проблем, що виникають під час банкрутства, зменшиться.

В рамках даного дослідження розробка стратегії фінансового оздоровлення розглядається, як процес, в якому беруть участь кожне зацікавлене обличчя (від власника до кредитора). Тому, розглянемо стратегію, яка включає в себе 8 можливих кроків, які спрямовані на покращення фінансового становища аграрного підприємства та відновлення його платоспроможності або проходження процедури банкрутства за максимально простим механізмом.

- I. Перший крок. На цьому етапі активну участь має прийняти територіальний податковий орган, у якого стоїть мета виявлення підприємств-боржників. Для цього, контролюючий орган надає комісії, створеній з метою реформувати неплатоспроможні аграрні підприємства, всі відомості про підприємства, які не надають звітність за результатами діяльності. Таким чином, виявляються всі боржники, серед яких і підприємства - «двійники». Комісія аналізує мету створення кожного підприємства на результатах звітності аграрних підприємств, та визначає які з них створювались як механізм відведення від материнської організації.
- II. На другому етапі комісія займається формування списку фіктивних підприємств та надає їх до територіального податкового органу, який, в свою чергу, ініціює спрощенні процедури банкрутства.
- III. Третій крок відповідає за подальшу долю підприємства найбільшою мірою. Спрощованій процедурі банкрутства підлягають лише підприємства, в яких низька ефективність діяльності. Ліквідації підвернені лише ті організації, які повністю втратили спроможність вести діяльність з фінансово-економічної точки зору. В усіх інших випадках, на підприємство накладається процес реорганізації с метою удосконалення ефективності менеджменту.
- IV. На четвертому етапі, з метою отримати дисконт за боргами підприємств, по відношенню яких відбувається реорганізація, члени комісії проводять переговори з конкурсними кредиторами. Даній крок з фінансово-економічної точки зору передбачає довгострокові перспективи розвитку, адже за рахунок дисконтування боргів, в майбутньому інвестиційна привабливість підприємств зросте. Це відбувається через вивільнення частки коштів, накопичених на балансі як кредиторська заборгованість та використання таких коштів для вдосконалення виробничого процесу, модернізування та розвитку підприємства в цілому.
- V. Крок п'ятий. Щоб акумулювати всі земельні паї у статутному капіталі підприємств сільськогосподарського сектора, які мають борги, члени спеціальної комісії

починають роботу роз'яснювального характеру з особами та компаніями, які мають право власності на цю землю. Якщо така діяльність буде здійснюватися успішно, то компанія збережеться як єдине ціле перед реалізацією, внаслідок чого при конкурсному виробництві цей крок має здійснюватися обов'язково.

- VI. Шостий крок. Відбувається формування відповідної інструкції з реалізації майна, яким володіє підприємство. Документ повинен містити детально описані та повною мірою обґрунтовані вказівки на подальші дії. Вся процедура шостого кроку повинна бути висвітлена в ЗМІ.
- VII. На 7 етапі відбувається законодавче підтвердження норм стосовно субсидування. Всі кошти, які у вигляді субсидій могли надходити до підприємства, що ліквідується, передаються до територіальної громади. Це дозволить вирішити питання працевлаштування звільненого в результаті ліквідації населення. Напрямок використання фінансових ресурсів визначається комісією з урахуванням специфіки та індивідуальності умов. Кошти, які були зарезервовані, частково можуть бути спрямовані на створення та подальше стимулювання активності підприємницького характеру у населення територіальної громади. Тут слід сконцентрувати зусилля на створенні цехів, де була б можливою первинна переробка продукції сільськогосподарського сектора, на створенні пунктів, де здійснюватиметься первинна переробка лісу, стимулювання надання туристичних послуг. Крім того, субсидії, що надаються територіальній громаді можуть використовуватися для пільгових кредитів селянам, які готові надати зайнятість іншим жителям. За наявності високого попиту на ці кошти їх розподіл повинен відбуватися на конкурсній основі, причому в перелік критеріїв як один з основних обов'язково має включатись кількість створюваних для мешканців села робочих місць [8, с.223].
- VIII. Останній восьмий крок розглядає фінансову сторону оздоровлення. Якщо новостворене у сільській місцевості підприємство аграрного профілю передбачило у своєму штаті робочі місця для мешканців конкретного села, то протягом початкового періоду свого функціонування воно має бути звільнене від податків, які мають як місцевий, так і регіональний характер. Тут потрібно врахувати, що податкові відрахування можуть поширюватися лише на ті результати, які були сформовані внаслідок діяльності у межах конкретної території. Щоб підтримувати інфраструктуру села на рівні, придатному для виконання своїх основних функцій, слід створити резерв для проведення фінансування робіт, під час яких інженерна та соціальна інфраструктура територіальної освіти піддається реорганізації. Резерв формується рахунок доходів від реалізації складових конкурсної маси аграрного підприємства-банкрута. Існують такі можливі вектори застосування засобів: доведення мереж інженерного призначення до стану, що відповідає стандартам, а також формування муніципальних підприємств, до переліку завдань яких входить підтримання нормального стану інфраструктури та її експлуатація [8, с.224].

Висновки. Незважаючи на те, що в тексті Закону Про відновлення платоспроможності боржника або визнання його банкрутом неодноразово підкреслюється важливість здійснення заходів щодо попередження банкрутства боржника, відновлення його платоспроможності, на практиці, в переважній більшості випадків, процедура банкрутства закінчується конкурсним виробництвом та подальшою ліквідацією такого підприємства.

В ході дослідження було представлено потенційні рішення проблем неплатоспроможності підприємств, розроблено стратегію виведення об'єкта зі стану банкрута та зроблено оцінку кожного етапу оздоровлення.

Всі заходи в рамках стратегії оздоровлення аграрного підприємства можуть досить суттєво скорегувати державну програму, яка має допомагати підприємствам-боржникам

фінансово оздоровитись. На даний момент, питання розробки стратегій фінансового оздоровлення стоїть достатньо гостро, адже саме зараз неплатоспроможність підприємств аграрної сфери набуває масштабів, що може призвести в майбутньому до повного занепаду вітчизняного аграрію.

Список використаної літератури:

1. Демченко О. В. Фінансове оздоровлення сільськогосподарських підприємств в умовах кредитної рестрикції. *Інноваційна економіка*. 2013. № 2. С. 289–298.
2. Кірдіна О. Г., Боровик Ю. Т. Основні аспекти фінансового оздоровлення підприємств. *Економіка підприємства: Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2012. № 40. С. 176–180.
3. Процьків О. П. Особливості фінансової стратегії щодо подолання кризового стану підприємства. *Державний інформаційний бюлетень*. 2013. С. 18–25.
4. Левченко Н. М. Джерела фінансового оздоровлення підприємств в аспекті чинного законодавства. *Держава та регіони (Серія: Економіка та підприємництво)*. 2006. № 5. С. 169–172.
5. Акімова Е. В. Финансовое оздоровление организации: основные моменты. *Справочник экономиста*. 2015. № 2. С. 10
6. Закон України «Про відновлення платоспроможності боржника або визнання його банкрутом» від 14.05.1992 № 2343-ХІІ.
7. Радыгин А. Д., Гонтмахер А. Е., Кузык М. Г. *Институт банкротства: становление, проблемы, направления реформирования*. М.: ИЭПП-СЕРРА, 2015. – 238 с.

References:

1. Demchenko O. V. Financial recovery of agricultural enterprises in terms of credit restriction. *Innovative economy*, 2014, 2, P. 289–298.
2. Kirdina O. H., Borovik T. Yu. Basic aspects of financial recovery of enterprises. *Enterprise Economics: Bulletin of Transport Economics and Industry*, 2012, 40, P. 176–180.
3. Protskiv O. P. Features of financial strategy to overcome the crisis of the enterprise. *State Information Bulletin*, 2013, P. 18–25.
4. Levchenko N. M. Sources of financial recovery of enterprises in the aspect of current legislation. *State and Regions*, 2006, 5, P. 169-172.
5. Akimova E. V. Financial recovery of the organization: main points. *Handbook of economists*, 2015, 2, P. 10.
6. Law of Ukraine “On Restoration of Debtor's Solvency or Recognition of Debtor's Bankruptcy” of May 14, 1992 № 2343-XII.
7. Radygin A. D., Gontmacher A. E., Kuzyk M. G. *Institute of bankruptcy: formation, problems, directions of reforming*. M. IEPP-СЕРРА, 2015. P. 238.
8. Israfilov N. T. System of measures of financial improvement of agrarian enterprises. *Economic sciences*, 2018, 51, P. 220–225.

Надійшла до редакції 21.10.2021р.

Татаринцева Юлія Леонідівна, кандидат економічних наук, доцент кафедри обліку і фінансів; ORCID:0000-0003-2910-9280; тел. +38(066)22-75-765; 7518618@gmail.com; Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002;

Пушкар Олександр Іванович, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерних систем і технологій; ORCID:0000-0003-3592-3684; тел.+38(057) 702-18-37; aipvt@ukr.net;

Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця, пр. Науки, 9-а, Харків, Україна, 61166;

Шевченко Марина Миколаївна, кандидат економічних наук, доцент кафедри обліку і фінансів; ORCID: 0000-0003-2165-9907; marina.shevchenko@khp.edu.ua;

Осіпова Світлана Костянтинівна, кандидат економічних наук, доцент кафедри обліку і фінансів; ORCID:0000-0002-2381-1901; тел. +38(097)894-47-07; svitlana.osipova@khp.edu.ua;

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002

ВПЛИВ УПРАВЛІННЯ КОРПОРАТИВНОЮ КУЛЬТУРОЮ В МЕРЕЖІ НА ФІНАНСОВІ РЕЗУЛЬТАТИ ПІДПРИЄМСТВА

Анотація. У статті обґрунтовані методичні рекомендації з управління корпоративною культурою підприємства в мережі. Доведено значущість формування корпоративної культури не лише всередині підприємства, а й поширенні інформації про ці процеси назовні, зокрема на сторінках фірмових сайтів та соціальних мереж. Завдяки запропонованим рекомендаціям, підприємство може комплексно підходити до поширення власних цінностей, стандартів, переваг в мережі, формувати необхідний імідж, що впливає на фінансові результати. Уточнено сутність споріднених понять до «корпоративної культури» та встановлено їх взаємозв'язок. Узагальнені основні принципи формування корпоративної культури. Доведено, що управління корпоративною культурою підприємства в мережі відповідає сучасним запитам ринку, необхідно не лише для підтримки лояльності бренду, збільшення обсягів продажів, але і для залучення коштів інвесторів.

Ключові слова: корпоративна культура, фінансові результати, управління, соціальна відповідальність, імідж, позиціонування бренду, PR, SERM, управління репутацією, інвестиції, цифровий маркетинг, Інтернет, он-лайн торгівля

Tataryntseva Yuliia Leonidivna, Candidate of Economic Sciences, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Accounting and Finance; ORCID: 0000-0003-2910-9280; tel. +38 (066) 22-75-765; 7518618@gmail.com;

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute". street Kirpycheva, 2, Kharkiv, Ukraine, 61002;

Pushkar Oleksandr Ivanovych, Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Computer Systems and Technologies; ORCID: 0000-0003-3592-3684; tel. +38 (057) 702-18-37; aipvt@ukr.net;

Kharkiv National University of Economics named after S. Kuznetsa, 9a Nauki Ave., Kharkiv, Ukraine, 61166;

Shevchenko Maryna Mykolayivna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Accounting and Finance; ORCID: 0000-0003-2165-9907; marina.shevchenko@khp.edu.ua;

Osipova Svitlana Kostiantynivna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Accounting and Finance; ORCID: 0000-0002-2381-1901; tel. +38 (097) 894-47-07; svitlana.osipova@khp.edu.ua;

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute". street Kirpychova, 2, Kharkiv, Ukraine, 61002

THE IMPACT OF CORPORATE CULTURE MANAGEMENT IN THE NETWORK ON THE FINANCIAL RESULTS OF THE FIRM

Abstract. The article substantiates the methodological recommendations for managing corporate culture in the network. The importance of forming a corporate culture not only within the company, but also the dissemination of information about these processes outside, in particular on the pages of branded sites and social networks. Thanks to the proposed recommendations, the company can take a comprehensive approach to the dissemination of its own values, standards, preferences in the network, to form the necessary image that affects the financial results. The essence of related concepts to "corporate culture" is clarified and their interrelation is established. The basic principles of formation of corporate culture are generalized. It is proved that the management of corporate culture in the network meets modern market demands, it is necessary not only to maintain brand loyalty, increase sales, but also to attract investors.

Keywords: corporate culture, financial results, management, social responsibility, image, brand positioning, PR, SERM, reputation management, investment, digital marketing, Internet, online commerce

Татаринцева Юлія Леонидовна, кандидат економічних наук, доцент кафедри учета и финансов; ORCID: 0000-0003-2910-9280; тел. +38 (066) 22-75-765; 7518618@gmail.com;

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт». ул. Кирпичева, 2, Харьков, Украина, 61002;

Пушкар Александр Иванович, доктор економічних наук, профессор, заведуючий кафедрой компьютерных систем и технологий; ORCID: 0000-0003-3592-3684; тел. +38 (057) 702-18-37; aipvt@ukr.net;

Харьковский национальный экономический университет им. С.Кузнеця пр. Науки, 9, Харьков, Украина, 61166;

Шевченко Марина Николаевна, кандидат економічних наук, доцент кафедри учета и финансов; ORCID: 0000-0003-2165-9907; marina.shevchenko@khpi.edu.ua;

Осипова Светлана Константиновна, кандидат економічних наук, доцент кафедри учета и финансов; ORCID: 0000-0002-2381-1901; тел. +38(097)894-47-07; svitlana.osipova@khpi.edu.ua;

Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт". ул. Кирпичева, 2, Харьков, Украина, 61002

ВЛИЯНИЕ УПРАВЛЕНИЯ КОРПОРАТИВНОЙ КУЛЬТУРОЙ НА ФИНАНСОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация. В статье обоснованы методические рекомендации по управлению корпоративной культурой в сети. Доказана значимость формирования корпоративной культуры не только внутри фирмы, но и распространение информации об этих процессах во внешнюю среду, в частности, на страницах фирменных сайтов и социальных сетей. Благодаря предложенным рекомендациям предприятие может комплексно подходить к распространению собственных ценностей, стандартов, преимуществ в сети, формировать необходимый имидж, влияющий на финансовые результаты. Уточнена сущность родственных понятий к «корпоративной культуре» и установлена их взаимосвязь. Обобщены главные принципы формирования корпоративной культуры. Доказано, что управление корпоративной культурой в сети отвечает современным запросам рынка, необходимо не только для поддержания лояльности бренда, увеличения объемов продаж, но и для привлечения средств инвесторов.

Ключевые слова: корпоративная культура, финансовые результаты, управление, социальная ответственность, имидж, позиционирование бренда, PR, SERM, управление репутацией, инвестиции, цифровой маркетинг, Интернет, он-лайн торговля.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими або практичними завданнями. Сучасні умови господарювання, цифровізація економіки, динаміка зовнішніх факторів, підвищення компетентнісного рівня персоналу, зростання його громадянської зрілості сприяли розвитку корпоративної культури та вимагають від менеджменту перегляду традиційних управлінських теорій та способів регулювання трудової поведінки. Управлінські служби змінили ставлення до культури організації та активніше стали використовувати її як фактор підвищення конкурентоспроможності, ефективності виробництва та управління. Актуальною проблемою на сучасному етапі є відсутність методичних рекомендацій щодо управління корпоративною культурою підприємства в цифровому середовищі, це стосується як внутрішньо-фірмових процесів, зокрема використання сучасних інструментів формування корпоративної культури в компанії, так і зовнішніх – інструментів формування репутації, іміджу, позиціонування. Особливої уваги заслуговують питання впливу управління корпоративною культурою в мережі на фінансові результати підприємства.

Актуальність. Управління корпоративною культурою підприємства в цифровому середовищі є актуальною і важливою темою дослідження, оскільки вдале управління має свій вплив на зростання бази покупців та збільшення продажів, посилення інтересу у потенційних інвесторів до залучення капіталу, що в сукупності впливає на фінансові результати діяльності компанії. Як відмічають науковці [1,2] без відповідної корпоративної культури, що підтримує цифрові трансформації, такі як перехід бізнесу до он-лайн торгівлі, компанії приречені на провал. Дослідження, проведене McKinsey, показало, що формування відповідної корпоративної культури є найбільшою проблемою для компаній, які намагаються досягти своїх цифрових пріоритетів, а опитування підприємств роздрібною торгівлі виявило, що 80 % цифрових лідерів намагалися змінити корпоративну культуру, при переході до он-лайн торгівлі [1].

Формулювання мети статті. Метою статті є розробка методичних рекомендацій щодо управління корпоративною культурою підприємства в мережі з урахуванням впливу цих процесів на фінансові результати фірми.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких покладений початок вирішенню даної проблеми і на які спирається автор. Пітерс Т., Уотерман Р. [2] у своїх дослідженнях виявили зв'язок між корпоративною культурою та успіхом у роботі підприємства, описавши управлінську практику успішних фірм та виявивши ряд вірувань та цінностей культури, які призвели підприємства до успіху. В узагальненому вигляді зв'язок між культурою та фінансовими результатами діяльності підприємства була представлена в моделі американського соціолога Парсонса Т. Ця ідея була розвинена і конкретизована Квіном Р. та Рорбахом Дж. у їхній моделі «Конкуруючі цінності та організаційна ефективність» [3], що пояснює вплив тих чи інших цінностей ефективність діяльності підприємства. На сучасному етапі корпоративну культуру стали визнавати основою життєвого потенціалу підприємства [4]. В умовах цифровізації бізнесу багато авторів, таких як Федоренко М. [5], Логвиновська В.Д., Трубнікова Н.В. [6], Васильєва Є.В. [7], Орта М. [8], Хрульов А. [9], фокусують свою увагу на питаннях трансляції корпоративної культури в зовнішнє он-лайн середовище.

Виклад результатів дослідження. Коронавірус прискорив цифровізацію економіки в 10 разів [10]. Покупці споживають дедалі більше товарів та послуг у цифровому форматі: з початку березня 2020 кількість пошукових запитів зі словами «он-лайн покупки» та «як купувати в Інтернеті» по всьому світу зростає вдвічі. В таких умовах більшість компаній змушені перейти до ведення бізнесу в Інтернеті. Он-лайн бізнес має свої особливості, зокрема, необхідність формування компанією корпоративної культури в мережі. Сучасні покупці віддають перевагу компаніям, які пропонують не лише низьку ціну та добру якість товару, але й є взірцем доброчесності, транслюють цінності, що близькі покупцям. Управління корпоративною культурою стає чинником конкурентоспроможності. Як відмічає Федоренко Д. [5], в умовах кризи, компаніям, як ніколи необхідно сформувати додаткову цінність бренду та використовувати соціальне повідомлення для нівелювання репутаційних ризиків та побудови лояльності. Покоління Z хоче змінювати світ і обирає продукти компаній, чії цінності їм важливі [5]: 6 з 10 представників покоління Z віддають перевагу брендам, які виборюють права людини. Для Z-покоління не так важлива ціна продукту або його популярність, скільки його місія та спільні з ним цінності. Для компаній важливо робити акцент на соціальній місії для формування «love mark» у довгостроковій перспективі. Сучасні реалії показали, що це важливо, як ніколи, і прибутковими залишаються ті компанії, які доводять свою соціальну відповідальність. В сучасних умовах функціонування підприємств роль соціально-відповідального маркетингу значно зростає, адже психологічний аспект відчуття «причетності до доброї справи» у споживача стає комерційно вигідним для виробника.

Таким чином перед компаніями постають задачі формування в мережі такого іміджу, що відповідає цінностям споживача, є позитивним з різних точок зору, причому ці процеси мають відбуватись як он-лайн та к і офф-лайн. Формування іміджу – це зовнішній прояв тих процесів, що відбуваються всередині компанії (офф-лайн), починаючи від товарної пропозиції, закінчуючи спілкуванням покупця із менеджером в мережі (он-лайн). Для забезпечення єдиної поведінкової лінії менеджерів, впровадження єдиних стандартів, сповідання спільних цінностей формується корпоративна культура всередині компанії, яка має проявлятися назовні – в мережі Інтернет, як один з чинників конкурентоспроможності фірми. Основою життєвого потенціалу компанії можна вважати корпоративну культуру [13]: заради чого люди стали членами організації; те, як будуються стосунки між ними; які стійкі норми та принципи життя та діяльності організації вони поділяють; що, на їхню думку, добре, а що погано та багато іншого з того, що відноситься до цінностей та норм. Все

це не тільки відрізняє одну компанію від іншої, але і суттєво визначає успіх функціонування та виживання організації у довгостроковій перспективі. Якщо можна говорити про те, що організація має душу, то цією душею є корпоративна культура.

Основна функція корпоративної культури – створити відчуття ідентичності всіх членів організації. Не можна говорити про організацію, якщо вона не створюватиме свого власного внутрішнього простору, особливої внутрішньо-організаційної атмосфери та вирішуватиме завдання внутрішньої інтеграції (створення цілісності). Саме корпоративна культура фіксує основні завдання організації із зовнішньої адаптації та внутрішньої інтеграції. Якщо ми ставимо завдання трансляції корпоративної культури в мережу, то виникає сукупність споріднених понять до «управління корпоративної культури»:

- управління соціально-відповідальним маркетингом (корпоративною соціальною відповідальністю [12], соціальною відповідальністю [13]);
- управління корпоративною культурою [6,8,15,17] (корпоративною стійкістю [12], організаційною культурою, підприємницькою культурою [13]),
- управління іміджем [12,16];
- управління позиціонуванням бренду [14];
- управління репутацією в Інтернеті (*Search engine reputation management (SERM)*) [7,9];
- PR (public relations).

Необхідно уточнити сутність цих понять та встановити їх взаємозв'язок.

1. Корпоративна культура – є система формальних і неформальних правил і норм діяльності, що складаються з традицій, звичаїв, колективних та індивідуальних інтересів, цінностей, символів, переконань, обрядів, зразків поведінки членів організації [13]. Існують і інші визначення, проте нам важливо зрозуміти його сутність у загальному сенсі. До основних елементів корпоративної культури відносять: місію, стратегію та цілі; стиль лідерства та керівництва; культуру праці; організаційна етика; культура якості.

2. Соціальна відповідальність – концепція, своє відображення в якій знаходять добровільні рішення підприємств, щодо участі у соціальному розвитку трудового колективу, покращенні суспільства та захисту навколишнього середовища. Сутність соціальної відповідальності бізнесу зводиться до того що, крім дотримання законів та виробництва якісного продукту/послуги, компанія у добровільному порядку бере на себе додаткові зобов'язання перед суспільством. Соціальна відповідальність може бути зовнішньою та внутрішньою, а також здійснюватися на різних рівнях ієрархії (правова, економічна, етична, філантропічна).

Цікава думка Лавскої В. [12] яка відмічає, що корпоративна соціальна відповідальність малих компанії відрізняється від великих, по-перше, креативністю ідей, а по-друге, масштабом впливу (суспільство – окремі люди). Наприклад, у межах управління корпоративною стійкістю компанії Lavska Story компанія запустила проект – «На шляху до успіху. Депресія». Мета – привернути увагу до проблеми психологічного здоров'я кожного, хто проходить свій шлях до успіху. Масштаб більшою мірою впливає на окремо взятую людину, не на спільноту.

Багато дослідників [12,17] вказують на наявність взаємозв'язку між корпоративною культурою та соціальною відповідальністю бізнесу. Вважається, що корпоративна культура виступає як своєрідний компас, що дозволяє обрати правильний тип соціально відповідальної поведінки, необхідної для якісного вдосконалення параметрів соціальної відповідальності. Корпоративна культура – є своєрідною основою формування системи корпоративної соціальної відповідальності.

3. Управління іміджем. Як відмічає Гаспарович Є. [12], поняття «іміджу» – є зовнішньою стороною, по відношенню до поняття «корпоративної культури». У випадках, коли йдеться про організацію в цілому, доречно використовувати поняття «корпоративна культура», «організаційна культура» та «культура організації» як ідентичні. У разі ж, коли

йдеться саме про враження, що справляє компанія на стороннього спостерігача, краще скористатися поняттям «імідж». Імідж завжди відображається у позиціонуванні бренду [14] і є відображенням характеру компанії. Імідж товару передається через назву, зовнішній вигляд, слоган, властивості торгової марки через те, як вона спілкується зі споживачами і як підтримує ключові цінності суспільства.

4. Управління позиціонуванням бренду. Поняття «позиціонування бренду» має схожість із поняттям «іміджу компанії». Позиціонування – це те, як споживач сприймає бренд компанії, які образи та асоціації виникають у нього в голові при згадці її назви. Через позиціонування компанія показує основні властивості та якості товару, розповідає про проблеми, які вирішує товар/послуга та відображає для кого вони призначені. Питання позиціонування безпосередньо пов'язані з довірою, лояльністю споживачів та бажанням придбати продукти бренду. Навіть якщо у компанії питанням позиціонування бренду не приділяється достатньо уваги, у людей все одно формується імідж бренду. Тому краще управляти цим процесом. Крім того, позиціонування важливе і для співробітників компанії. Коли персонал є частиною бренду, вони краще розуміють у чому цінність бренду і як краще донести її до споживача.

5. Управління репутацією в Інтернеті (*Search engine reputation management (SERM)* – комплекс заходів, спрямованих на створення та підтримку позитивного іміджу компанії серед користувачів он-лайн ресурсів. SERM складається з таких етапів: вивчення, моніторинг інформації про організацію в мережі; опрацювання негативу (обробка негативу, нарощування маси позитивних відгуків, при неможливості виправити ситуацію на існуючих сторінках у соцмережах – створення нових та формування мереж з нуля, робота з негативом на правовому рівні, аж до створення позовів на наклеп); дії, спрямовані на покращення іміджу, збільшення позитивних відгуків; заходи, спрямовані на постійне покращення та стабільність позитивної ситуації в мережі.

Існує відмінність понять «репутації» та «іміджу». Імідж організації – це її образ, сформований в свідомості споживачів. Образ формується після будь-яких взаємовідносин з компанією, за будь-якої її згадки в конкретному контексті. Якщо ж про фірму складається позитивна думка, це допоможе залучити нових клієнтів та партнерів.

Репутація – це оцінка створеного образу (іміджу) компанії. Управління репутацією – це вторинний процес управління вже розкритих образів, управління іміджем – це первинне настроювання масової свідомості шляхом створення цього образу.

6. PR (public relations) – діяльність компанії, яка спрямована на підтримку позитивних та сприятливих відносин із громадськістю. Це означає використання комплексу заходів для впливу на громадську думку з метою переконання цільової аудиторії в тому, що компанія діє виключно в її цілях, тобто заради її комфорту та благополуччя. Саме ці заходи сприяють формуванню позитивного іміджу організації шляхом переконання громадськості в тому, що діяльність фірми в першу чергу спрямована на покриття потреб ринку та задоволення покупців, а не для отримання прибутку. Позитивний імідж, у свою чергу, допоможе досягти поставленої мети компанії.

Взаємозв'язок досліджуваних понять представлено на рис. 1.

Ми можемо зробити висновок, що поняття корпоративної культури – це більш глибоке та фундаментальне, ніж інші. Всі споріднені поняття «працюють» на поширення корпоративної культури в мережі. Спочатку формується корпоративна культура, і вже далі її вираження в мережі набуває чинності шляхом створення і трансляцією іміджа в Інтернеті, позиціонуванням бренду, PR, SERM, соціальною відповідальністю. Без наявної корпоративної культури в компанії не можливо говорити, наприклад, про імідж, оскільки при першій взаємодії із представником фірми (носієм корпоративної культури) покупець оцінить фіктивність чи справжність заявлених слоганів та обіцянок компанії. Це пов'язано із тим, що взаємодія клієнтів із компанією починається із спілкуванням з персоналом,

ЕКОНОМІКА

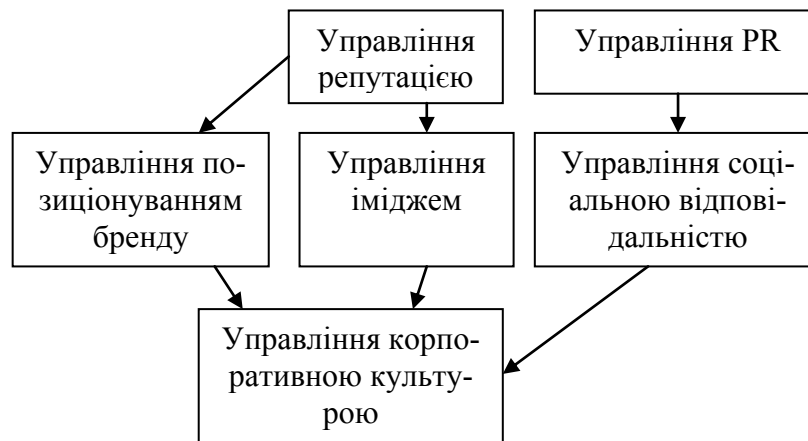


Рис. 1. Взаємозв'язок споріднених понять із «управління корпоративною культурою»

який є транслятором внутрішньо-фірмової культури та цінностей. Якщо імідж можна створити наявністю відгуків, статей, на сайті, то корпоративна культура відчувається у безпосередньому контакті зі співробітниками (їх ввічливістю, спроможністю вирішувати проблеми, доброзичливістю, професіоналізмом). Це все забезпечується попередньою роботою із персоналом компанії. Як відмічає Гаспарович Є. [12] корпоративна культура формується та змінюється у процесі людської діяльності. Носієм корпоративної культури є персонал. У компаніях із усталеною корпоративною культурою вона стає частиною організації, що впливає на поведінку працівників та надає одноманітність спільних дій людей. Наявність і якість корпоративної культури тестується користувачем вже під час першого контакту із менеджером.

Узагальнення наукової літератури дозволило сформувані основні принципи формування корпоративної культури:

- орієнтація на клієнта; Щоб досягти успіху в епоху цифрових технологій, в першу чергу мають розвивати культуру, орієнтовану на клієнта [1]. Цей принцип, на нашу думку має бути покладено в основу розробку формування корпоративної культури в мережі. Клієнти очікують відмінного користувацького досвіду, персонально адаптованого до їх власних унікальних потреб та уподобань. Збір даних та технології роблять це можливим, але організації також повинні забезпечити зміну своєї культури, щоб зосередитись на потребах клієнта, а не на потребах бізнесу. За статистичними даними 2021 р., поганий користувацький досвід обходиться підприємствам у трильйони доларів через втрачену вигоду та занедбані проекти [1]. Компанії повинні враховувати інтереси клієнта в кожному зі своїх основних процесів, від розробки продукту до продажу, маркетингу та обслуговування клієнтів. Немає сенсу будувати стратегію з урахуванням новітніх технологій, якщо вони насправді вирішують проблеми клієнтів [18]. Створюючи корпоративну культуру, орієнтовану на клієнта і розглядаючи клієнта в першу чергу, цифрові ініціативи мають значно більше шансів на успіх.

- відкритість до змін та ризику [15]; успішні компанії підтримують лідерів і новаторів з числа своїх співробітників, розвивають креативність, заохочують ризик, не намагаються жорстко контролювати персонал. При цьому достатньо дієвим інструментом виступають легенди та історії про власних геніїв [18].

- динамічність; Корпоративна культура не повинна завжди існувати у тому вигляді, як її визначили засновники компанії. Чим більше компанія, тим більше правил та винятків. Важливо адаптувати основні засади під новий етап розвитку. Цілі та цінності повинні перетворюватися з досвідом, який проходить команда. Таким чином вони органічно впишуться, будуть прийнятні, дозволяючи культурі процвітати.

- пошук актуальних цінностей; Уявлення про цінності почали змінюватись: на місце загальноновизнаних цінностей – дисципліна, слухняність, ієрархія, влада, приходять аб-

солотно нові – участь, саморозвиток, самовизначення, колектив, розкриття особи, творчість [17]. Конакова О.В. пропонує принцип поєднання гнучкості та жорсткості в організації [18]. З першого погляду, цей принцип може здатися парадоксальним, але найуспішніші компанії децентралізовані та централізовані водночас. Вони скоротили кількість регулюючих правил і процедур, відмовилися від тотального контролю та дали свободу дій співробітникам, але беззастережно дотримуються ключових цінностей, які мають для них першорядне значення. Процес управління корпоративною культурою в мережі має містити 2 частини: офф-лайн (робота з персоналом, соціальні ініціативи та ін.); он-лайн (трансляція результатів роботи в мережі) (рис. 1).

Трансляція корпоративної культури в зовнішнє середовище відіграє важливу роль. Комунікація здійснюється через сайт та соціальні мережі фірми, або через Інтернет канали інших організацій (форуми, портали, сайти-агрегатори та ін.). Сайт фірми та її соціальні мережі є частиною корпоративного стилю та інструментом трансляції корпоративної культури компанії у зовнішнє середовище. Мережевий ресурс компанії - це її візитна картка в Інтернеті.

На сучасному етапі сайти перестають бути «безмовними» візитками. Все частіше поняття «сайт» замінюється поняттям «Інтернет-представництво». Звичайні інформаційні сторінки перетворюються на інтернет-портали, де користувач може не тільки знайти інформацію про компанію, але й замовити продукцію, що зацікавила, а також поспілкуватися з фахівцями. Основна вимога до корпоративного представництва он-лайн полягає у його функціональності та відповідності до загальної маркетингової політики компанії. Помітно, що акценти у створенні корпоративних сайтів зміщуються із завдань самопрезентації на втілення різноманітних бізнес-моделей он-лайн. Виробляється якийсь стандарт представлення компаній в Інтернеті: сміливих дизайнерських рішень стає меншим, на перший план виходить функціональна структура, а не візуальні ефекти.

Аналізуючи вплив управління корпоративною культурою в мережі на фінансові результати діяльності підприємства можна виділити наступні підходи.

1. Вплив корпоративної культури на показники ефективності господарської діяльності фірми. У ході численних досліджень Денісоном [20] було виявлено, що існує багато взаємозв'язків між аспектами корпоративної культури та показниками ROI, ROA та ROS. Наприклад, замученість працівників та здатність до адаптації впливають на розвиток продукту та інновацій. Пристосованість та місія впливають на доходи, зростання продажу та частку ринку [20].

2. Вплив корпоративної культури на зростання ESG-рейтингу. Необхідно відмітити що управління корпоративною культурою має вплив не лише на збільшення прибутків компанії, але й на залучення коштів від інвесторів. Зростає значущість ESG-рейтингу компанії у світі та відповідального інвестування [11]. ESG рейтинг містить показники, за якими рейтинговими агентствами оцінюються екологічні та соціальні ризики бізнесу, а також ризики корпоративного управління в компанії (корпоративна етика, прозорість у податковій сфері, відсутність корупції, чесна конкуренція на ринку). Дані статистичних досліджень 2021 р. [11] підтверджують зростаючу тенденцію відповідального інвестування: 90% міленіалів планують збільшувати свої вкладення з урахуванням концепції відповідального інвестування протягом 5 років; 94% цінних паперів компаній орієнтованих на ESG показали більш високу прибутковість у 2020 році, ніж базові індекси; 75% інвесторів зацікавлене у відповідальному інвестуванні; спостерігається 100% приріст інвестицій в ESG у 2020 році.

3. Кількісний вплив корпоративної може бути розрахован через показник вартості її нематеріальних активів – гудвілл. Гудвілл включає вартість людського капіталу організації, який у загальному вигляді відображає сукупність знань, умінь, навичок, а також інвестицій в працівників, що підвищують їх здатність до праці. У сучасних умовах людський капітал стає найважливішим фактором економічного розвитку компанії та джерелом її значної

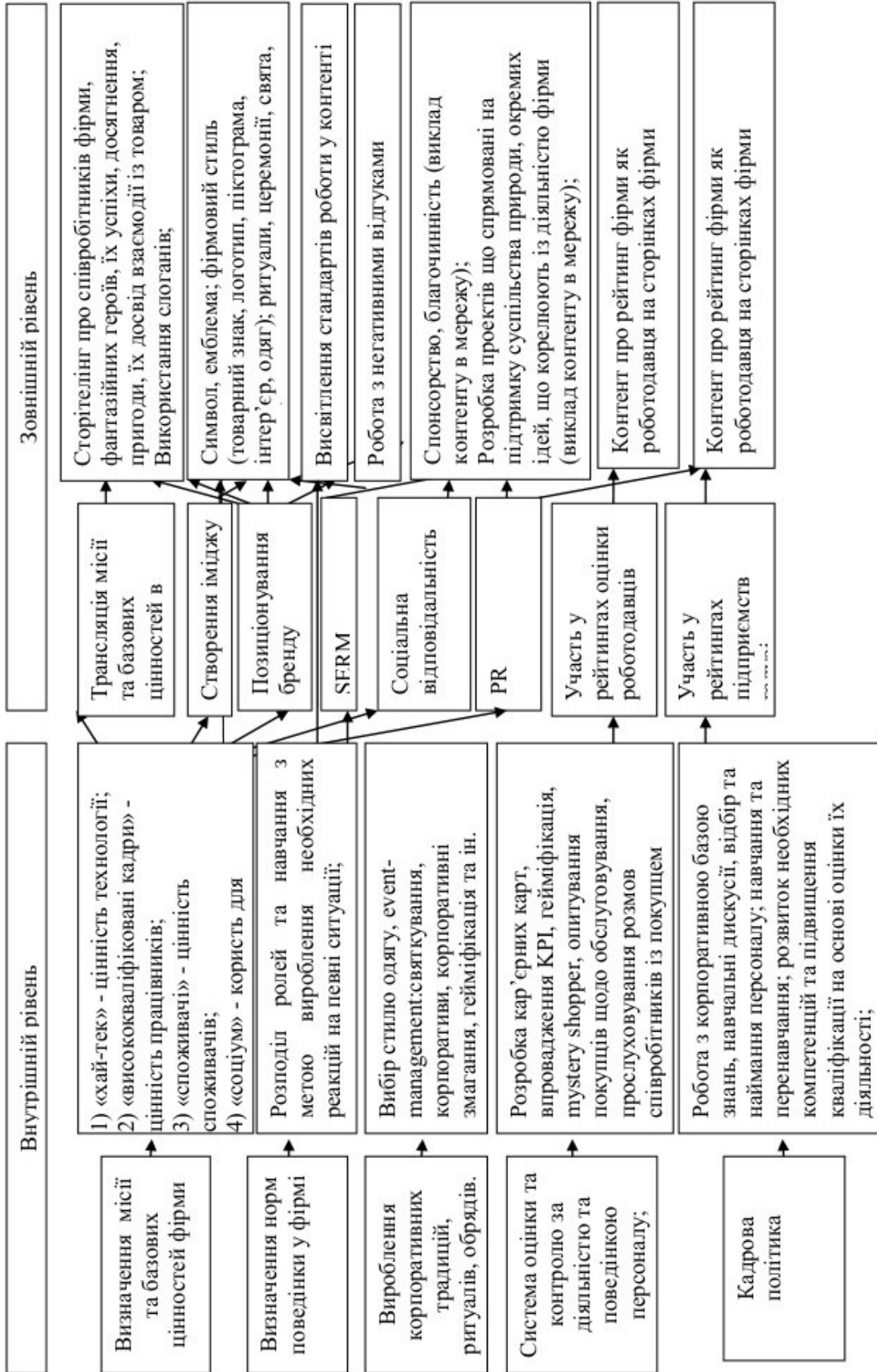


Рис. 2. Управління корпоративною культурою в мережі

конкурентної переваги [19]. Як відмічає Конакова О.В. [19] в поняття Гудвілл можна включати умовну вартість репутації, бренду, іміджу та фірмового стилю, ділових зв'язків, кваліфікації персоналу, інтелектуальної власності та інших нематеріальних активів фірми. Такі ключові елементи корпоративної культури, як місія та цілі компанії, знаходять своє відображення у стратегії розвитку. Опитування експертів показали, що наявність чітко сформульованої стратегії підвищує вартість капіталізації компанії в середньому на 18% [21]. Позиціонування бренду, що є одним із елементів корпоративної культури, також значною мірою позначається на ринковій вартості компанії. У звіті, опублікованому міжнародною консалтинговою групою Best Global Brands, представлений рейтинг найдорожчих глобальних брендів 2021 р. [22]. На першому місці знаходиться бренд компанії Apple, вартість якого експерти оцінили у \$408,251 млрд.долл., що становить 26 % від ринкової капіталізації у 2020 р. На другому місці в списку опинився бренд компанії Amazone із вартістю 249,249 млрд.долл. Третій рядок у рейтингу займає Microsoft. Tesla став найшвидшим брендом в історії Interbrand. За рік він подорожчав на безпрецедентні 184%, таких темпів зростання експерти не бачили за всю 22-річну історію проекту.

Висновки. В статті обґрунтовано необхідність та значущість трансляції корпоративної культури підприємства в мережі. Узагальнені споріднені поняття до терміну «управління корпоративною культурою, які у своїй сукупності працюють над єдиною метою – покращення іміджу, репутації бренду підприємства в Інтернет середовищі. Запропоновано методичні рекомендації щодо управління корпоративною культурою в мережі, які містять 2 частини: офф-лайн (робота з персоналом, соціальні ініціативи та ін.); он-лайн (трансляція результатів роботи в мережі). Інтернет-технології дозволяють компаніям отримати низку конкурентних переваг, що полягають у трансляції корпоративної культури у зовнішнє середовище, демонстрації корпоративного іміджу, отриманні зворотного зв'язку. Сучасні реалії показали, що соціальна відповідальність компанії, відкритість бренду по відношенню до аудиторії допомагають підприємствам покращувати фінансові результати діяльності. Узагальнено підходи щодо аналізу впливу управління корпоративною культурою в мережі на фінансові результати діяльності підприємства.

Список використаної літератури:

1. Почему цифровая трансформация невозможна без вовлекающей культуры. 2021. URL: <https://www.affde.com/ru/why-digital-transformation-is-impossible-without-an-engaging-culture.html>.
2. Peters T. J., Waterman R. H. In Search of Excellence: Lessons from America's Best-run Companies. N.Y.: Harper & Row, 1982. – 228 p.
3. Конакова О. В. К вопросу влияния организационной культуры на деятельность компании. Вестник ЧелГУ. 2015. №1 (356). С.25-35.
4. Гладкий Н. А. Влияние корпоративной культуры на повышение эффективности деятельности предприятий. Материалы конференции SWorld - Scientific researches and their practical application, 2-12 October 2021. С. 121-130.
5. Федоренко Д. Социально ответственный и интерактивный: каким должен быть digital-продукт для нового поколения? 2021. URL: <https://mmr.ua/show/kakim-dolzhen-byt-digital-produkt-dlya-novogo-pokoleniya>.
6. Логвиновская В. Д., Трубникова Н. В. Корпоративная культура косметических компаний в цифровом измерении (на примере L'oreal). Коммуникологія. 2017. №2. С. 17-21.
7. Васильева Е. В. «Теле-всего» и гибридная офисная модель- новые мировые тренды после пандемии COVID-19. Управление. 2021. Т. 9. № 3. С. 125–136.
8. Орта М. Формирование корпоративной культуры в условиях стремительного развития - Fleishman Hillard. URL: <https://vc.ru/marketing/98933-formirovanie-korporativnoy-kultury-v-usloviyah-stremitel'nogo-razvitiya-fleishmanhillard>.
9. Хрулев А. Управление репутацией в интернете, SERM. 2019. URL: https://kebeta.agency/ru/article/upravlenie_reputaciei_v_internete_serm.
10. Толмачева М. Пора меняться: как пандемия COVID-19 ускорила переход на цифровые технологии. 2021. URL: <https://www.thinkwithgoogle.com/intl/ru-ru/future-of-marketing/digital-transformation/covid-accelerated-digital-adoption>
11. Башин А. ESG-рейтинг: что это и почему об этом нужно думать уже "вчера" и не только корпорациям, но и StartUp? 2021. URL: <https://vc.ru/u/262310-andrey-bashin/305973-esg-reyting-chno-eto-i-pochemu-ob-etom-nuzhno-dumat-uzhe-vchera-i-ne-tolko-korporaciyam-no-i-startup>.
12. Лавская В. Как связаны КСО и корпоративная культура. 2020. URL: <https://lavskastory.com/kak-svjazany-kso-i-korporativnaja-kultura/>
13. Гаспарович Е. О. Корпоративная культура и социальная ответственность: диагностика, планирование, развитие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 332 с.

14. Котлер Ф. Основы маркетинга. Вильямс, 2019. – 496 с.
15. Корпоративная культура Wunder Digital: наши ценности и критерии поиска новых сотрудников. 2021. URL: <https://wunder-digital.kz/korporativnaya-kultura-wunder-digital-nashi-tsennosti-i-kriterii-poiska-novyh-sotrudnikov/>
16. Перов М. Стратегия управления имиджем и репутацией компании. 2021. URL: <https://adves.com/blog/strategiya-upravleniya-imidzhem-i-reputatsiej-kompanii/>
17. Сысоева Е. В. Построение эффективного профиля корпоративной культуры организации. 2021. URL: <https://mgimo.ru/upload/iblock/213/%D0%A0%D1%83%D1%81%D0%B0%D0%B9%D0%BD%D1%81%202.02.pdf>
18. Гортон, Г., Зентефис, А. Компании – это их культура: роль ценностей, обычаев и норм. 2020. URL: <https://econs.online/articles/coffee-break/kompanii-eto-ikh-kultura-rol-tsennostey-obychaev-i-norm/>
19. Конакова О. В. К вопросу влияния организационной культуры на деятельность компании. Вестник ЧелГУ. 2015. №1 (356). С. 121-130.
20. Denison site. URL: <http://www.denisonconsulting.com>
21. Браверманн А. Еще один фактор капитализации. Эксперт-online. 2020. №3. С. 15-25.
22. Best Global Brands Ranking 2021. 2021. URL: <http://bestglobalbrands.com/2021/ranking>.

References:

1. Pochemu cifrovaya transformaciya nevozmozhna bez vovlekayushchej kul'tury. 2021. Available at: <https://www.affde.com/ru/why-digital-transformation-is-impossible-without-an-engaging-culture.html>
2. Peters T. J., Waterman R. H. In Search of Excellence: Lessons from America's Best-run Companies. N. Y. Harper & Row, 1982. 228 s.
3. Konakova O. V. K voprosu vliyaniya organizacionnoj kul'tury na deyatelnost' kompanii. Vestnik CHelGU, 2015, №1 (356), S. 25-35.
4. Gladkij N. A. Vliyanie korporativnoj kul'tury na povyshenie effektivnosti deyatelnosti predpriyatij. Materialy konferencii SWorld - Scientific researches and their practical application, 2-12 October 2021, P. 121-130.
5. Fedorenko D. Social'no otvetstvennyj i interaktivnyj: kakim dolzhen byt' digital-produkt dlya novogo pokoleniya? 2021. Available at: <https://mmr.ua/show/kakim-dolzhen-byt-digital-produkt-dlya-novogo-pokoleniya>.
6. Logvinovskaya V. D., Trubnikova N. V. Korporativnaya kul'tura kosmeticheskikh kompanij v cifrovom izmerenii (na primere l'oreal). Kommunikologiya, 2017, №2, P. 17-21.
7. Vasil'eva E. V. «Tele-vsego» i gibridnaya ofisnaya model'- novye mirovye trendy posle pandemii COVID-19. Upravlenie, 2021, T. 9, № 3, P. 125–136.
8. Orta M. Formirovanie korporativnoj kul'tury v usloviyah stremitel'nogo razvitiya - Fleishman Hillard. Available at: <https://vc.ru/marketing/98933-formirovanie-korporativnoy-kul'tury-v-usloviyah-stremitelnogo-razvitiya-fleishmanhillard>.
9. Hrulev A. Upravlenie reputaciej v internete, SERM. 2019. Available at: https://kebeta.agency/ru/article/upravlenie_reputaciej_v_internete_serm.
10. Tolmacheva M. Pora menyat'sya: kak pandemiya COVID-19 uskorila perekhod na cifrovye tekhnologii. 2021. Available at: <https://www.thinkwithgoogle.com/intl/ru-ru/future-of-marketing/digital-transformation/covid-accelerated-digital-adoption/>
11. Bashin A. ESG-rejting: chto eto i pochemu ob etom nuzhno dumat' uzhe "vchera" i ne tol'ko korporacijam, no i StartUp? 2021. Available at: <https://vc.ru/u/262310-andrey-bashin/305973-esg-rejting-chto-eto-i-pochemu-ob-etom-nuzhno-dumat-uzhe-vchera-i-ne-tolko-korporacijam-no-i-startup>.
12. Lavskaya V. Kak svyazanny KSO i korporativnaya kul'tura. 2020. Available at: <https://lavskastory.com/kak-svjazany-kso-i-korporativnaja-kultura/>
13. Gasparovich E. O. Korporativnaya kul'tura i social'naya otvetstvennost': diagnostika, planirovanie, razvitie. Ekaterinburg. Izd-vo Ural. un-ta, 2019. 332 s.
14. Kotler F. Osnovy marketinga. Vil'yams, 2019. 496 s.
15. Korporativnaya kul'tura Wunder Digital: nashi cennosti i kriterii poiska novyh sotrudnikov. 2021. Available at: <https://wunder-digital.kz/korporativnaya-kultura-wunder-digital-nashi-tsennosti-i-kriterii-poiska-novyh-sotrudnikov/>
16. Perov M. Strategiya upravleniya imidzhem i reputaciej kompanii. 2021. Available at: <https://adves.com/blog/strategiya-upravleniya-imidzhem-i-reputatsiej-kompanii/>
17. Sysoeva E. V. Postroenie effektivnogo profilya korporativnoj kul'tury organizacii. 2021. Available at: <https://mgimo.ru/upload/iblock/213/%D0%A0%D1%83%D1%81%D0%B0%D0%B9%D0%BD%D1%81%202.02.pdf>.
18. Gorton G., Zentefis A. Kompanii – eto ih kul'tura: rol' cennostej, obychaev i norm. 2020. Available at: <https://econs.online/articles/coffee-break/kompanii-eto-ikh-kultura-rol-tsennostey-obychaev-i-norm/>
19. Konakova O. V. K voprosu vliyaniya organizacionnoj kul'tury na deyatelnost' kompanii. Vestnik CHelGU. 2015, №1 (356), S.121-130.
20. Denison : site. Available at: <http://www.denisonconsulting.com>.
21. Bravermann A. Eshche odin faktor kapitalizacii. Ekspert-online, 2020, №3, S.15-25.
22. Best Global Brands Ranking 2021. 2021. Available at: <http://bestglobalbrands.com/2021/ranking>.

Надійшла до редакції 22.09.2021

Івахнов Андрій Віталійович, асистент кафедри «Електричні станції», тел. (066) 029 34 22, e-mail: Andrii.Ivakhnov@khpі.edu.ua, ORCID iD: 0000-0001-8280-0033.

Булгаков Олексій Віталійович, асистент кафедри «Електричні станції», тел. (050) 280 24 02. e-mail: Olexii.Bulhakov@khpі.edu.ua, ORCID iD: 0000-0002-3244-420X

Федорчук Станіслав Олегович, к.т.н., старший викладач кафедри «Електричні станції», тел. (095) 290 16 66. e-mail: Stanislav.Fedorchuk@khpі.edu.ua, ORCID iD: 0000-0001-7676-8313

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61000

ТЕХНІЧНЕ ПОРІВНЯННЯ ІНФРАЧЕРВОНИХ ДОВГОХВИЛЬОВИХ ОБІГРІВАЧІВ

Анотація. В роботі проведено технічне порівняння трьох зразків довгохвильових інфрачервоних, стельових обігрівачів Українського виробництва фірм Білюкс, Теплов, Теплотема, з номінальною потужністю 600 Вт. Отримано, що обігрівач фірми Білюкс має найменші теплові втрати через корпус, і температурні режими пристрою вказують на надійну роботу при довготривалому використанні на максимальну потужність. Теплов і Білюкс можна зрівняти наступним чином: Теплов має менші втрати через корпус зверху і більші збоку, тому в балансі вони є однаковими за тепловтратами. Обігрівач фірми Теплотема є найменш надійним та з найбільшими тепловими втратами через корпус. За тепловим слідом найефективнішим є обігрівач Білюкс, а найменш ефективним - Теплов. Відповідно до розрахунку ефективності роботи, обігрівачі Білюкс є на 68% більш ефективними за обігрівачі Теплов, та на 19% більш ефективними ніж обігрівачі Теплотема.

Ключові слова: інфрачервоне випромінення, довгохвильові обігрівачі; інфрачервоні обігрівачі; стельові обігрівачі; тепловий слід; Білюкс; Теплов; Теплотема.

Andrii Ivakhnov, Assistant of the Department "Power Plants", tel. (066) 029 34 22, e-mail: Andrii.Ivakhnov@khpі.edu.ua, ORCID iD: 0000-0001-8280-0033.

Olexii Bulhakov, Assistant of the Department "Power Plants", tel. (050) 280 24 02. e-mail: Olexii.Bulhakov@khpі.edu.ua, ORCID iD: 0000-0002-3244-420X

Stanislav Fedorchuk, PhD (technical), Senior Lecturer of the Department of "Power Plants", tel. (095) 290 16 66. e-mail: Stanislav.Fedorchuk@khpі.edu.ua, ORCID iD: 0000-0001-7676-8313

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kyrpychova Str., 2, Kharkiv, Ukraine, 61000

TECHNICAL COMPARISON OF INFRARED LONG WAVE HEATERS

Abstract. In the work, a technical comparison of three samples of long-wave infrared, ceiling heaters of Ukrainian production by the firms Bilux, Teplov, Teplotema, with a rated power of 600 W. It was found that the Bilux heater has the lowest heat losses due to the body, and the temperature conditions of the device indicate reliable operation during prolonged use at maximum power. Teplov and Bilux can be compared as follows: Teplov has lower losses through the housing from above and higher from the side, so in balance they are the same in terms of heat loss. The Teplotema heater is the least reliable and has the highest heat loss through the housing. According to the thermal track, the Bilux heater is the most efficient, and Teplov is the least efficient. According to the efficiency calculation, Bilux heaters are 68% more efficient than Teplov heaters, and 19% more efficient than Teplotema heaters.

Keywords: infrared radiation, long-wave heaters; infrared heaters; ceiling heaters; thermal footprint; Bilux; Teplov; Teplotema.

Ивахнов Андрей Витальевич, ассистент кафедры «Электрические станции», тел. (066) 029 34 22, e-mail: Andrii.Ivakhnov@khpі.edu.ua, ORCID iD: 0000-0001-8280-0033.

Булгаков Алексей Віталійович, ассистент кафедры «Электрические станции», тел. (050) 280 24 02. e-mail: Olexii.Bulhakov@khpі.edu.ua, ORCID iD: 0000-0002-3244-420X

Федорчук Станіслав Олегович, к.т.н., старший преподаватель кафедры «Электрические станции», тел. (095) 290 16 66. e-mail: Stanislav.Fedorchuk@khpі.edu.ua, ORCID iD: 0000-0001-7676-8313

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», ул. Кирпичева, 2, Харьков, 61000, Украина

ТЕХНИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ИНФРАКРАСНЫХ ДЛИННОВОЛНОВЫХ ОБОГРЕВАТЕЛЕЙ

Аннотация. В работе проведено техническое сравнение трех образцов длинноволновых инфракрасных, потолочных обогревателей Украинского производства фирм Билюкс, Теплов, Теплотема, с номинальной мощностью 600 Вт. Получено, что обогреватель фирмы Билюкс имеет наименьшие тепловые потери из-за корпуса, и температурные режимы устройства указывают на надежную работу при длительном использовании на максимальную мощность. Теплов и Билюкс можно сравнить следующим образом: Теплов имеет меньшие потери через корпус сверху и большие сбоку, поэтому в балансе они одинаковы по тепловпотерям. Обогреватель фирмы Теплотема наименее надежный и с наибольшими тепловыми потерями через корпус.

По тепловому следу наиболее эффективным является обогреватель Билюкс, а наименее эффективным – Теплов. Согласно расчету эффективности работы, обогреватели Билюкс на 68% эффективнее обогревателей Теплов, и на 19% эффективнее обогревателей Теплотема.

Ключевые слова: *инфракрасное излучение, длинноволновые обогреватели; инфракрасные обогреватели; потолочные обогреватели; тепловой след; Билюкс; Теплов; Теплотема.*

Вступ. З огляду на ситуацію паливно-господарчого сектору, постає питання пошуку альтернативних шляхів опалення виробничо-технологічних, господарських та інших типів приміщень при модернізації системи опалення або проектуванні нової. Однією з таких альтернатив є інфрачервоні стельові обігрівачі з довгохвильовим випроміненням.

Такий принцип опалення називається променевим, і використовувався з давніх часів. Наприклад в Римській імперії в спеціальних повітроводах в якості теплоносія використовувалися димові гази з кухні, а пізніше спеціально нагріте повітря. Після технічної революції види опалення також змінилися. Так в 1985 році венгеський вчений, професор Мачкаши запропонував ідею використовувати в якості теплоносія повітря, що рухається в замкнутій системі і віддає тепло випромінювачам в місцях де це є необхідним [1].

Так променеве випромінювання знову стали використовувати лише 40-50 років тому. Променева передача енергії при інших рівних умовах більш ефективна, за конвективну, так як при променевому обігріві енергія безперешкодно переноситься на більші дистанції в об'ємі приміщення, тому прибори опалення можна розмістити під стелею і в конструкціях огороження [1,2].

Для ясності необхідно пояснити що нагрів відбувається за рахунок конвективного теплообміну, і променеві обігрівачі обігрівають також за рахунок конвекції. Тоді чому вони можуть бути кращими? Все просто – конвективний теплообмін променевих обігрівачів відбувається за рахунок випромінення і нагрівання поверхні навпроти обігрівача. На прикладі стельових обігрівачів, можна представити процес обігріву як нагрів всіх об'єктів що знаходяться під ним, (підлога, стіл, стільці тощо) які в свою чергу віддають тепло конвективним способом в навколишній простір. В той час як у традиційних конвективних обігрівачів тепловіддача відбувається за рахунок конвекції в навколишній простір з площею обігріву обмеженою фізичними розмірами обігрівача (наприклад радіаторна батарея). Саме завдяки цьому принципу, інфрачервоні обігрівачі є більш ефективними, і викликають в останній час підвищений інтерес.

Визначившись що саме інфрачервоні обігрівачі найкращий вибір для встановлення (дома, на підприємстві, в теплиці тощо), виникає потреба у технічному порівнянні схожих технологічних рішень, на прикладі обігрівачів різних виробників.

Метою статті є проведення технічного порівняння трьох зразків довгохвильових інфрачервоних, стельових обігрівачів Українського виробництва фірм Білюкс, Теплов, Теплотема, з номінальною потужністю 600 Вт.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Перед початком було проаналізовано вже існуючі приміри дослідження променевих обігрівачів [1–11], а також було проаналізовано санітарні норми України щодо мікроклімату у приміщенні [12] для попереднього аналізу доцільності використання променевих обігрівачів з точки зору впливу на людину. Відповідно до санітарних норм мікроклімату інфрачервоні довгохвильові обігрівачі можна використовувати для обігріву місць знаходження людини (дім, виробничі приміщення тощо).

Аналіз літератури виявив що основними параметрами за якими можна вибрати інфрачервоний обігрівач є тепловий слід і енергоспоживання. На основі цих двох параметрів можна визначити остаточну ефективність.

Тепловий слід буде найвпливовішим фактором. Він буде впливати на інвестиції, на метод установки, так як від розміру теплового сліду залежить ефективне розташування обігрівачів і відповідно мінімально необхідна кількість обігрівачів на певну опалювану площу. На рис.1 показано схему рівномірного розподілу випромінення від інфрачервоних обігрівачів.

Для дослідження було придбано три обігрівача:



Рис. 1. Схема рівномірного розподілу випромінювання від інфрачервоних обігрівачів

- Білюкс **Б600**
- Теплотема **Номе 600**
- Теплов **ВЕ 600**

Було проаналізовано сайти представлених виробників [13–15], всі виробники мають сертифікати відповідності, проте тільки Білюкс і Теплов мають європейські сертифікати відповідності і санітарні висновки про безпечність впливу для людей, і лише Білюкс має висновок про пожежну безпеку.

Також попередньо було оглянуто технічне компонування обігрівачів (рис.2 - 4).

З огляду на наявні сертифікати та висновки фахівців санітарно-технічного огляду і вогнебезпечності, а також на компонування – зроблено висновок що деякі виробники копіюють своїх конкурентів, а саме Теплотема є копією Білюкс.

Виклад основного матеріалу

База проведення дослідження

Технічне порівняння проведено в лабораторному приміщенні Електрокорпусу НТУ «ХПІ», кафедри «Електричні станції».

Інструментарій дослідження:

- 1) Тепловізор DALI LT7-P – зйомка теплового сліду;
- 2) Цифровий технічний термометр testo925 – визначення температури підлоги, для визначення початкових умов дослідження, замір температури приміщення для введення поправочних коефіцієнтів в тепловізор;
- 3) Ватметр Etech PM300 (Energy Meter) – визначення енергоспоживання обігрівачів;
- 4) Вимірювальний інструмент (Рулетка) – застосовується для вимірювання розміру теплового сліду, та висоти встановлення зразків.

Параметри приміщення – цокольне приміщення з бетонною підлогою на 2 метри глибше рівня землі, з високою стелею (4 м) та великою площею (80 м²), що свідчить про те що теплове навантаження приміщення значно перевищує потужність одного обігрівача (600 Вт) та його робота на протязі 1 години ніяк не змінить температуру внутрішнього повітря. Температура повітря приміщення на протязі всього експерименту 18,5 градусів за Цельсієм.

Висота встановлення обігрівача показана на рис.5.

Тепловий слід

Найголовніша характеристика теплового сліду є його розміри та середня температура.

Розмір теплового сліду можна виміряти лише після закінчення перехідного процесу, коли тепловий слід не збільшується в розмірах. Експериментально було досліджено що виходячи з параметрів приміщення тепловий перехідний процес закінчується через годину після включення обігрівача. Схема теплового сліду показана на рис. 5. Також вирішено враховувати «реальний» тепловий слід – без впливу випромінювання обігрівача, а саме через 10 хвилин після відключення і зняття обігрівача зі стенду. За цей час тепловий слід не втрачає своєї інтенсивності, проте вплив випромінювання обігрівача відсутній.

Ще однією особливістю є поділ теплового сліду на ефективний та слід від розсіювання, як це показано на рис.5, і через це є необхідність правильно розташовувати обігрівачі по площі як показано на рис.1.

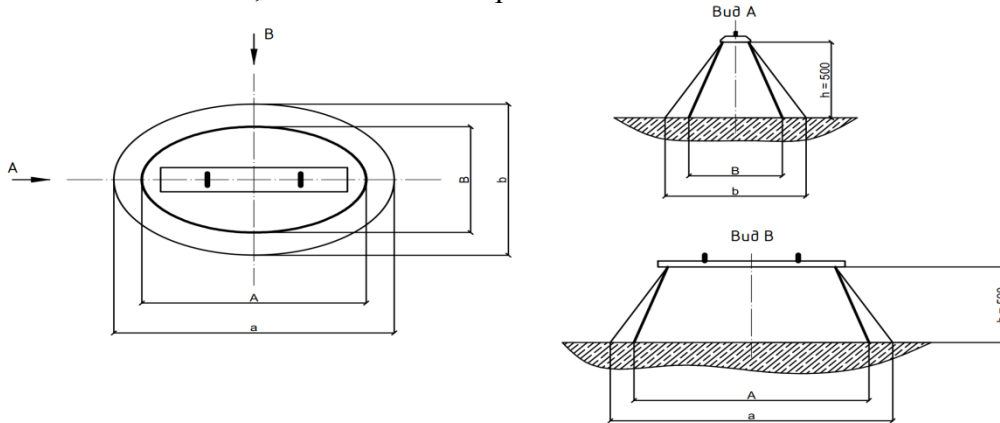
На рис. 5 показано термограми реального теплового сліду обігрівачів.



Рис. 2. Профіль поперечного перерізу (Білюкс і Теплотема – усічена трапеція, Теплов – прямокутник)



Рис. 3. Клемне підключення, підключення випромінюючої пластини та теплоізоляція корпусу



$A \times B$ – тепловий слід ефективного обігріву; $a \times b$ – тепловий слід розсіювання хвиль.

Рис. 4. Схема розподілу хвиль інфрачервоного обігрівача

Зеленим виділено ізотерму холодної підлоги заміряної перед проведенням експерименту, для визначення границь теплового сліду. Розміри теплового сліду визначалися методом поміщення гарячого предмету і далі замірянням розмірів за допомогою рулетки. Заміри розмірів представлено в табл. 1.

Площа форми сліду виміряна в програмному комплексі AutoCAD після повнорозмірної візуалізації.

Під час роботи обігрівача, за допомогою ватметра, проводилося вимірювання енергоспоживання. На рис.6 показано результати замірів, з яких видно що енергоспоживання обігрівачами Теплов та Теплотема є на 10% вище номінально заявлених.

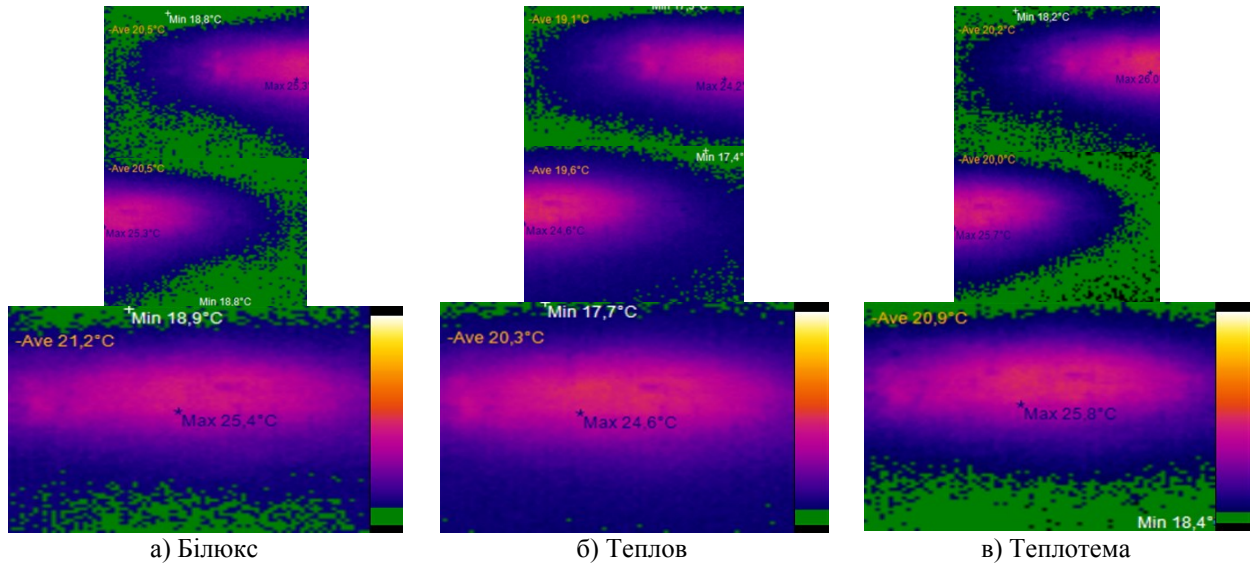


Рис. 5. Тепловий слід обігрівачів

Таблиця 1

Розміри теплового сліду

	Білюкс	Теплов	Теплотема
A, мм	1400	1100	1200
a, мм	1800	1200	1700
B, мм	1300	1000	1100
b, мм	1400	1100	1300
Форма сліду	Овал $a \times b = 1,98\text{м}^2$ $A \times B = 1,43\text{м}^2$	Овал $a \times b = 1,04\text{м}^2$ $A \times B = 0,86\text{м}^2$	Овал $a \times b = 1,74\text{м}^2$ $A \times B = 1,04\text{м}^2$

Причинами надмірного енергоспоживання можуть бути тепловтрати через корпус. Як видно з рис. 2 кожен зі зразків має різну теплоізоляцію. Так Білюкс має пред усім тепло відбиваючу пластину обтікаємої форми що є ефективним так яка енергію яка може бути втрачена через корпус направляється в направленні ефективного обігріву. Теплотема та Теплов мають лише теплоізоляційний матеріал в верхній частині корпусу.

Як видно з термограми, температура корпусу є не високою, і безпечною для встановлення під стелею з застосуванням будь-якого облицювання. Температура збоку обігрівача є однаковою з верхньою частиною, що говорить про те, що температура розповсюджується по корпусу рівномірно, що в свою чергу свідчить про правильність облаштування теплоізоляції корпусу з мінімально можливими втратами.

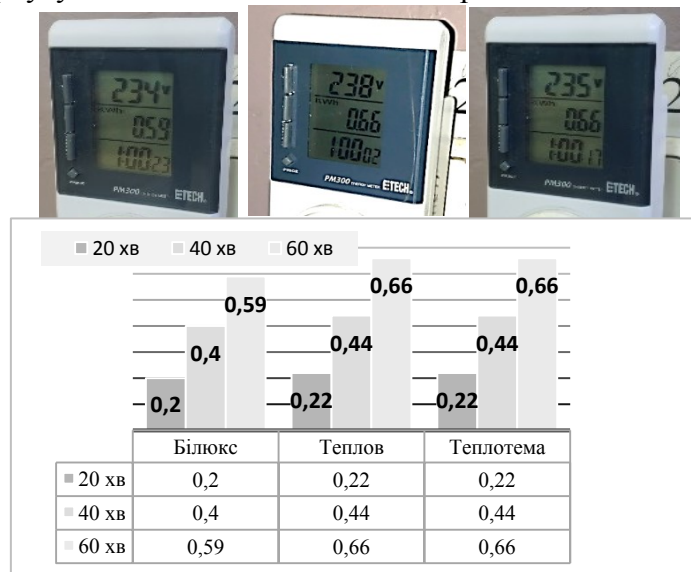


Рис. 6. Показання ватметру, та діаграма енергоспоживання на основі показань

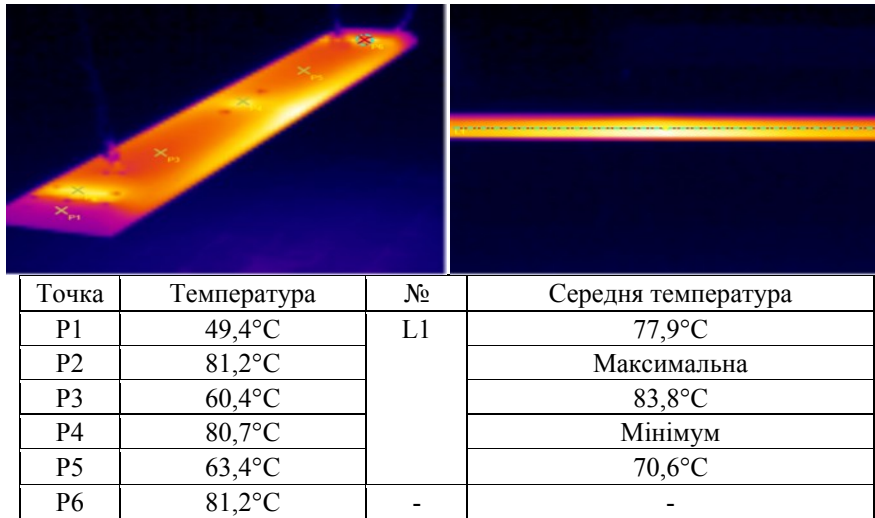


Рис. 7. Термограма корпусу обігрівача Білюкс зверху по точкам, та збоку за лінією

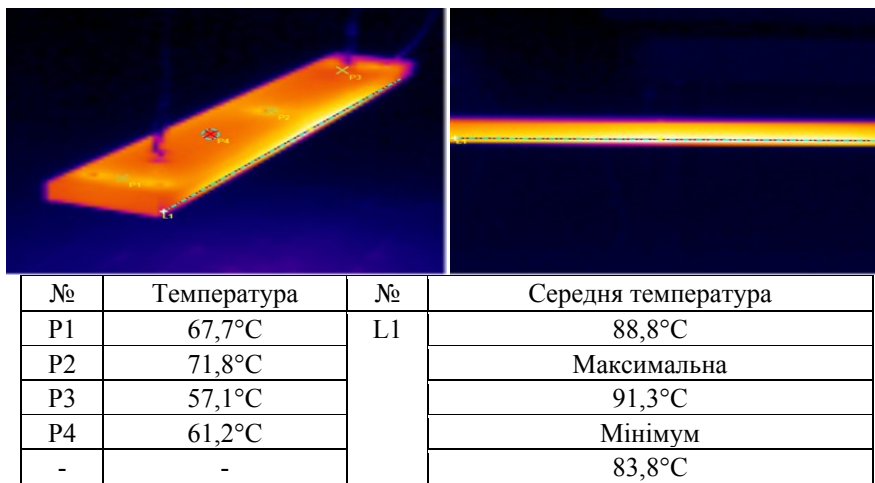


Рис.8. Термограма корпусу обігрівача Теплов зверху по точкам, та збоку за лінією

Як видно з термограми, верх корпусу має меншу температуру за Білюкс, проте збоку температура значно підвищена, це обумовлено не рівномірною теплоізоляцією та формою корпусу обігрівача Теплов. Температури вказують на вогнебезпечність обігрівача. Однак варто зауважити що корпус зверху не має вентиляційних отворів, і така сильна теплоізоляція без отворів вентиляції може мати негативний вплив на довго строковість роботи обігрівача в випадку необхідності постійно працювати на максимум (без терморегулятора).

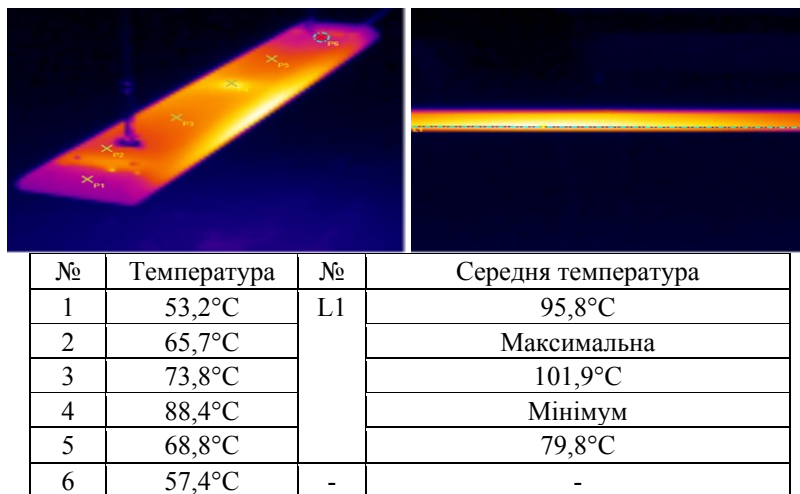


Рис. 9. Термограма корпусу обігрівача Теплотема зверху по точкам, та збоку за лінією

З термограми видно що незважаючи на схожість форми і влаштування обігрівача Білюкс, Теплотема допустила помилку з використанням лише теплоізоляційного матеріалу і його нерівномірним розміщенням. Видно що зверху в торцях температура підвищена, що створює додаткове навантаження на клемне підключення і відповідно на безпечність експлуатації. Також видно що через бокову поверхню випромінюються високі тепловтрати.

Енергоефективність

Визначивши основні показники – тепловий слід (а саме його розміри) та енергоспоживання, вже можна попередньо зробити висновок про те який з обігрівачів є кращим для застосування.

Проте будь-який висновок потрібно підтверджувати математичними розрахунками.

Для порівняльного аналізу питомої енергоефективності обігрівачів, для термограм отриманих через 10 хвилин після відключення приладу (реального теплового сліду), для кожної моделі була визначена максимальна різниця температур по полю (кадра тепловізора) нагрітої поверхні підлоги, та розрахована тепловіддача за законом Стефана-Больцмана [1].

Кількість теплоти що віддається випромінюючою поверхнею за законом Стефана-Больцмана, наведено в формулі 1:

$$Q = C_{\text{прив}} \cdot \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \cdot t \cdot F \quad (1)$$

де $C_{\text{прив}}$ – приведений коефіцієнт випромінювання, $C_{\text{прив}} = 5,77 \cdot 0,9 = 5,193$, Вт/м²·К⁴; T_1 – температура випромінюючої поверхні, середня температура теплового сліду, К; T_2 – температура навколишнього середовища, К; t – час, год; F – площа випромінюючої поверхні (тепловий слід), м².

$$Q_{\text{Білюкс}} = 5,193 \cdot \left[\left(\frac{(22+273)}{100} \right)^4 - \left(\frac{(18,5+273)}{100} \right)^4 \right] \cdot 1 \cdot 1,98 = 36,3658 \text{ Вт},$$

$$Q_{\text{Теплов}} = 5,193 \cdot \left[\left(\frac{(20,9+273)}{100} \right)^4 - \left(\frac{(18,5+273)}{100} \right)^4 \right] \cdot 1 \cdot 1,04 = 13,0242 \text{ Вт},$$

$$Q_{\text{Теплотема}} = 5,193 \cdot \left[\left(\frac{(22,1+273)}{100} \right)^4 - \left(\frac{(18,5+273)}{100} \right)^4 \right] \cdot 1 \cdot 1,74 = 32,8878 \text{ Вт}.$$

Далі визначаємо коефіцієнт ефективності затрачуваної електричної енергії для отримання теплоти що віддається випромінюючою поверхнею, відповідно до формули 2. Тобто скільки ватт електричної енергії витрачається для отримання одного вату теплової:

$$E = W/Q \quad (2)$$

де W – електрична енергія спожита обігрівачем за годину.

$$E_{\text{Білюкс}} = \frac{590}{36,3658} = 16,2241 \text{ Вт},$$

$$E_{\text{Теплов}} = \frac{660}{13,0242} = 50,6750 \text{ Вт},$$

$$E_{\text{Теплотема}} = \frac{660}{32,8878} = 20,0683 \text{ Вт}.$$

Для показовості результатів виразимо у відсотковому співвідношенні, прийнявши показання коефіцієнту ефективності обігрівача Білюкс за 100%, тоді:

- ефективність обігрівача Теплов = $\frac{16,2241}{50,6750} \% = 32\%$;
- ефективність обігрівача Теплотема = $\frac{16,2241}{20,0683} \% = 81\%$;

З розрахунку видно очевидну перевагу ефективності обігрівача Білюкс.

Висновки. В ході технічного порівняння трьох зразків довгохвильових інфрачервоних обігрівачів було проведено фізичний огляд усіх зразків, виконано тепловізійну зйомку теплового сліду кожного зі зразків, тепловізійну зйомку безпосередньо кожного зразка, проведено аналіз отриманих термограм.

На основі вище переліченого можна зробити наступні висновки:

1) За термограмами пристроїв обігрівач фірми Білюкс має найменші теплові втрати через корпус, і температурні режими пристрою вказують на надійну роботу при довготривалому використанні на максимальну потужність;

2) За термограмами пристроїв обігрівач фірми Теплов займає друге місце за надійністю роботи, за тепловими втратами обігрівачі Теплов і Білюкс можна зрівняти так як Теплов має менші втрати через корпус зверху і більші збоку, тому в балансі вони є однаковими за тепловтратами;

3) За термограмами пристроїв обігрівач фірми Теплотема є найменш надійним та з найбільшими тепловими втратами через корпус;

4) За тепловим слідом найефективнішим є обігрівач Білюкс, а найменш ефективним є Теплов;

5) Конструктивно обігрівач Білюкс має найкращу конструкцію – практичну форму корпусу, та правильні зазори. Теплов має гарну теплоізоляцію, проте не достатню збоку і прямокутна форма є недоліком для надійної роботи. Теплотема при аналізі показує що є копією Білюкс, проте не якісною, і помилки при копіюванні внесли ряд недоліків що робить його не надійним і не ефективним.

6) Відповідно до розрахунку ефективності роботи, обігрівачі Білюкс є на 68% більш ефективними за обігрівачі Теплов, та на 19% більш ефективними ніж обігрівачі Теплотема.

З представлених зразків найкращим варіантом є продукція фірми Білюкс. Проте дане порівняння є неповним з огляду на те що протестовані лише 3 зразки, При виборі з більшого переліку необхідно проводити представлене порівняння і для обігрівачів інших фірм.

Підбиваючи підсумки, можна додати що якісний обігрівач можна придбати лише після звернення до виробника з побажанням надати повні дані про обігрівачі – тепловізійну зйомку теплового сліду, перевірені дані по енергоспоживанню, дані про температури корпусу. Ці дані дають інформацію про реальну економічність та обігрівачу спроможність.

Список використаної літератури:

1. Мачкаши А. Б. Л. Лучистое отопление. Москва: Стройиздат, 1985. – 464 р.
2. Panchenko V. Air-radiant heating on the basis of a two-flow heat generator with infrared emitters. Urban Constr. Archit. 2018. Vol. 8. P. 40–43.
3. Зональный инфракрасный электрический обогрев на открытых и полуоткрытых площадках. URL: https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=YCzeHnIAAAAJ&sortby=pubdate&citation_for_view=YCzeHnIAAAAJ:3fE2CSJlrl8C (accessed: 30.11.2021).
4. Инфракрасное отопление как экономичный и эффективный вид отопления. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/infrakrasnoe-otoplenie-kak-ekonomichnyy-i-effektivnyy-vid-otopleniya/viewer> (accessed: 11.11.2021).
5. Инфракрасные электрические длинноволновые панельные обогреватели для отопления и оформления интерьера помещений. URL: https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=YCzeHnIAAAAJ&sortby=pubdate&citation_for_view=YCzeHnIAAAAJ:Zph67rFs4hoC (accessed: 30.11.2021).
6. Инфракрасный обогрев теплиц с помощью электрических длинноволновых нагревательных панелей. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/infrakrasnyy-obogrev-teplits-s-pomoschyu-elektricheskikh-dlinnovolnovykh-nagrevatelnyh-paneley/viewer> (accessed: 11.11.2021).
7. Исследование эффективности использования различных типов обогревателей и бытовых систем отопления. 2014. URL: <http://www.topclimat.ru/images/files/issledovanie-r.pdf>.

8. Болотских Н. Н. Керамические инфракрасные электрические панельные обогреватели помещений. *Науковий Вісник Будівництва. Харківський національний технічний університет будівництва та архітектури*, 2019. № 95, № 1. P. 211–220.

9. Основы выбора и расчета систем инфракрасного обогрева помещений. URL: https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=YCzeHnIAAAAJ&sortby=pubdate&citation_for_view=YCzeHnIAAAAJ:r0BpntZqJG4C (accessed: 30.11.2021).

10. Brown K. J. et al. Energy efficiency of electrical infrared heating elements. *Appl. Energy*. 2016. Vol. 162. P. 581–588.

11. Немировський І. А., Булгаков О. В. Аналіз сучасного стану будівель та заходів з підвищення їх енергоефективності. 2019.

12. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/va042282-99> (accessed: 24.10.2021).

13. Инфракрасное отопление «Билукс». Купить систему потолочного отопления для магазина, офиса, производства, кафе и дома. URL: <https://bilux.ua/> (accessed: 30.11.2021).

14. “Теплотема” — инфракрасное экономичное отопление. Обогрев дома, промышленных помещений, зональный обогрев. URL: <https://teplotema.com.ua/ua/> (accessed: 30.11.2021).

15. Инфракрасные обогреватели. Купить инфракрасный обогреватель в Украине от производителя | Цены | Teplov. URL: <https://teplov.com.ua/> (accessed: 30.11.2021).

References:

1. Machkashi A. Radiant heating. Moscow: Stroyizdat, 1985. 464 p.
2. Panchenko V. Air-radiant heating on the basis of a two-flow heat generator with infrared emitters. *Urban Constr. Archit.* 2018. Vol. 8. P. 40–43.
3. Zonal infrared electric heating in open and semi-open areas. Available at: https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=YCzeHnIAAAAJ&sortby=pubdate&citation_for_view=YCzeHnIAAAAJ:3fE2CSJrl8C (accessed: 30.11.2021).
4. Infrared heating as an economical and efficient type of heating. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/infekrasnoe-otoplenie-kak-ekonomichnyy-i-effektivnyy-vid-otopleniya/viewer> (accessed: 11.11.2021).
5. Infrared electric long-wave panel heaters for heating and interior design. Available at: https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=YCzeHnIAAAAJ&sortby=pubdate&citation_for_view=YCzeHnIAAAAJ:Zph67rFs4hoC (accessed: 30.11.2021).
6. Infrared heating of greenhouses by means of electric long-wave heating panels. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/infekrasnyy-obogrev-teplits-s-pomoschyu-elektricheskikh-dlinnovolnovyhnagrevatelnyh-paneley/viewer> (accessed: 11.11.2021).
7. Study of the efficiency of using different types of heaters and domestic heating systems. 2014. Available at: <http://www.topclimat.ru/images/files/issledovanie-r.pdf>.
8. Bolotskikh NN Ceramic infrared electric panel space heaters. *Scientific Bulletin of Construction. Kharkiv National Technical University of Construction and Architecture*, 2019. № 95, 1. P. 211–220.
9. Basics of selection and calculation of infrared heating systems. Available at: https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=YCzeHnIAAAAJ&sortby=pubdate&citation_for_view=YCzeHnIAAAAJ:r0BpntZqJG4C (accessed: 30.11.2021).
10. Brown K. J. et al. Energy efficiency of electrical infrared heating elements. *Appl. Energy*. 2016. Vol. 162. P. 581–588.
11. Nemirovsky I. A., Bulgakov O. V. Analysis of the current state of buildings and measures to improve their energy efficiency. 2019.
12. Sanitary norms of microclimate of production facilities of LTO 3.3.6.042-99. Official web portal of the Parliament of Ukraine. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/go/va042282-99> (accessed: 24.10.2021).
13. Infrared heating "Bilux". Buy system of ceiling heating for shop, office, production, cafe and the house. Available at: <https://bilux.ua/> (accessed: 30.11.2021).
14. "Heat theme" - infrared economical heating. Heating of the house, industrial premises, zonal heating. Available at: <https://teplotema.com.ua/ua/> (accessed: 30.11.2021).
15. Infrared heaters. Buy infrared heater in Ukraine from the producer Prices | Teplov. Available at: <https://teplov.com.ua/> (accessed: 30.11.2021).

Надійшла до редакції 27.09.2021

Шутенко Олег Володимирович, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри передачі електричної енергії
Пономаренко Сергій Григорович, аспірант кафедри передачі електричної енергії
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна, вул. Кирпичова, 2, 61002

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕДУР СТАТИСТИЧНОЇ ОБРОБКИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ СТАНУ ТРАНСФОРМАТОРНИХ МАСЕЛ

***Анотація.** Використовуючи результати періодичних випробувань стану трансформаторних масел по 91 трансформатору напругою 110 кВ з чотирьох областей України був виконаний аналіз ефективності процедур статистичної обробки з метою зниження неоднорідності даних і виділення грубих промахів з результатів експлуатаційного контролю стану трансформаторних масел. В процесі досліджень аналізувалися ефективність непараметричного двовибіркового критерію Вілкоксона на рівність середніх значень, параметричного критерію Фішера-Снедекора на рівність дисперсій і параметричного критерію на значимість парної лінійної кореляції показників і тривалості експлуатації, а також їх комбінації. Дані критерії використовувалися для тестування результатів фізико-хімічного аналізу стану трансформаторних масел за 11 показниками і для результатів аналізу розчинених в маслі газів. В результаті послідовного тестування сформовано вісім масивів даних по кожному показнику, які були використані для оцінки ефективності аналізованих статистичних критеріїв та їх комбінацій. Оцінка ефективності аналізованих статистичних критеріїв та їх комбінацій проводилася на основі аналізу тісноти кореляційного зв'язку між показниками з подальшою оцінкою інформаційної значущості по кожному з показників. В результаті досліджень запропоновано метод виділення оптимального числа найбільш інформативних показників якості на базі статистичного аналізу результатів періодичних випробувань трансформаторного масла. Як приклад, практичного використання запропонованого методу розроблена регресійна модель для оцінки ступеня старіння масла і доведена її адекватність.*

***Ключові слова:** трансформаторне масло, експлуатаційні випробування, показники масла, статистичний аналіз, перевірка статистичних гіпотез, кореляція, інформативність показників, множинна регресія, адекватність моделі, локальний максимум міри згоди.*

Shutenko Oleg Volodymyrovych, Candidate of Technical Sciences, Docent, Associate Professor of the Electric Power Transmission Department

Ponomarenko Serhii Hryhorovych, PhD Student of the of the Electric Power Transmission Department
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine, Kyrpychova str., 2, 61002

EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF STATISTICAL PROCESSING PROCEDURES TO IMPROVE THE RELIABILITY OF THE RESULTS OF INSERVICE CONTROL OF THE CONDITION OF TRANSFORMER OILS

***Abstract.** Using the results of periodic transformer oil condition tests on 91 transformers, 110 kV from four regions of Ukraine, we analyzed the effectiveness of statistical processing procedures to reduce the heterogeneity of data and highlight gross outliers from the results of operational control of transformer oil condition. In the process of researches we analyzed the efficiency of nonparametric two-sample Wilcoxon criterion for equality of mean values, parametric Fisher-Snedecor criterion for equality of variance and parametric criterion for significance of pair linear correlation of indicators and duration of operation, as well as their combinations. These criteria were used to test the results of physical and chemical analysis of transformer oils by 11 indicators and for the results of analysis of gases dissolved in oil. As a result of sequential testing, eight data sets for each indicator were formed and used to evaluate the effectiveness of the analyzed statistical criteria and their combinations. Evaluation of the effectiveness of the analyzed statistical criteria and their combinations was carried out on the basis of analysis of the closeness of the correlation relationship between the indicators with the subsequent assessment of the information significance for each of the indicators. As a result, we proposed a method for selecting the optimal number of the most informative indicators of quality, based on statistical analysis of the results of periodic tests of transformer oil. As an example of practical use of the suggested method a regression model to estimate oil aging degree has been developed and its adequacy has been proved.*

***Keywords:** transformer oil, operational tests, oil indicators, statistical analysis, test of statistical hypotheses, correlation, informativeness of indicators, multiple regression, model adequacy, local maximum of agreement measure.*

Шутенко Олег Владимирович, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри передачі електричної енергії
Пономаренко Сергей Григорьевич, аспірант кафедри передачі електричної енергії
 Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», г. Харків, Україна,
 ул. Кирпичова, 2, 61002

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕДУР СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЛУАТАЦИОННО- ГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ МАСЕЛ

Аннотация. Используя результаты периодических испытаний состояния трансформаторных масел по 91 трансформатору напряжением 110 кВ из четырех областей Украины был выполнен анализ эффективности процедур статистической обработки с целью снижения неоднородности данных и выделения грубых промахов из результатов эксплуатационного контроля состояния трансформаторных масел. В процессе исследований анализировались эффективность непараметрического критерия Уилкоксона на равенство средних значений, параметрического критерия Фишера-Снедекора на равенство дисперсий и параметрического критерия на значимость парной линейной корреляции показателей и длительности эксплуатации, а также их комбинации. Данные критерии использовались для тестирования результатов физико-химического анализа состояния трансформаторных масел по 11 показателям и для результатов анализа растворенных в масле газов. В результате последовательного тестирования сформировано восемь массивов данных по каждому показателю, которые были использованы для оценки эффективности анализируемых статистических критериев и их комбинаций. Оценка эффективности анализируемых статистических критериев и их комбинаций проводилась на основе анализа тесноты корреляционной связи между показателями с последующей оценкой информационной значимости по каждому из показателей. В результате исследований предложен метод выделения оптимального числа наиболее информативных показателей качества на базе статистического анализа результатов периодических испытаний трансформаторного масла. В качестве примера практического использования предложенного метода разработана регрессионная модель для оценки степени старения масла и доказана ее адекватность.

Ключевые слова: трансформаторное масло, эксплуатационные испытания, показатели масла, статистический анализ, проверка статистических гипотез, корреляция, информативность показателей, множественная регрессия, адекватность модели, локальный максимум меры согласия.

Постановка завдання. Одним з істотних недоліків існуючої системи оцінки стану трансформаторних масел за результатами експлуатаційних випробувань є відсутність можливості виявлення трансформаторів з прискореним старінням трансформаторних масел на ранній стадії, тобто коли значення показників масел знаходяться в області гранично-допустимих значень. Згідно з нормами і критеріями, що регламентуються більшістю діючих міжнародних і національних стандартів [1-5], трансформаторне масло вважається не придатним до подальшої експлуатації, якщо значення хоча б одного з показників виходить за область гранично-допустимих значень. При цьому, незважаючи на те, що гранично-допустимі значення показників, що регламентуються даними стандартами, розрізняються, у всіх без винятку стандартах вони є постійними і не залежать ні від тривалості експлуатації, ні від режимів роботи трансформаторів. Остання обставина не дозволяє виконати ранжування трансформаторів за ступенем старіння масла, що в свою чергу не дозволяє здійснити перехід на технічне обслуговування маслонаповненого обладнання за технічним станом, а не за календарним планом. Крім того, накопичення продуктів окислення масел, особливо таких як волога і водорозчинні кислоти, призводять до зниження механічної міцності целюлозної ізоляції [6], що призводить до скорочення ресурсу силових трансформаторів. У зв'язку з цим розробка моделей для ранньої діагностики стану трансформаторних масел є актуальним і практично значимим завданням.

Аналіз публікацій. В даний час питанням розробки моделей для ранньої діагностики стану трансформаторних масел присвячено досить велика кількість публікацій. Так згідно [7], американська компанія S. D. Myers для оцінки стану трансформаторних масел використовує тривірневу систему діагностики, яка має три характерні області: область прийнятних значень показників якості масла, область погіршених значень показників якості і область неприйнятних показників якості. У роботах [8,9] запропоновано підхід до ко-

ригування гранично-допустимих значень показників масел з метою мінімізації ризику, що виникає в разі прийняття помилкових рішень. Ряд зарубіжних дослідників [10-14] для діагностики стану і прогнозування значень показників трансформаторних масел пропонують використовувати апарат нечіткої логіки і нейронні мережі різної конфігурації. У роботах [15-18] для оцінки стану трансформаторних масел запропоновані різні види регресійних моделей, а в [19,20] був використаний підхід, заснований на машинному навчанні. У роботі [21] для ранньої діагностики стану трансформаторних масел з використанням варіативних меж показників був використаний метод траєкторій. Слід зазначити, що практична реалізація всіх перерахованих вище підходів в тій чи мірі має на увазі використання процедури навчання (визначення вагових коефіцієнтів нейронної мережі, виду і функцій приналежності апарату нечіткого виведення, визначення коефіцієнтів регресійної моделі або діаметра еталонних траєкторій), що передбачає наявність навчальної вибірки, тобто результатів випробувань для обладнання із задалегідь встановленим (верифікованим) діагнозом. В якості навчальної вибірки можна використовувати як результати експериментів зі штучного старіння масел, наведені, наприклад, в роботах [22-28], або результати експлуатаційних випробувань стану трансформаторних масел, як, наприклад, в [8,9,18,21]. Істотним обмеженням при використанні першого підходу є недостатньо повний облік впливу всього можливого спектру експлуатаційних впливів на інтенсивність старіння масла. Як показано в [29] основним недоліком другого підходу є наявність помилок і грубих промахів в результатах експлуатаційних випробувань, що, незважаючи на явні переваги даного підходу, не дозволяє використовувати результати експлуатаційних випробувань без попередньої статистичної обробки. У зв'язку з цим в даній статті виконаний аналіз ефективності трьох статистичних критеріїв і їх комбінацій для зниження неоднорідності даних та виділення грубих промахів з результатів експлуатаційного контролю стану трансформаторних масел.

Мета статті. У даній статті наведені результати порівняльного аналізу ефективності процедур статистичної обробки результатів експлуатаційних випробувань для підвищення достовірності результатів періодичного контролю стану трансформаторних масел.

Методика розв'язання задачі. Пропонований метод статистичної обробки результатів періодичного контролю включає в себе кілька етапів. Розглянемо практичну реалізацію даного методу на прикладі навчальної вибірки, складеної за результатами періодичного контролю стану масла по 91 трансформатору, які експлуатуються у Луганській, Полтавській, Сумській та Харківській областях України. Досліджувані трансформатори мають номінальну напругу 110 кВ, потужності 6,3, 16, 25, 32, 40 мВА, типи ТРДН, ТДТН, ТДНГ і ТНД. Обсяг вихідної вибірки склав 6267 значень за 19 показниками якості масла. У табл. 1 наведено перелік показників і обсяг вибірки по кожному з них.

Представивши результати вимірювань по кожному з показників для одного трансформатора у вигляді часових рядів отримаємо 460 підмножин вихідних даних. На першому етапі досліджень для підвищення достовірності вимірювальної інформації був використаний двоетапний метод тестової фільтрації масивів даних. На першому етапі фільтрації з масиву вихідних даних (позначимо його як M_a) були виключені ряди зі спотвореним знаком коефіцієнта парної кореляції показників масла на час експлуатації, що дозволило сформувати масив M_b . Модель старіння масла базувалася на негативних коефіцієнтах кореляції для першого і третього показників та на позитивних для всіх інших.

На другому етапі фільтрації з масиву даних M_b були видалені стаціонарні часові ряди, тобто ті ряди, для яких зміна часу експлуатації не призводять до значущої зміни значень показників якості.

Далі були досліджені методи фільтрації вихідних даних на основі використання елементів перевірки статистичних гіпотез [30].

Перелік показників якості та обсяг вибірових значень

№	Показник якості	Обсяг вибірки	
		Кількість трансформаторів	Кількість значень
1	Температура спалаху	89	971
2	Кислотне число	90	969
3	Пробивна напруга	90	950
4	Тангенс кута втрат 20 °С	11	66
5	Тангенс кута втрат 70 °С	23	157
6	Тангенс кута втрат 90 °С	12	108
7	Колір	16	194
8	Реакція водної витяжки	7	83
9	Вміст механічних домішок	1	9
10	Вміст осаду	1	5
11	Вологовміст масла	10	93
12	Вміст СО	8	153
13	Вміст СО ₂	26	721
14	Вміст СН ₄	11	247
15	Вміст С ₂ Н ₂	14	343
16	Вміст С ₂ Н ₄	21	559
17	Вміст С ₂ Н ₆	11	211
18	Сума газів С _x Н _y	16	393
19	Вміст Н ₂	3	35

На етапі тестової фільтрації була досліджена ефективність 3 статистичних критеріїв [30]:

1. Параметричний критерій на значимість парної лінійної кореляції показників і часу експлуатації (тест F – на значимість лінійної регресії).

2. Непараметричний двовибірковий критерій Вілкоксона (тест W – на стаціонарність по середньому).

3. Параметричний критерій Фішера-Снедекора (тест d – на стаціонарність по дисперсії).

Слід зазначити, що результати, наведені в [31], свідчать про високу ефективність спільного використання критеріїв Вілкоксона і Фішера-Снедекора при формуванні однорідних масивів даних при аналізі законів розподілу трансформаторних масел. Незважаючи на те, що, як показано в [32,33], залежності показників масел від тривалості експлуатації є нелінійними, результати досліджень, наведені в [29], також свідчать про досить високу ефективність даного критерію.

Тестування часових рядів, як безперервних випадкових процесів з дискретним часом, проводилося при рівні значущості $\alpha=0,05$ і основній гіпотезі H_0 – числові характеристики ряду інваріантні в часі, при альтернативній гіпотезі H_1 – час експлуатації впливає на зміну середніх значень показників якості. Алгоритм тестової фільтрації по кожному з досліджуваних тестів наведено в табл. 2. За результатами тестової фільтрації даних масиву Мб були складені 7 масивів. При цьому три з них (масиви Mw, Md, Mf) отримані в результаті тестування даних масиву Мб, відповідно, W, d і F тестами, а чотири масиви (Mwd, Mwf, Mdf і Mwdf) – в результаті одночасного тестування даних масиву Мб двома і трьома тестами. І хоча відомо [34], що застосування декількох статистичних критеріїв при аналізі одних і тих же даних збільшує помилку першого роду і слід досліджувати лише один критерій, бажано більш потужний, було прийнято рішення досліджувати і ефективність одночасного використання декількох тестів. Оскільки в даній ситуації ціна помилки першого роду (приймається гіпотеза H_1 , коли справедлива гіпотеза H_0) це зниження обсягу вибірових значень, то ціна помилки другого роду (приймається гіпотеза H_1 коли справедлива

гіпотеза H_0) – збільшення зашумленості масиву даних. Тому бажано мати критерій, який би забезпечував мінімальне значення помилки другого роду.

Таблиця 2

Алгоритм проведення тестової фільтрації

Тест	Статистична модель	Основна гіпотеза	Критеріальна статистика	Статистика порівняння
F	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 t_i + e_i;$ $i = 1, N$ $M[e_i] = 0,$ $M[e_i^2] = \sigma^2$	$\beta_1 = 0$	$F = R^2 / (1 - R^2) \sim F_{1, (N-2)}$	$F_{1, (N-2), 0,95}$
W	$X_1 = (x_{n_1}^1 \dots x_{n_1}^1) \sim f(x_1);$ $X_2 = (x_{n_2}^2 \dots x_{n_2}^2) \sim f(x_2);$ $n = n_1 + n_2$	$f(x_1) = f(x_2)$	S_1 – сума рангів множини $\{x_i^1\}$ S_2 – сума рангів множини $\{x_i^2\}$	$S_{n_1, n_2, 0,025}$ $S_{n_1, n_2, 0,975}$
d	Вибірка 1: обсяг n_1 , вибіркова дисперсія S_1^2 Вибірка 2: обсяг n_2 , вибіркова дисперсія S_2^2	$\sigma_1^2 = \sigma_2^2$	$F = S_1'^2 / S_2'^2 \sim F_{(n_1-1), (n_2-1)}$	$F_{(n_1-1), (n_2-1), F_{0,95}}$

Графічно процедура формування масивів даних наведена на рис. 1. Обсяг вибіркового значення N і кількість часових рядів k по кожному показнику для даних масивів наведені в табл. 3.

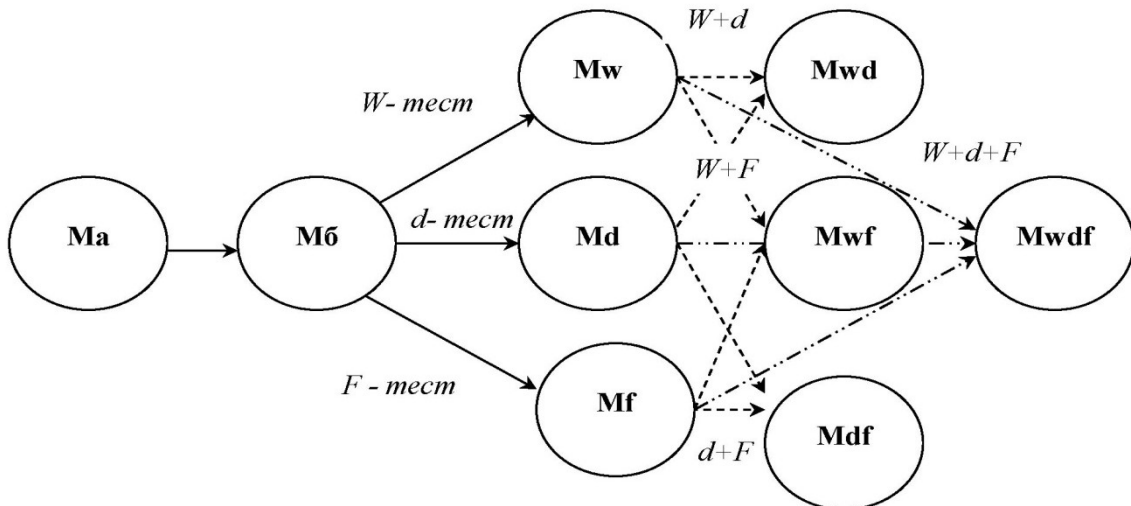


Рис. 1. Графічна ілюстрація формування масивів даних шляхом тестової фільтрації

Для вибору найбільш потужного критерію був виконаний кореляційний аналіз всіх 9 масивів даних. Вважалося, що найбільш ефективним буде той тест якщо в масиві даних, сформованих з його використанням, показники якості матимуть найбільшу тісноту зв'язку з часом експлуатації. Мірою зв'язку між двома випадковими величинами є коефіцієнт парної кореляції:

$$r_B = \frac{\sum_{i=1}^N (p_i - \bar{p}) \cdot (t_i - \bar{t})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (p_i - \bar{p})^2 \cdot \sum_{i=1}^N (t_i - \bar{t})^2}}, \quad (1)$$

де r_B – вибіркоче значення коефіцієнта парної кореляції; p_i – поточне значення показника якості; t_i – поточне значення часу експлуатації; \bar{p} – середнє значення показника якості; \bar{t} – середнє значення часу експлуатації; N – обсяг вибіркового значень.

Таблиця 3

Обсяг вибірових значень показників якості масла на різних етапах тестової фільтрації

№ показ-ника	Масив Ма		Масив Мб		Масив Мw		Масив Мd		Масив Мf		Масив Мwd		Масив Мwf		Масив Мdf	
	N	k	N	k	N	k	N	k	N	k	N	k	N	k	N	k
1	614	56	546	47	318	32	398	34	284	27	392	33	232	22	226	21
2	794	77	445	40	329	28	643	63	215	18	424	39	263	23	194	17
3	501	56	372	39	264	26	291	30	215	20	245	23	175	16	147	12
4	49	9	9	1	32	6	27	5	9	1	9	1	18	3	9	1
5	113	17	49	7	58	8	62	9	34	4	34	4	51	7	34	4
6	108	12	60	6	51	6	82	9	28	3	60	6	42	5	28	3
7	185	15	74	7	89	7	175	14	32	3	69	6	84	6	27	2
8	83	7	22	2	83	7	78	6	22	2	17	1	78	6	17	1
9	9	1	9	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	41	6	—	—	15	2	11	1	—	—	—	—	—	—	—	—
12	125	7	83	4	77	5	74	3	35	2	48	2	26	1	—	—
13	541	19	242	7	308	9	307	9	123	3	145	4	170	4	45	1
14	68	5	28	1	60	4	8	1	28	1	—	—	—	—	—	—
15	190	9	161	7	161	7	24	1	161	7	24	1	24	1	24	1
16	211	10	93	4	134	6	44	3	24	1	8	1	28	1	—	—
17	168	9	58	3	132	7	36	2	50	2	8	1	—	—	—	—
18	161	9	52	2	129	6	52	3	52	2	28	1	28	1	28	1
19	35	3	19	1	35	3	—	—	19	1	—	—	—	—	—	—

Оскільки обсяги показників якості масла для різних масивів значимо відрізняються, для зручності порівняння використовуємо величину T -статистики [30]:

$$T = \frac{r_B \cdot \sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r_B^2}} \quad (2)$$

Результати розрахунку T -статистики для кожного показника по всіх 9 масивах наведені в табл. 4. Аналізуючи дані табл. 4 легко побачити, що з розглянутих 19 показників максимальне значення $T_{сност.}$ мають 10 показників масиву Мf (1-3, 7, 8, 11-15). Максимальне значення $T_{сност.}$ показника 4 припадає на масив Мd, показника 5 – одночасно на 3 масиви Мwd, Мwf і Мwdf, показника 6 – на масиви Мw і Мwf, показників 16 і 17 – мають максимум $T_{сност.}$ у масиві Мwf, а 18 – в масивах Мwf і Мwdf. Таким чином, в якості масиву для навчання моделі найкраще використовувати масив, отриманий в результаті фільтрації параметричним тестом на значимість лінійної регресії.

До складу аналізованої вибірки входять трансформатори різного типу, різної номінальної потужності і напруги на низькій і середній обмотках, виготовлені на різних підприємствах і в різний час, а найголовніше експлуатованих при різних умовах. Природно, що подібна відмінність призводить до наявності у вихідній вибірці систематичного зміщення, обумовленого різними умовами експлуатації. Причому це зміщення може бути як по осях ординат і абсцис, так і викликане різним кутом нахилу (різною інтенсивністю процесів старіння). Наявність систематичної складової при навчанні моделі для оцінки ступеня старіння масла є небажаною, оскільки її наявність призводить до збільшення дисперсії результатів вимірювань, що значно ускладнює навчання моделі. Тому завданням даного етапу досліджень є формування масиву статистично однорідних даних по кожному

з показників масла. Для вирішення даного завдання був використаний коваріаційний аналіз лінійних моделей [35, 36] показників масла на час експлуатації:

$$Y_{ji} = \alpha_j + \beta_j \cdot X_{ji} + \varepsilon_{ji}, \quad (3)$$

де $i = \overline{1, n_j}$; ε_{ji} – залишок; Y_{ji} – значення регресії показника на час для j -ї групи, коли $X = x_{ij}$; α_j, β_j – значення часткових коефіцієнтів регресії для j -ї групи.

Таблиця 4

Результати розрахунку Т-статистики для масивів даних, отриманих в результаті тестової фільтрації

№ _i показника	Масив Ma	Масив Mb	Масив Mw	Масив Md	Масив Mf	Масив Mwd	Масив Mwf	Масив Mdf	Масив Mwdf
1	2,09	5,847	6,566	3,178	6,792	3,969	6,787	3,965	3,947
2	18,09	22,007	18,691	16,276	23,481	12,822	19,262	15,742	13,506
3	2,037	9,036	8,647	7,469	9,737	6,676	8,255	7,119	5,967
4	0,918	1,876	3,833	4,087	3,433	3,833	3,833	3,699	3,833
5	5,353	6,724	7,011	7,786	7,364	7,842	7,842	7,200	7,842
6	3,179	3,179	6,178	2,805	4,139	3,112	6,178	3,133	3,112
7	11,36	11,448	8,294	8,746	11,401	6,026	7,934	8,307	5,704
8	0,941	0,941	0,299	0,941	5,449	0,299	2,659	5,448	2,659
9	1,835	1,835	1,835	—	—	—	—	—	—
10	2,301	2,301	—	—	—	—	—	—	—
11	1,300	1,2 · 10 ⁻³	—	0,322	3,340	—	—	—	—
12	4,971	5,133	2,779	3,893	4,593	1,118	3,427	2,293	—
13	3,488	4,273	1,236	2,654	3,565	0,0099	2,723	1,593	4,307
14	2,149	0,595	0,784	1,290	2,541	0,784	—	—	—
15	2,516	0,233	0,158	0,158	2,096	0,157	2,096	2,096	2,096
16	1,585	2,313	1,467	1,719	1,781	0,927	4,730	4,158	—
17	0,379	0,017	0,973	1,521	0,582	0,570	6,054	—	—
18	2,959	0,739	0,583	0,614	0,333	0,581	5,747	5,747	5,746
19	0,363	0,363	0,125	0,363	—	0,124	—	—	—

Вважалося, що часові ряди статистично однорідні, якщо одне лінійне рівняння регресії (3) може представляти всі групи – це лінійна гіпотеза H_0 : ($\alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_n$; $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_n$). Оскільки процедура перевірки гіпотез при коваріаційному аналізі досить детально викладена в [36], обмежимося описом загальної послідовності її використання. Перевірка даної гіпотези здійснювалася у два етапи. На першому етапі були сформовані масиви даних показників масла, для яких не відкидалася гіпотеза про рівність кутових коефіцієнтів. На другому етапі формувалися масиви даних показників, для яких не відкидалася гіпотеза про рівність вільних членів часткових регресій. За результатами коваріаційного аналізу були сформовані кілька масивів показників, для яких основна гіпотеза H_0 не відкидається. Однак більшість масивів мають обмежений обсяг вибірових значень показників, тому на даному етапі досліджень в якості навчальної вибірки був використаний масив, що має найбільший обсяг вибірових значень показників – назовемо його M_0 . Обсяг вибірових і результати кореляційного аналізу показників масла масиву M_0 наведені в табл.5.

Таблиця 5

Результати кореляційного аналізу показників масла масиву Мо

№ показника	<i>N</i>	<i>k</i>	<i>r</i> _{виб.}	<i>r</i> _н	<i>r</i> _в	<i>T</i> _{спост.}	<i>t</i> _{крит.}
1	160	12	-0,658	-0,56	-0,738	10,984	1,979
2	289	29	0,905	0,882	0,924	36,04	1,978
3	257	27	-0,575	-0,487	-0,652	11,223	1,977
4	20	3	0,732	0,428	0,887	4,558	2,10
5	30	3	0,741	0,519	0,869	7,839	2,05
6	61	6	0,712	0,561	0,817	7,789	2,001
7	127	10	0,783	0,705	0,842	14,074	1,979
8	44	3	0,731	0,554	0,845	6,943	2,018
11	11	1	0,744	0,260	0,929	3,340	2,260
12	74	3	0,476	0,278	0,635	4,593	1,996
13	182	6	0,406	0,277	0,521	5,96	1,97
14	8	1	0,720	0,031	0,945	2,541	2,310
15	24	1	0,408	5,5 · 10 ⁻³	0,697	2,096	2,060
18	44	2	0,620	0,396	0,774	5,121	2,016

Порівнюючи значення Т-статистики для масиву даних Мо (табл. 5) з результатами розрахунку Т-статистики для інших масивів даних (табл. 4) слід зазначити, що практично для всіх показників масла значення Т-статистики Мо перевершують значення Т-статистики для інших масивів. Це свідчить про високу ефективність процедури формування масиву даних на основі статистично однорідних рядів показників якості.

Одним із шляхів оптимізації алгоритмів контролю в технічній діагностиці є облік інформаційної значущості або діагностичної цінності показників при формуванні послідовності виконання перевірок (метод послідовного аналізу Вальда [37], алгоритм Сіднеєва [38] і т.д.). В основі даних алгоритмів лежить процедура ранжування діагностичних ознак зі зниженням їх інформаційної значущості і організація послідовності перевірок згідно рангу ознаки. Кількість інформації по кожному з показників розраховувалася як:

$$I = \log_2 \sqrt{1 + \frac{\left(\frac{Q}{N-1}\right)}{\frac{Q_e}{N-2}}} = \log_2 \sqrt{1 + \frac{\left(\frac{Q_1 + Q_e}{N-1}\right)}{\frac{Q_e}{N-2}}} \quad (4)$$

де *Q* – повна сума квадратів відхилень експериментальних точок від лінійної регресії показника на час експлуатації, характеризує вихідну ентропію (розсіювання результатів вимірювань щодо середнього значення); *Q*₁ – регресійна сума квадратів відхилень, характеризує мінливість середніх значень показників якості масла від часу експлуатації; *Q*_е – залишкова сума квадратів відхилень, характеризує залишкову ентропію обумовлену похибкою самої моделі (розсіювання результатів вимірювань щодо лінії тренда); *N* – обсяг вибіркового значень; *N*-1 – число ступенів свободи, що відповідає сумі *Q*; *N*-2 – число ступенів свободи, що відповідає сумі *Q*_е.

Залежність інформативності показників якості масла від методу тестової фільтрації наведені на рис. 2.

Показники якості трансформаторного масла, ранжовані зі зменшенням їх інформаційної значущості, для 10 досліджуваних масивів даних наведені в табл. 6. Як видно з табл. 6 для всіх масивів даних незалежно від процедури обробки найбільш інформативним показником є кислотне число масла. А як видно з рис. 3 максимальним значенням інформативності володіють показники з масиву Мо.

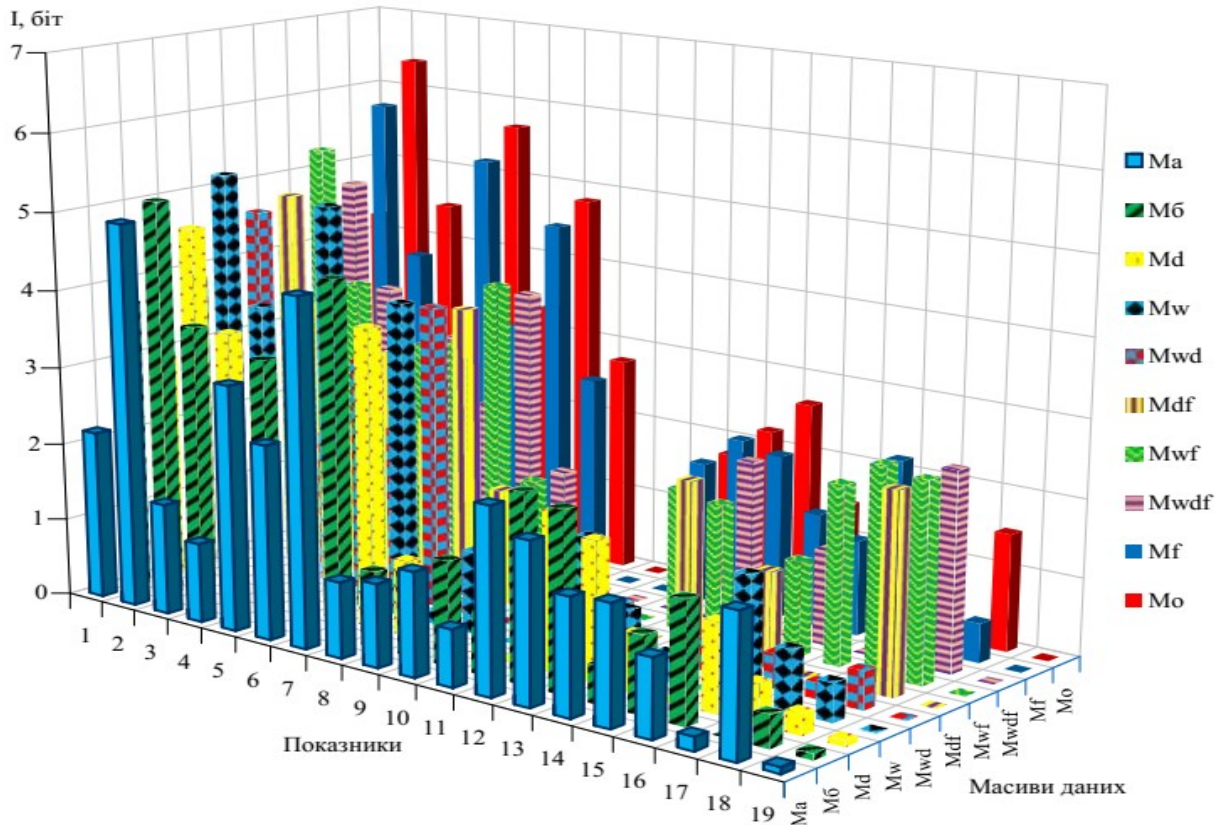


Рис. 2. Залежність інформаційної значущості показників якості трансформаторного масла від процедури тестової фільтрації

Отримані в результаті тестування масиви даних були використані в якості навчальних вибірок в процесі синтезу регресійних моделей для оцінки ступеня старіння трансформаторного масла. На жаль значне зниження обсягу вибіркового значень показників якості масла в процесі фільтрації не дозволило використовувати при навчанні більш складну модель. Тому в якості параметричної моделі для прогнозованого часу старіння t було використано рівняння множинної поліноміальної регресії, яке є лінійним як відносно $(p+1)$ параметрів $\theta_0, \theta_1 \dots \theta_p$, так і щодо своїх регресорів, $x_i, i = 1, \dots, p$:

$$\hat{t} = \theta_0 + \sum_{i=1}^p \theta_i x_i, \quad (5)$$

де \hat{t} – розрахунковий час старіння; θ_0, θ_i – коефіцієнти регресійного рівняння, що підлягають визначенню; x_i – значення показника якості; p – кількість регресорів (показників якості масла).

Перевірка згоди регресійних рівнянь (5) велася за скоригованим коефіцієнтом детермінації $\overline{R_p^2}$ [18], який враховує множинну кореляцію R_p регресорів даного рівняння і заданого часу експлуатації t , кількість n значень часу експлуатації, передбачених за допомогою даних рівнянь регресії і p – число регресорів, використовуваних для показання часу експлуатації:

$$\overline{R_p^2} = 1 - (1 - R_p^2) \cdot \left(\frac{n}{n - p} \right), \quad (6)$$

де n - обсяг вибіркового значень; p - число регресорів у рівнянні; R_p - коефіцієнт множинної кореляції.

Таблиця 6

Результати ранжування показників якості зі зменшенням їх інформаційної значущості

Ранг показника	Ma	Mb	Mw	Md	Mf	Mwd	Mwf	Mdf	Mwdf	Mo
1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	7	7	5	7	5	7	1	7	7	5
3	5	1	7	3	7	3	7	3	3	7
4	6	3	1	5	1	1	3	5	1	3
5	12	5	3	1	3	5	6	1	5	1
6	1	6	6	6	6	6	5	8	6	6
7	13	12	12	12	8	12	12	6	—	8
8	3	13	13	13	12	8	13	13	—	13
9	8	16	8	8	13	13	—	12	—	12

Залежність $\overline{R_p^2}$ від числа регресорів для всіх 10 досліджуваних підмножин даних наведена на рис. 3. Адекватність регресійних моделей перевірялася за допомогою F -критерію [18] за розрахованою критеріальною статистикою:

$$F = \frac{R_p^2 / (p - 1)}{(1 - R_p^2) / (n - p)} \approx F_{(p-1), (n-p)}, \quad (7)$$

де n - обсяг вибірових значень; p - число регресорів у рівнянні.

Результати регресійного аналізу: число регресорів N_p , що дають максимум міри згоди $\overline{R_p^2}$ і значення $\overline{R_p^2}$, значення залишкової дисперсії $\sigma_{залиш.}^2$ і помилки прогнозу $\sigma_{прогн.}$, значення математичного очікування залишків M_d , асиметрії j_a і ексцесу залишків j_e , по всіх 10 моделям наведені в табл. 7. Як видно з рис. 3 найвищі значення міри згоди і чітко виражений максимум залежності $\overline{R_p^2}(n)$ мають регресійні моделі, побудовані за даними масивів Mo (максимум на 4 регресорі) і масиву Mf (максимум на 5 регресорі). Всі інші 8 моделей максимуму не мають.

З табл. 6 видно, що для всіх 10 досліджуваних моделей $F_{розр.} > F_{крит. (p-1), (n-p), 0,95}$, тому немає підстав для того, щоб гіпотеза про адекватність даних моделей була відкинута. У той же час найвищі значення $F_{розр.}$, найменші значення залишкової дисперсії і помилки прогнозу в точці максимуму $\overline{R_p^2}$ мають регресійні моделі, побудовані за даними масивів Mo і масиву Mf, що збігається як з результатами кореляційного, так і інформаційного аналізів.

Отримані результати свідчать, про досить високу ефективність процедури фільтрації вихідних даних тестом на значимість лінійної регресії з подальшим виділенням однорідних часових рядів за допомогою коваріаційного аналізу лінійних моделей.

Для оцінки достовірності отриманої за даними масиву Mo моделі виконаємо кількісну оцінку прогнозованого часу старіння, використовуючи при цьому незалежну вибірку. Регресійне рівняння має вигляд:

$$\hat{t} = 19,393 - 0,320748 \cdot p_4 - 17,5105 \cdot p_1 + 1,13618 \cdot p_2 + 3,10496 \cdot p_3 \quad (8)$$

де \hat{t} - розрахунковий час старіння; p_1 - поточне значення кислотного числа масла; p_2 - поточне значення тангенса кута діелектричних втрат масла при 70 °С; p_3 - поточне значення колірному числа масла; p_4 - поточне значення пробивної напруги.

Показники адекватності регресійних моделей

Показник	Навчальні вибірки									
	Ma	Mb	Mw	Md	Mf	Mwd	Mwf	Mdf	Mwdf	Mo
N_p	9	9	9	9	5	9	8	9	6	4
$F_{роз.}$	401,40	582,36	3111,3	728,6	3345,2	1355,6	1989,2	3032,0	1561,9	10011,5
$F_{крит.}$	2,34	2,34	2,34	2,34	2,70	2,34	2,39	2,34	2,57	2,93
\overline{R}_p^2	0,922	0,945	0,989	0,956	0,990	0,976	0,983	0,989	0,979	0,9967
$\sigma_{залиш.}^2$	7,339	4,942	0,954	3,980	0,887	2,170	1,486	0,979	1,884	0,2986
$\sigma_{прогн.}$	2,709	2,223	0,977	1,995	0,942	1,4732	1,219	0,989	1,372	0,5464
M_{Δ}	-1,26 10^{-4}	-3,26 10^{-5}	-3,80 10^{-5}	-3,25 10^{-4}	3,49 10^{-4}	-5,6 10^{-6}	5,88 10^{-4}	-3,97 10^{-4}	-1,10 10^{-4}	-5,5 10^{-5}
j_a	0,879	0,609	-0,397	0,461	-0,019	-0,720	-0,212	-1,256	0,242	-0,091
j_e	0,080	-0,360	-0,408	0,0367	-0,496	1,000	-0,287	1,866	-0,992	-0,163

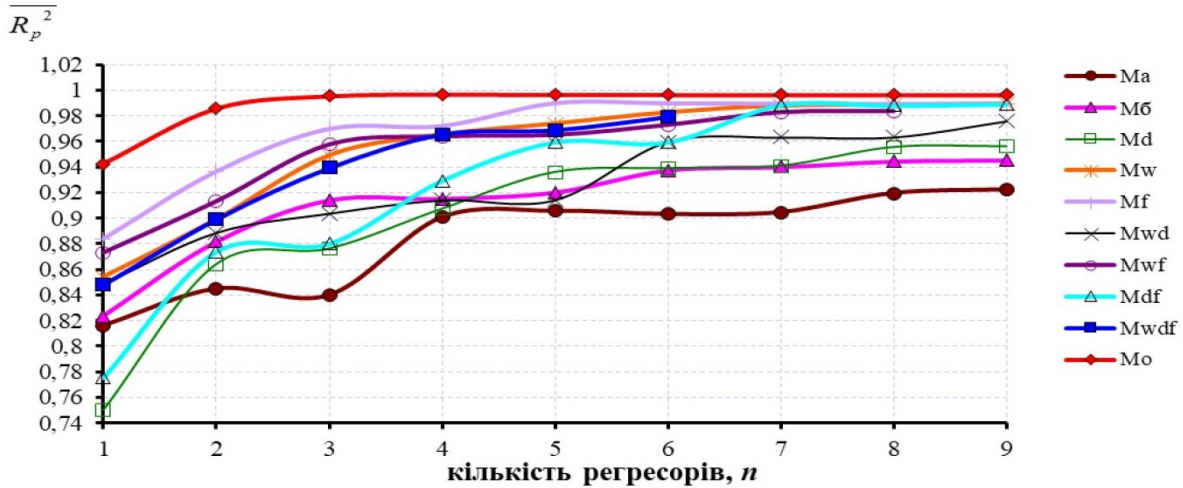


Рис. 3. Залежність \overline{R}_p^2 від числа регресорів

В якості незалежної вибірки використовувалися результати періодичних випробувань трансформаторного масла по Луганській і Донецькій областях України, при цьому дані результати не використовувалися при навчанні моделі. Перевірка проводилася по масиву даних, для яких не відкидалася гіпотеза про однорідність з даними масиву Mo. Виконаний розрахунок показав, що значення помилки моделі (8) $\sigma_{прогн.} = 1,085$ року, що говорить про досить високу точність запропонованої моделі.

Висновки. Найбільш ефективною процедурою тестової фільтрації при виявленні стаціонарних часових рядів показників якості масла є тест на значимість лінійної регресії з подальшим формуванням масиву статистично однорідних показників і ранжуванням їх зі зменшенням інформаційної значущості. Виконаний регресійний аналіз показав явні переваги даного методу статистичної обробки в порівнянні з аналізованими методами. Виконана перевірка точності регресійної моделі на незалежній вибірці показала, що значення помилки моделі склала 1,085 року, що говорить про досить високу точність запропонованої моделі.

Список використаної літератури:

1. Mineral insulating oils in electrical equipment - Supervision and maintenance guidance: IEC 60422:2013. Geneva, Switzerland: International Electrotechnical Commission, 2013. – 93 p.
2. IEEE Guide for Acceptance and Maintenance of Insulating Mineral Oil in Electrical Equipment: IEEE Std C57.106-2015. Piscataway, NJ, USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2016. – 38 p. – doi: 10.1109/IEEESTD.2016.7442048.

3. Приймання, застосування та експлуатація трансформаторних масел. Норми оцінювання якості: СОУ-Н ЕЕ 43-101:2009. Київ: Українська науково-технічна електроенергетична асоціація «Аселенерго», 2018.
4. Объем и нормы испытаний электрооборудования: СТО 34.01-23.1-001-2017. ПАО «Россети», 2017. – 262с.
5. Mineral insulating oils in electrical equipment-supervision and maintainance guidance: BS EN 60422:2013. British Standard Institute (BSI), 2013. – 50 p.
6. Rao U. M. et al. Condition monitoring of in-service oil-filled transformers: Case studies and experience. IEEE Electrical Insulation Magazine. 2019. Vol. 35, № 6. P. 33-42. – doi: 10.1109/mei.2019.8878258.
7. Алексеев Б. А. Контроль состояния (диагностика) крупных силовых трансформаторов. Москва: НЦ ЭНАС, 2002. – 216 с.
8. Shutenko O., Ponomarenko S. Correction of the Maximum Permissible Values of the Oil Acidity by the Minimum Risk Method. 2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON). 2021. P. 310-315. – doi: 10.1109/ukrcon53503.2021.9575854.
9. Shutenko O., Ponomarenko S. Using Statistical Decision Methods to Correct the Maximum Permissible Values of Transformer Oils Indicators. 2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek). 2021. P. 471-476. – doi: 10.1109/khpiweek53812.2021.9570041.
10. Srividhya V., Babu J. S. et al. Determination of Breakdown Voltage for Transformer Oil Testing Using ANN. Advances in Intelligent Systems and Computing. 2021. P. 443-452. – doi: 10.1007/978-981-33-6981-8_35.
11. Singh H. D., Singh J. Enhanced optimal trained hybrid classifiers for aging assessment of power transformer insulation oil. World Journal of Engineering. 2020. Vol. 17, № 3. P. 407-426. – doi: 10.1108/wje-11-2019-0339.
12. Nurcahyanto H., Nainggolan J., Ardita I., Hudaya C. Analysis of Power Transformer's Lifetime Using Health Index Transformer Method Based on Artificial Neural Network Modeling. 2019 International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI). 2019. P. 574-579. – doi: 10.1109/iceei47359.2019.8988870.
13. Forouhari S., Abu-Siada A. Application of adaptive neuro fuzzy inference system to support power transformer life estimation and asset management decision. IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation. 2018. Vol. 25, № 3. P. 845-852. – doi: 10.1109/tdei.2018.006392.
14. Gautam L., Kumar Y., Sood Y.R. Identifying Transformer Oil Criticality Using Fuzzy Logic Approach. 2020 IEEE Students Conference on Engineering & Systems (SCES). 2020. P. 1-6. – doi: 10.1109/sces50439.2020.9236724.
15. Abdi S. et al. The Correlation of Transformer Oil Electrical Properties with Water Content Using a Regression Approach. Energies. 2021. Vol. 14, № 8. P. 2089. – doi: 10.3390/en14082089.
16. Wahab M. A. A. et al. A new non-linear model for transformer oil residual operating time. 2008 12th International Middle-East Power System Conference. 2008. P. 66-70. – doi: 10.1109/mepcon.2008.4562315.
17. Gouda O. E., El Dein A. Z. Prediction of Aged Transformer Oil and Paper Insulation. Electric Power Components and Systems. 2019. Vol. 47, № 4-5. P. 406-419. – doi: 10.1080/15325008.2019.1604848.
18. Shutenko O., Ponomarenko S. Diagnostics of Transformer Oils Using the Multiple Linear Regression Model. 2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP). 2020. P. 1-6. – doi: 10.1109/paep49887.2020.9240875.
19. Senoussaoui M. E. A., Brahami M., Fofana I. Transformer Oil Quality Assessment Using Random Forest with Feature Engineering. Energies. 2021. Vol. 14, № 7. P. 1809. – doi: 10.3390/en14071809.
20. Bhatia N. K., El-Hag A. H., Shaban K. B. Machine Learning-based Regression and Classification Models for Oil Assessment of Power Transformers. 2020 IEEE International Conference on Informatics, IoT, and Enabling Technologies (ICIOT). 2020. P. 400-403. – doi: 10.1109/iciot48696.2020.9089647.
21. Shutenko O., Ponomarenko S. Diagnosing the Condition of Transformer Oils Using the Trajectory Method. 2021 IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES). 2021. P. 1-6. – doi: 10.1109/mees52427.2021.9598490.
22. Dessouky S. S. et al. Further Contribution For Evaluating The Aging of Transformer Oil of Power Transformer. JES. Journal of Engineering Sciences. 2015. Vol. 43, № 2. P. 211-226. – doi: 10.21608/jesaun.2015.115168.
23. Karthik M., Sharma S., Visalakshi M. Characteristics of Dielectric Fluids in Power Transformer Applications – A Review. International Journal of Recent Trends in Engineering and Research. 2017. Vol. 3, № 2. P. 239-245. – doi: 10.23883/ijrter.2017.3032.ihoat.
24. Kassi K. S., Fofana I., Volat C., Farinas M. I. Impact of oils degradation on the cooling capacity of power Transformers. The 19th International Symposium on High Voltage Engineering. – Pilsen, Czech Republic. – 2015.
25. Meshkatodd M. R. Aging Study and Lifetime Estimation of Transformer Mineral Oil. American Journal of Engineering and Applied Sciences. 2008. Vol. 1, № 4. P. 384-388. – doi: 10.3844/ajeassp.2008.384.388.
26. Abdi S. et al. Influence of Artificial Thermal Aging on Transformer Oil Properties. Electric Power Components and Systems. 2011. Vol. 39, № 15. P. 1701-1711. – doi: 10.1080/15325008.2011.608772.
27. Ouyang X. D. et al. Research on Aging Characteristics and Chemical Composition of Hydrogenated Transformer Oil. Advanced Materials Research. 2012. Vol. 614-615. P. 1131-1137. – doi: 10.4028/www.scientific.net/amr.614-615.1131.
28. Belmecheri H. et al. Insulating and Thermal Aging Dielectric Properties Dependency of Transformer Oil Using Spectroscopy Techniques. Instrumentation Measure Métrologie. 2019. Vol. 18, № 4. P. 337-342. – doi: 10.18280/im.180402.

29. Shutenko O., Ponomarenko S. Reliability Assessment of the Results of Periodic Monitoring of the Transformer Oils Condition. 2020 IEEE 4th International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS). 2020. P. 77-82. – doi: 10.1109/ieps51250.2020.9263141.

30. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Учеб. пособие для вузов. Москва: Высш. шк., 1977. – 479 с.

31. Shutenko O., Ponomarenko S. Analysis of distribution laws of transformer oil indicators in 110-330 kV transformers. *Electrical Engineering & Electromechanics*. 2021. № 5. P. 46-56. – doi: 10.20998/2074-272x.2021.5.07.

32. Шутенко О. В. Особенности дрейфа показателей качества трансформаторного масла в течении длительной эксплуатации. *Інтегровані технології та енергозбереження. Щоквартальний науково-практичний журнал*. 2007. № 4. С. 26-30.

33. Шутенко О. В. Формирование однородных массивов показателей качества трансформаторного масла в условиях априорной неопределенности результатов испытаний. *Інтегровані технології та енергозбереження. Щоквартальний науково-практичний журнал*. 2006. № 4. С. 42–50.

34. Pollard J. H. A handbook of numerical and statistical techniques. Cambridge University Press, 1976. – 344 p.

35. Johnson N. L. Statistics and experimental design in engineering and the physical sciences. New York: Wiley, 1977.

36. Shutenko O., Ponomarenko S. Analysis of the Impact of Power Transformer Loading on the Transformer Oil Aging Intensity. 2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek). 2020. P. 76-81. – doi: 10.1109/khpiweek51551.2020.9250159.

37. Биргер И. А. Техническая диагностика. Москва: Машиностроение, 1978. – 240 с.

38. Верзаков Г. Ф., Киншт, Н. В. и др. Введение в техническую диагностику. Москва: «Энергия», 1968. - 224 с.

References:

1. Mineral insulating oils in electrical equipment - Supervision and maintenance guidance: IEC 60422:2013. Geneva, Switzerland. International Electrotechnical Commission, 2013. 93 p.

2. IEEE Guide for Acceptance and Maintenance of Insulating Mineral Oil in Electrical Equipment: IEEE Std C57.106-2015. Piscataway, NJ, USA. Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2016. 38 p. doi: 10.1109/IEEESTD.2016.7442048

3. SOU-N EE 43-101:2009. Pryumannya, zastosuvannya ta ekspluatatsiya transformatornykh masel. Normy otsynuyannya yakosti. Kyiv, Ukrainian Scientific and Technical Electric Power Association «Aselenergo», 2018.

4. STO 34.01-23.1-001-2017. Ob'em i normy ispytaniy elektrooborudovaniya. PJSC "Rosseti", 2017. 262p.

5. Mineral insulating oils in electrical equipment-supervision and maintainance guidance. BS EN 60422:2013. British Standard Institute (BSI), 2013. 50 p.

6. Rao U. M. et al. Condition monitoring of in-service oil-filled transformers: Case studies and experience. *IEEE Electrical Insulation Magazine*, 2019, Vol. 35, 6, P. 33-42. doi: 10.1109/mei.2019.8878258.

7. Alekseev B. A. Kontrol' sostoyaniya (diagnostika) krupnykh silovykh transformatorov. Moskva. NTs ENAS, 2002. 216 s.

8. Shutenko O., Ponomarenko S. Correction of the Maximum Permissible Values of the Oil Acidity by the Minimum Risk Method. 2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON), 2021, P. 310-315. doi: 10.1109/ukrcon53503.2021.9575854.

9. Shutenko O., Ponomarenko S. Using Statistical Decision Methods to Correct the Maximum Permissible Values of Transformer Oils Indicators. 2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), 2021, P. 471-476. doi: 10.1109/khpiweek53812.2021.9570041.

10. Srividhya V., Babu J. S. et al. Determination of Breakdown Voltage for Transformer Oil Testing Using ANN. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2021, P. 443-452. doi: 10.1007/978-981-33-6981-8_35.

11. Singh H. D., Singh J. Enhanced optimal trained hybrid classifiers for aging assessment of power transformer insulation oil. *World Journal of Engineering*, 2020, Vol. 17, 3, P. 407-426. doi: 10.1108/wje-11-2019-0339.

12. Nurcahyanto H., Nainggolan J., Ardita I., Hudaya C. Analysis of Power Transformer's Lifetime Using Health Index Transformer Method Based on Artificial Neural Network Modeling. 2019 International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI), 2019, P. 574-579. doi: 10.1109/iceei47359.2019.8988870.

13. Forouhari S., Abu-Siada A. Application of adaptive neuro fuzzy inference system to support power transformer life estimation and asset management decision. *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, 2018, Vol. 25, 3, P. 845-852. doi: 10.1109/tdei.2018.006392.

14. Gautam L., Kumar Y., Sood Y. R. Identifying Transformer Oil Criticality Using Fuzzy Logic Approach. 2020 IEEE Students Conference on Engineering & Systems (SCES), 2020, P. 1-6. doi: 10.1109/sces50439.2020.9236724.

15. Abdi S. et al. The Correlation of Transformer Oil Electrical Properties with Water Content Using a Regression Approach. *Energies*, 2021. Vol. 14, 8, P. 2089. doi: 10.3390/en14082089.

16. Wahab M. A. A. et al. A new non-linear model for transformer oil residual operating time. 2008 12th International Middle-East Power System Conference, 2008, P. 66-70. doi: 10.1109/mepcon.2008.4562315.

17. Gouda O. E., El Dein A. Z. Prediction of Aged Transformer Oil and Paper Insulation. *Electric Power Components and Systems*, 2019. Vol. 47, 4-5, P. 406-419. doi: 10.1080/15325008.2019.1604848.
18. Shutenko O., Ponomarenko S. Diagnostics of Transformer Oils Using the Multiple Linear Regression Model. 2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), 2020, P. 1-6. doi: 10.1109/паер49887.2020.9240875.
19. Senoussaoui M. E. A., Brahami M., Fofana I. Transformer Oil Quality Assessment Using Random Forest with Feature Engineering. *Energies*, 2021. Vol. 14, 7, P. 1809. doi: 10.3390/en14071809.
20. Bhatia N. K., El-Hag A. H., Shaban K. B. Machine Learning-based Regression and Classification Models for Oil Assessment of Power Transformers. 2020 IEEE International Conference on Informatics, IoT, and Enabling Technologies (ICIOT), 2020, P. 400-403. doi: 10.1109/iciot48696.2020.9089647.
21. Shutenko O., Ponomarenko S. Diagnosing the Condition of Transformer Oils Using the Trajectory Method. 2021 IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES), 2021, P. 1-6. doi: 10.1109/mees52427.2021.9598490.
22. Dessouky S. S. et al. Further Contribution For Evaluating The Aging of Transformer Oil of Power Transformer. *JES. Journal of Engineering Sciences*, 2015. Vol. 43, 2, P. 211-226. doi: 10.21608/jesaun.2015.115168.
23. Karthik M., Sharma S., Visalakshi M. Characteristics of Dielectric Fluids in Power Transformer Applications A Review. *International Journal of Recent Trends in Engineering and Research*, 2017. Vol. 3, 2, P. 239-245. doi: 10.23883/ijrter.2017.3032.ihoat.
24. Kassi K. S., Fofana I., Volat C., Farinas M. I. Impact of oils degradation on the cooling capacity of power Transformers. *The 19th International Symposium on High Voltage Engineering*. Pilsen, Czech Republic. 2015.
25. Meshkatodd M. R. Aging Study and Lifetime Estimation of Transformer Mineral Oil. *American Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2008. Vol. 1, 4, P. 384-388. doi: 10.3844/ajeassp.2008.384.388.
26. Abdi S. et al. Influence of Artificial Thermal Aging on Transformer Oil Properties. *Electric Power Components and Systems*, 2011. Vol. 39, 15, P. 1701-1711. doi: 10.1080/15325008.2011.608772.
27. Ouyang X. D. et al. Research on Aging Characteristics and Chemical Composition of Hydrogenated Transformer Oil. *Advanced Materials Research*, 2012. Vol. 614-615, P. 1131-1137. doi: 10.4028/www.scientific.net/amr.614-615.1131.
28. Belmecheri H. et al. Insulating and Thermal Aging Dielectric Properties Dependency of Transformer Oil Using Spectroscopy Techniques. *Instrumentation Measure Métrologie*, 2019. Vol. 18, 4, P. 337-342. doi: 10.18280/i2m.180402.
29. Shutenko O., Ponomarenko S. Reliability Assessment of the Results of Periodic Monitoring of the Transformer Oils Condition. 2020 IEEE 4th International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS), 2020, P. 77-82. doi: 10.1109/ieps51250.2020.9263141.
30. Gmurman V. E. *Teoriya veroyatnostey i matematicheskaya statistika*. Ucheb. posobie dlya vuzov. Moskva. Vyssh. shk., 1977. 479 s.
31. Shutenko O., Ponomarenko S. Analysis of distribution laws of transformer oil indicators in 110-330 kV transformers. *Electrical Engineering & Electromechanics*, 2021. 5, P. 46-56. doi: 10.20998/2074-272x.2021.5.07.
32. Shutenko O. V. Osobennosti dreyfa pokazateley kachestva transformatornogo masla v techenii dlitel'noy ekspluatatsii. *Integrated technologies and energy saving*, 2007, no. 4, P. 26-30.
33. Shutenko O. V. Formirovanie odnorodnykh massivov pokazateley kachestva transformatornogo masla v usloviyakh apriornoy neopredelennosti rezul'tatov ispytaniy. *Integrated technologies and energy saving*. 2006, no. 4, P. 42-50.
34. Pollard J. H. *A handbook of numerical and statistical techniques*. Cambridge University Press, 1976. 344 p.
35. Johnson N. L. *Statistics and experimental design in engineering and the physical sciences*. New York. Wiley, 1977.
36. Shutenko O., Ponomarenko S. Analysis of the Impact of Power Transformer Loading on the Transformer Oil Aging Intensity. 2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek). 2020, P. 76-81. doi: 10.1109/khpiweek51551.2020.9250159.
37. Birger I. A. *Tekhnicheskaya diagnostika*. Moskva. Mashinostroenie, 1978. 240 s.
38. Verzakov G. F., Kinsht N. V. *i dr. Vvedenie v tekhnicheskuyu diagnostiku*. Moskva. Energiya, 1968. 224 s.

Надійшла до редакції 20.10.2021

ІНСТИТУТ ІОНОСФЕРИ НАН І МОН УКРАЇНИ

Початок

У кінці 1940-х – початку 1950-х рр. стрімко почали розвиватися радіолокація, радіонавігація та інші галузі науки, пов'язані з радіофізикою, радіотехнікою та радіоелектронікою, що було викликано необхідністю зміцнення оборони країни, розвитком радіоелектронної промисловості та початком космічних досліджень. Цим було обумовлено відкриття в 1946 р. в Харківському електротехнічному інституті (із 1949 р. – ХПІ) радіотехнічного факультету з ініціативи академіка А. О. Слущкіна та професора С. Я. Брауде (згодом академік АН УРСР).

У зв'язку з цим також значно зросла необхідність у вивченні іоносфери як середовища, яке впливає на умови поширення радіохвиль, надійність радіозв'язку і управління космічними апаратами, точність визначення параметрів радіолокаційних цілей і радіонавігаційних координат тощо.

Із 1950 р. розгорнулися роботи, пов'язані з дослідженням іоносфери, зокрема, розробка іоносферної станції (під керівництвом С. Я. Брауде).



Рис. 1. Академік С. Я. Брауде

З 1954 р. почалося вивчення іоносфери над Харковом. У 50-х рр. під керівництвом Б. Л. Кашеева (згодом д-р техн. наук, проф.) проведено роботи з метеорної радіолокації. Це стало доленосним для виникнення і розвитку наукової школи метеорної радіолокації в СРСР.

1960-ті роки. Науково-дослідна лабораторія іоносфери

Під науковим керівництвом та за безпосередньої участі В. І. Тарана (в майбутньому доктора фіз.-мат. наук, професора) було обґрунтовано необхідність постановки, проведення еталонних досліджень іоносфери найбільш інформативним і точним методом некогерентного розсіяння (НР) радіохвиль для розв'язання наукових та військово-прикладних задач. Обґрунтовано основні параметри науково-дослідницького комплексу –радару НР.

У 1963 р на радіотехнічному факультеті ХПІ була створена науково-дослідна лабораторія іоносфери (НДЛІ), яку очолив В. І. Таран. Лабораторія почала займатися роботами, спрямованими на проведення досліджень новим багатообіцяючим методом – методом некогерентного розсіяння радіохвиль.

До того часу аналогічні роботи з дослідження іоносфери проводилися в США. З'явилися перші публікації з теорії та практики застосування методу НР.

Поблизу м. Змієва почала створюватися унікальна, єдина в Радянському Союзі обсерваторія з еталонними науковими інструментами – спеціалізованими радарми НР. У першу чергу були зведені будівлі, в яких встановлювалася апаратура, водонапірна вежа, проведені гідротехнічні споруди та потужні комунікації електропостачання. До цього важливого проекту залучалося багато організацій.



Рис. 2. Професор В. І. Таран

Науково-дослідній лабораторії іоносфери Міністерством оборони було передано радіотехнічне обладнання, яке стало основою радарів НР. Здебільшого, це були елементи радіопередавальних і радіоприймальних пристроїв радарів, знятих із озброєння. У демонтажі обладнання, перевезенні та монтажі на експериментальній базі в м. Змієві брали участь десятки співробітників. Специфічні для методу НР вузли радарів розроблялися і виготовлялися персоналом лабораторії.

Упродовж багатьох років десятками вчених, інженерів і техніків була проведена величезна робота з проектування, створення та розвитку високопотенційних радарів НР, спеціалізованих систем обробки інформації, ефективних методик зондування іоносфери, прийому НР сигналу та його обробки.

З початку створення унікальної експериментальної бази найбільш відповідальну роботу здійснювали провідні спеціалісти науково-дослідної лабораторії іоносфери І. М. Пресняков, В. І. Головін, Є. В. Рогожкін, В. І. Ліокумович, О. І. Григоренко, О. А. Соляник, С. Д. Андренко, А. С. Єфременко.

У 1968 р. було введено в експлуатацію автоматичну іоносферну станцію, яка в подальшому була модернізована В. І. Головіним і С. В. Черняєвим і експлуатувалася до 1980-х рр.

1970-ті роки

У 1971 р. у ХПІ за ініціативою В. І. Тарана було створено загальнотехнічну кафедру «Радіоелектроніка», яку він і очолив. Науково-дослідна лабораторія іоносфери перетворилася в науково-дослідну лабораторію кафедри «Радіоелектроніка» (НДЛ РЕ).

Перші результати методом НР були отримані в 1972 р. за допомогою радара з нерухомою параболічною антеною діаметром 30 м, промисловим радіолокаційним передавачем і радіоприймачем та спектроаналізатором, впровадженими співробітниками під керівництвом І. М. Преснякова.

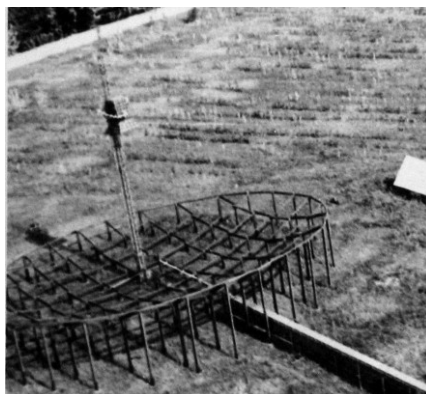


Рис. 3. Перша параболічна антена діаметром 30 м

Дослідним заводом ХПІ з залученням ряду проектно-конструкторських організацій Радянського Союзу була створена унікальна найбільша в Європі зенітна дводзеркальна параболічна антена діаметром 100 м, яка є основним інструментом дослідження іоносфери і сьогодні. Вона дозволяє випромінювати та приймати сигнали з круговою та лінійною поляризацією. Великий внесок у цю роботу зробили С. Д. Андренко й О. А. Соляник.

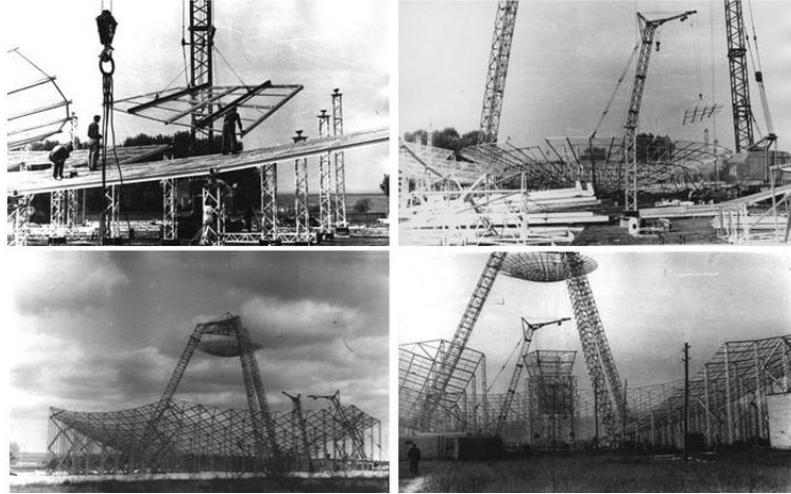


Рис. 4. Етапи будівництва параболічної антени діаметром 100 м

Є. В. Рогожкін (нині доктор фіз.-мат. наук, професор, зав. кафедри «Радіоелектроніка» НТУ «ХПІ») запропонував новий оригінальний спосіб обробки сигналу та цифровий корелометр для досліджень сигналів з відомою центральною частотою спектра, що дозволяє проводити кореляційну обробку сигналу при значному скороченні апаратних засобів і зниженні обсягу виконуваних операцій без істотних втрат інформації. Колективом співробітників під керівництвом Є. В. Рогожкіна було розроблено та впроваджено такий оригінальний за принципом дії корелометр. У його створенні активну участь брали: Ф. О. Маєнко, Л. Я. Ємельянов, А. Ф. Кононенко, М. М. Паун, М. М. Забірко, Н. Ф. Шаталова, В. Ф. Склярова. Він виконував функції пристрою обробки та синхронізатора радара з 1975 р., коли почалися регулярні дослідження іоносфери за допомогою цього корелометра, до кінця 1980-х рр, коли з'явилися перші персональні комп'ютери.



Рис. 5. Професор Є. В. Рогожкін

Під керівництвом Ф. О. Маєнко було впроваджено новий більш надійний і чутливий радіоприймальний пристрій з шумовою температурою близько 100 К. Під керівництвом В. І. Головіна модернізовано радіопередавач з імпульсною потужністю 2 МВт. Створений на базі цих елементів радар НР метрового діапазону хвиль дав можливість досліджувати іоносферу на висотах 100–1500 км методом НР і проводити систематичні вимірювання основних параметрів іоносфери (електронної концентрації, температур електронів та іонів, швидкості руху іоносферної плазми, відносної концентрації молекулярних і атомарних іонів). Іншими методами дослідження іоносфери неможливо одночасно отримати такий набір даних.



Рис. 6. Радар НР з параболічною антеною діаметром 100 м

Завдяки модернізації радара НР були введені і в подальшому використовувалися наступні основні режими його роботи:

- зондування іоносфери радіоімпульсами тривалістю 800 мкс (для вимірювання параметрів іоносфери на висотах поблизу та вище максимуму іонізації);
- зондування циклічною послідовністю одиночних і здвоєних радіоімпульсів (тривалістю 150 мкс) зі змінною від періоду до періоду затримкою між імпульсами (для вимірювання параметрів іоносфери на висотах 100–550 км);
- зондування радіоімпульсами тривалістю 150 мкс із високою частотою повторення (200 Гц) (для дослідження швидких процесів в іоносфері);
- зондування сигналом тривалістю 150 мкс із лінійною поляризацією, на відміну від попередніх режимів, що використовують кругову поляризацію (для визначення концентрації електронів із використанням ефекту Фарадея).

У 1977 р. під керівництвом канд. техн. наук М. П. Маглеванного було проведено перші експерименти з кодованими сигналами, що дозволило вивчати тонку структуру нижньої іоносфери.

1980-ті роки

З кінця 1970-х рр. почали проводитися роботи з вивчення ефектів в іоносфері, які пов'язані з потужними вибухами та запусками космічних апаратів. Дослідження цієї тематики проводив Ю. І. Под'ячий (нині проф. кафедри «Радіоелектроніка»). Іоносферні збурення, викликані цими антропогенними факторами, спостерігалися на відстанях до декількох тисяч кілометрів від джерела енергії. Ця тематика визвала великий інтерес у всіх установ, які розробляли системи швидкого визначення цілей, та вивчали аномальні атмосферні явища. Постійними замовниками проведення досліджень, пов'язаних з іоносферними аномаліями, що з'являються після стартів балістичних ракет були Ленінградські установи НВО «Вектор» та Державний оптичний інститут.

Із 1980 р. під керівництвом Є. В. Рогожкіна створювався харківський обчислювальний центр на базі комп'ютерів СМ-4, який почав регулярно функціонувати наступного року. Центр надав можливість кожному досліднику проводити обробку даних радара НР, розробляти теоретичні моделі, вирішувати прямі та зворотні задачі зондування іоносфери.

У 1983 р. науково-дослідна лабораторія кафедри «Радіоелектроніка» отримала статус Окремого конструкторського бюро радіофізичних досліджень іоносфери (ОКБ РФДІ).

Того ж року ОКБ РФДІ на своїй базі провело Всесоюзну науково-технічну конференцію «Теорія і практика застосування методу некогерентного розсіяння радіохвиль». Великий інтерес відомих вчених Радянського Союзу до можливостей унікального харківського радара й експериментальних результатів, отриманих за допомогою нього, привів до активної співпраці між ОКБ РФДІ й іншими науковими установами.

У 1985 р. за участю Л. Я. Ємельянова, В. П. Курисько та О. І. Стаховської було введено в експлуатацію нову автоматичну іоносферну станцію (іонозонд) «Базис» та виконано цикл робіт з забезпечення її надійної роботи. Цей іонозонд дозволив значно

поліпшити точність і надійність одержуваних даних. Він використовувався для калібрування даних радару НР і дослідження іоносфери методом вертикального зондування до 2017 р.



Рис. 7. Іонозонд «Базис»

У першій половині 80-х рр. проводилось будівництво фазованої антенної решітки розмірами 300×300 м² і впровадження апаратури нагрівного стенду декаметрового діапазону хвиль. У 1985 р. були проведені перші експерименти зі збурення іоносферної плазми потужним високочастотним випромінюванням. У цих роботах брали основну участь А. М. Смірнов, В. К. Боговський, Л. Я. Ємельянов, А. П. Богдан, В. В. Дивавін, О. І. Поліваний, Л. П. Гончаренко та В. М. Лисенко.



Рис. 8. Елементи антени нагрівного стенду

Упродовж 1986–1989 рр. групою співробітників під керівництвом Є. В. Рогожкіна було введено в експлуатацію багатофункціональний корелометр «СКІФ». Він був виконаний на базі розроблених спеціалізованих цифрових пристроїв і персональних комп'ютерів, які з'явилися на той час. Значну участь у створенні цього корелометра приймали О. М. Хлебніков, В. О. Пуляєв (нині д-р техн. наук, проф.) та В. А. Філоненко.

В той же час групою під керівництвом Л. Я. Ємельянова (нині завідувач відділом радіофізичних досліджень іоносфери, канд. фіз.-мат. наук) було розроблено та впроваджено багатофункціональну багатоканальну радіоприймальну систему та синтезатор зондуючого сигналу, що значно розширило можливості радару НР і сумісно з корелометром «СКІФ» дозволило використовувати складові сигнали з частотною і фазовою маніпуляцією. В цій роботі активну участь брали інженери В. П. Курисько та М. М. Паун.

У 1988–1989 рр. групою під керівництвом А. М. Смірнова було введено радіопередавальний пристрій нового покоління, що дозволило підвищити потенціал радару НР і надійність його роботи. Монтаж радіопередавача, його налагодження і подальшу експлуатацію здійснювали майбутні керівники групи М. О. Смагло і О. Д. Коваль, а також інженери О. І. Поліваний, В. А. Лазарев і В. І. Волошин.

У цей же період групою під керівництвом канд. техн. наук М. П. Маглеванного було модернізовано апаратуру кодованих сигналів і проведено ряд експериментів з вивчення області Е іоносфери. В цих роботах брали участь О. Є. Андреев, І. Б. Склярів та В. П. Лук'яненко.

У 1989 р. під керівництвом Я. М. Чепурного (нині головний інженер Інституту іоносфери) було введено в експлуатацію повноповоротну антенну діаметром 25 м. Завдяки їй було отримано перші унікальні результати з просторового дослідження іоносфери методом НР.



Рис. 9. Повноповоротна антена діаметром 25 м

У кінці 80-х рр. групою під керівництвом С. В. Черняєва було впроваджено радар НР дециметрового діапазону хвиль і проводилися дослідження тонкої структури нижньої іоносфери за допомогою цього радара. У цих роботах значну участь брали В. М. Лисенко, В. М. Білоус, О. О. Загорін, В. І. Євченко, В. М. Авдеев.

Під керівництвом В. М. Лисенка (згодом заступник директора Інституту іоносфери, канд. фіз.-мат. наук) було розроблено для радарів дециметрового та метрового діапазонів хвиль і впроваджено спеціалізовані системи обробки нового (на той час) покоління, а також програмне забезпечення для первинної (в реальному часі) обробки НР сигналу та визначення параметрів іоносфери. Активну участь у створенні систем обробки брали А. Ф. Кононенко та М. І. Палій.

Упродовж 1970–1980-х рр. безперервно розвивалася база цифрової обробки даних, отриманих за допомогою радара НР. На кожному етапі розвитку застосовувалися сучасні для відповідного періоду ЕОМ: «Мир», «Мир-2», «Дніпро», «5Е73», «СМ-4», «ЕС-1045» і, нарешті, персональні комп'ютери. Ці комп'ютери використовувалися для первинної обробки експериментальних даних на радарі НР в м. Змієві. Основні розрахунки та теоретичне моделювання іоносфери, а також впровадження нових програм обробки, проводилось у комп'ютерному центрі на основі ЕОМ «СМ-4» в Харкові. Значний вклад у розвиток бази цифрової обробки даних в обсерваторії в м. Змієві внесли керівники обчислювального центру Л. А. Петров і А. Ф. Кононенко, інженери-програмісти В. П. Лук'яненко і В. І. Ващенко. Керівником харківського обчислювального центру був В. Г. Замковий, провідними спеціалістами були програміст С. Р. Третяков та інженер-електронік з обслуговування ЕОМ К. Г. Висоцький.

Наприкінці 1980-х рр. науковець О. І. Григоренко вперше розробила емпіричну модель області F іоносфери над Харковом для різних сезонів і активності Сонця на базі великого статистичного матеріалу експериментальних даних, отриманих методом НР. В цій роботі брали участь наукові співробітники Д. А. Дзюбанов (нині проф. каф. «Радіоелектроніка», канд. фіз.-мат. наук) і С. В. Грінченко.



Рис. 10. О. І. Григоренко зі співробітниками О. М. Хлебніковим та О. М. Літовченко обробляють перші іоносферні дані

Під керівництвом відомого фахівця з розповсюдження радіохвиль проф. Ф. Б. Чорного аспірантом Т. Г. Живолупом (нині канд. фіз.-мат. наук) був розроблений новий метод розрахунку висотного профілю електронної концентрації, який використовував дані іонограм вертикального зондування. Цей метод розробником був програмно реалізований та впроваджений в НДІ дальнього розповсюдження радіохвиль. Він був застосований при розробці нового радіолокатора для виявлення об'єктів, що рухаються на малій висоті.



Рис. 11. Член-кореспондент АН СРСР В. В. Мигулін з вченими Окремого конструкторського бюро радіофізичних досліджень іоносфери (нині – Інститут іоносфери) на конференції з поширення радіохвиль (Алма-Ата, 1987 р.)

У 1989 р. група вчених була удостоєна премії Ради Міністрів СРСР за прогрес у наукових дослідженнях іоносфери за допомогою метода НР (В. І. Таран, Є. В. Рогожкін, О. І. Григоренко, А. М. Грідін, А. М. Смірнов).

У 1989 р. кафедра «Радіоелектроніка» ХПІ змінила статус загальнотехнічної на профільюючу та приступила до набору, підготовки та випуску інженерів-радіофізиків. Велику роль в перебудові учбового процесу зіграв створений учбово-науковий комплекс «Іоносфера», який тісно зв'язав учбовий процес з науково-дослідною роботою. Залучення в учбовий процес наукових кадрів Інституту іоносфери, підвищення кваліфікації викладачів шляхом їх стажування тут, використання його унікального науково-дослідного комплексу в м. Змієві для студентських практикумів, розробки завдань дипломних проектів студентів з наукової тематики ОКБ РФДІ, а згодом Інституту іоносфери дозволили суттєво підвищити рівень підготовки випускників кафедри, перший випуск яких відбувся в 1994 р.



Рис. 12. Співробітники кафедри «Радіоелектроніка»

У 1970-і і 1980-і роки постійно проводилися дослідження ефектів стартів ракет як з космодрому Байконур, так і з мису Канаверел (США) методами некогерентного розсіяння і вертикального зондування. Були встановлені як швидкості розповсюдження збурень при стартах радянських і американських ракет, так і характерні висоти поширення збурень. Було виявлено відміну характерних висот розповсюдження збурень, викликаних рідинними двигунами і твердопаливними двигунами ракет. У 1990 р. Окреме конструкторське бюро радіофізичних досліджень іоносфери було перетворено в Особливе конструкторське бюро радіофізичних досліджень іоносфери.

Інститут іоносфери

17 квітня 1991 р. постановою Ради Міністрів УРСР на базі Особливого конструкторського бюро радіофізичних досліджень іоносфери було створено Інститут іоносфери НАН і МОН України, який очолив проф. В. І. Таран.



Рис. 13. Обсерваторія Інституту іоносфери

Великою заслугою директора Інституту іоносфери проф. В. І. Тарана було те, що у важкі 90-і роки, коли навіть великі промислові підприємства “згасали” і почався відтік вчених за кордон, було в основному збережено наукову базу інституту і його основний склад фахівців. Більш того, дослідження іоносфери в іоносферній обсерваторії інституту не припинялися. З моменту створення Інституту іоносфери продовжувався розвиток експериментальної бази, зокрема, радіопередавальних, радіоприймальних і обробних систем, удосконалювалися методи обробки інформації. В цілому, отримано і оброблено великий обсяг експериментальних даних протягом трьох циклів сонячної активності. Впродовж багатьох років, до і після утворення Інституту іоносфери, надзвичайно важливу та необхідну роботу з планування, встановлення зв'язків із замовниками, укладення договорів і координації взаємодії з зовнішніми науковими, військовими, будівельно-монтажними та іншими організаціями здійснював заступник директора А. М. Грідін. Великою мірою завдяки йому інститут був забезпечений сучасними радіолокаційними засобами і вимірвальними приладами, успішно виконувалися науково-дослідні роботи.



Рис. 14. Координатор наукових робіт А. М. Грідін

У 1990-ті рр. було створено нові програми обробки інформації, які враховували сучасні тенденції в методі НР. Основними розробниками цих програм були В. М. Лисенко та В. О. Пуляєв. Із 1991 р. почалося регулярне співробітництво з вченими США з обсерваторії Хейстек Массачусетського технологічного інституту. У 1992 р. делегація американських вчених на чолі з д-ром Дж. Фостером відвідала Інститут іоносфери та його обсерваторію. Співробітники Інституту іоносфери були запрошені в США для спільних досліджень. У 1993 р. обсерваторію Хейстек відвідав В. М. Лисенко. Там же, а також на радіотелескопі Корнелльського університету в Аресібо (Пуерто-Ріко, США), в 1994–1995 рр. працювали проф. В. І. Таран, Є. В. Рогожкін та Л. П. Гончаренко (В даний час Л. П. Гончаренко працює в Массачусетському технологічному інституті і є однією з провідних вчених у галузі дослідження іоносфери).



Рис. 15. Проф. В. І. Таран и проф. Є. В. Рогожкін в Обсерваторії Хейстек Массачусетського технологічного інституту

У 1993 р. науковий співробітник Інституту іоносфери Т. Г. Живолуп представив емпіричну модель висоти максимуму шару Е, створену за даними радара НР.

Із 1994 р. почалася співпраця інституту з Національним космічним агентством України. У зв'язку з високим міжнародним авторитетом Інституту іоносфери 14–18 серпня 1995 року в Інституті була проведена робоча група Міжнародного радіосоюзу URSI з некогерентного розсіяння, в роботі якої брали участь провідні вчені: д.ф.-м.н. А. В. Михайлов, к.ф.-м.н. А. В. Тацілін, провідні вчені США з дослідження іоносфери методом НР д-р Д. Фостер, д-р Д. Келлі і д-р С. Гонзалес і вчені Інституту іоносфери.

З 1996 р. Інститут іоносфери почав проводити дослідження варіацій легких іонів гелію та водню в рамках Гранта, виділеного Національним науковим фондом США. Спеціально для проведення цих досліджень Л. Я. Ємельяновим та М. М. Пауном було розроблено і введено в дію нову високочутливу прецизійну радіоприймальну систему з підвищеною стабільністю і завадозахищеністю для розширення діапазону досліджуваних висот, а В. М. Лисенко і В. О. Пуляєвим модернізовано програмне забезпечення. Значний внесок в інтерпретацію результатів досліджень іонного складу верхньої іоносфери було зроблено завідувачкою сектору О. І. Григоренко. Спільні дослідження іоносфери з обсерваторіями Хейстек і Аресібо, що проводилися з 1996 р., дозволили виявити довготні та широтні варіації концентрації іонів водню. Результати цих досліджень отримали високу оцінку вчених зарубіжних країн.

Інститут іоносфери в 2000–2010-х рр.

Упродовж 2000–2010-х рр. продовжилося оновлення систем обробки та програмного забезпечення, що дозволило значно підвищити точність визначення параметрів іоносфери та швидкість обчислень. Введено режим двочастотного зондування іоносфери довгими і короткими радіоімпульсами для одночасного вимірювання параметрів іоносфери у великому діапазоні висот із достатньою роздільною здатністю для висот нижньої і верхньої іоносфери.

Із початку 2000-х рр. в Інституті іоносфери проводилися дослідження впливу на іоносферу геокосмічних бур, сонячних затемнень і ефектів, пов'язаних зі стартами балістичних ракет; велися роботи зі створення регіональної іоносферної моделі. Інтерпретацію результатів більшості з цих робіт проводили проф. Л. Ф. Черногор і О. І. Григоренко.

У 2001 р. Іоносферна обсерваторія інституту, що іменується «Іоносферний зонд», була визнана об'єктом Національного надбання України.



Рис. 16. Проф. В. І. Таран і провідні співробітники Інституту іоносфери (2003 р.)

У 2006 р. спільно з вченими Львівського центру Інституту космічних досліджень НАНУ та НКАУ за допомогою радара НР Інституту іоносфери проведено роботи з дослідження впливу на іоносферу потужного акустичного випромінювання.

З 2009 р. Інститут іоносфери очолив доктор техн. наук, професор І. Ф. Домнін. Він провів комплекс робіт із вдосконалення науково-експериментальної бази інституту, розвитку співпраці з вітчизняними та зарубіжними вченими та науковими організаціями.

Інститут іоносфери має наукове співробітництво з такими організаціями України, як Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова НАН України, Радіоастрономічний інститут НАН України, Інститут космічних досліджень НАНУ та НКАУ (Київ та Львів), Інститут геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України, Національне космічне агентство України, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Харківський університет повітряних сил імені Івана Кожедуба Міністерства оборони України, Національний технічний університет «ХПІ» тощо.



Рис. 17. Професор І. Ф. Домнін



Рис. 18. Провідні вчені України в галузі дослідження далекого і ближнього космосу і співробітники Інституту іоносфери біля антени радара некогерентного розсіяння

Велику увагу директор приділяє молодим вченим, аспірантам і, зокрема, підготовці магістрів і спеціалістів за спеціальністю «Радіофізика і електроніка», очолюючи з 2008 р. (куруючи в даний час) кафедру «Радіоелектроніка» НТУ «ХП». Інститут іоносфери поповнюють найбільш перспективні випускники цієї кафедри, а також радіофізичного факультету Харківського національного університету (ХНУ) імені В. Н. Каразіна.

За ініціативою проф. І. Ф. Домніна та під його безпосереднім керівництвом наукові співробітники О. В. Богомаз (нині завідувач відділу засобів зондування іоносфери, канд. техн. наук) і А. Є. Мірошников створили базу даних Інституту іоносфери, що забезпечило наочність подання інформації про іоносферу над Харковом, значно спростило обмін інформацією з українськими та зарубіжними вченими і підвищило надійність зберігання інформації, яка є цінною через унікальність кожного експерименту.

Науковими співробітниками О. В. Богомазом, Д. О. Іскрою та А. Ф. Кононенко впроваджено нову повністю програмовану багатоканальну систему обробки на базі модуля АЦП Е-2010 та персонального комп'ютера, розроблено програмне забезпечення для обробки іоносферних даних (О. В. Богомаз, Д. В. Котов).

Одним з важливих напрямів досліджень, що проводяться в Інституті іоносфери, є виявлення та оцінка параметрів хвильових процесів, а саме: рухомих іоносферних збурень. Дослідження таких збурень є однією з найактуальніших фундаментальних проблем фізики атмосфери і геокосмосу, що визначається цілою низкою причин. По-перше, в геокосмічному середовищі постійно присутні збурення, у тому числі і хвильової природи. По-друге, хвильові збурення відіграють одну з головних ролей в переносі енергії й імпульсу з нижньої атмосфери в середню і верхню атмосферу, тобто відповідають за взаємодію оболонок Землі (літосфери,

атмосфери, іоносфери та магнітосфери). Далі, хвильові збурення генеруються під час дії високоенергійних природних і антропогенних джерел, до яких належать викиди корональної маси, геокосмічні бурі, землетруси, виверження вулканів, циклони, старти та польоти ракет, потужне випромінювання тощо. Крім того, ці збурення є результатом і індикатором варіацій як атмосферної, так і космічної погоди. Нарешті, хвильові збурення суттєво впливають на чутливість і точнісні характеристики систем телекомунікації, радіонавігації та радіолокації, які встановлені, в тому числі, на космічних апаратах і супутниках, а також на рух космічних об'єктів.



Рис. 19. Зайшовши на полотно антени, можна відчути всю міць цієї унікальної споруди



Рис. 20. Провідні інженери О. І. Поліваний і М. І. Палій за пультом радіопередавального пристрою

Постійно діюча двочастотна GNSS (Global Navigation Satellite System) базова станція, що встановлена в обсерваторії Інституту іоносфери, приймає сигнали супутників GPS та ГЛОНАСС. Аналізуючи затримки цих сигналів, що обумовлені проходженням їх через іоносферу, можна отримувати оцінки повного вмісту електронів (Total Electron Content, TEC). Станція побудована на базі плати приймача сигналів GNSS, розробленої NovAtel Inc. (м. Калгарі, Канада), що є одним із світових лідерів з розробки, виробництва та впровадження компонентів та комплексів, пов'язаних з GNSS.

Якість іонозондових досліджень іоносфери в обсерваторії Інституту іоносфери постійно покращується завдяки впровадженню нового апаратного та програмного забезпечення методу вертикального зондування. У даний час проводяться роботи з модернізації та введення в режим безперервних вимірювань сучасного іонозонду VISRC2, який побудовано за технологією Software-Defined Radio (SDR) із використанням системи Universal Software Radio Peripheral (USRP), розробленої Ettus Research (National Instruments, м. Остін, Техас, США).

Впроваджуються нові режими роботи радарів HP. Так, запропоновано і реалізовано методику вимірювання параметрів HP сигналу для дослідження нижньої іоносфери, яка

передбачає одночасне використання двох антен, спрямованих в zenit, одна з яких нерухома, діаметром 100 м працює на передачу потужного зондувального сигналу і прийом слабкого НР сигналу, а інша (повноповоротна, діаметром 25 м) – лише на прийом НР сигналу. При цьому усувається вплив антенного комутатора з газонаповненими розрядниками на вимірювані параметри НР сигналу та іоносфери.

З метою підвищення точності вимірювання параметрів іоносфери розроблено та впроваджено підсистему прийому, запису й обробки сигналу на проміжній частоті, яка реалізує запропонований спосіб кореляційної обробки НР сигналу і дозволяє позбутися недоліків, властивих системам з фіксованим алгоритмом обробки, виключити вплив низки апаратних факторів на точність вимірювання, розширити можливості радара НР, апробувати і використовувати різні алгоритми обробки, що найбільш прийнятні для конкретних умов вимірювань.



Рис. 21. Співробітники Інституту іоносфери в Іоносферній обсерваторії (2017 р.)

Наукові співробітники Інституту іоносфери та аспіранти спільно з вченими Радіоастрономічного інституту НАН України та Національним антарктичним науковим центром України проводять глобальні дослідження геокосмосу. Такі ж дослідження за допомогою самих різних радіофізичних методів і засобів, включаючи методи некогерентного розсіяння, вертикального зондування і просвічування іоносфери, проводяться спільно з японськими, американськими і європейськими вченими. Освоюються методики і алгоритми обробки інформації, отриманої за допомогою світових обсерваторій і розробляється відповідне програмне забезпечення.

Нижче наведено перелік ряду основних робіт, що відображають досягнення інституту. Загальне керівництво здійснювали проф. В. І. Таран (до березня 2009 р.) і проф. І. Ф. Домнін (з квітня 2009 р.).

– В цілому, отримано велику кількість експериментальних даних упродовж більш ніж трьох циклів сонячної активності. Виявлена залежність параметрів іоносфери над Харковом від висоти, часу дня, сезону, сонячної та геомагнітної активностей. Вперше отримано систематичні дані про середньоширотну іоносферу центральноєвропейського регіону. На базі даних харківського радара НР за період 1986–2018 рр. розроблено напівемпіричну модель середньоширотної іоносфери (CERIM ION).

– Вперше було виявлено іоносферні ефекти, які свідчать про збурення в іоносфері, що викликаються потужними наземними вибухами, стартадами потужних ракет і високочастотним нагрівом іоносфери на глобальних відстанях. Виявлено також швидкі варіації параметрів області F іоносфери, які впливають на точнісні характеристики загоризонтних радіолокаційних станцій.

– Зареєстровано зміни параметрів іоносфери під впливом потужного короткохвильового випромінювання та дрейф штучно збуреної області іоносфери.

– Виявлено ефекти відмінності в поведінці іонів водню (як і інших параметрів) в іоносфері над Україною й американським континентом; геліофізичні ефекти впливу магнітосполученої області (для Харкова – поблизу о. Мадагаскар) на параметри іоносфери над Україною; ефекти динамічних процесів в іоносферній плазмі; ефекти впливу сонячного термінатора. Виявлено, що в умовах низької сонячної активності для всіх сезонів концентрація термосферного водню до 2–3 разів більша за прогнози міжнародної моделі атмосфери NRLMSISE-00.

– Вперше знайдено, що концентрація атомарного водню у термосфері Землі є щонайменше вдвічі більшою за загально визнані оцінки, зроблені у середині 1970-х рр. на базі спостережень за допомогою американських супутників Atmospheric Explorer. На підставі цього відкриття запропоновано тлумачення низки доти нерозв'язаних проблем дослідження навколосферного плазмового середовища (зокрема, проблеми відновлення плазмосфери після потужних геокосмічних бур та феномену нічного збільшення концентрації електронів в умовах низької сонячної активності).

– Виявлено особливості висотно-часових варіацій іоносферних параметрів під час сонячних затемнень за різним станом космічної погоди.

– Проаналізовано вплив геомагнітних бур різної потужності на іоносферні параметри, динамічні та теплові процеси в іоносфері. Вперше встановлено, що слабкі геокосмічні бурі здатні істотно змінювати взаємодію між іоносферою та плазмосферою. Досліджено механізми та прояви цих змін в середніх широтах.

– Науково-технічними досягненнями є розробка, впровадження та модернізація унікальних високопотужних і прецизійних радіотехнічних систем радарів НР, нагрівного стенду, спеціалізованих пристроїв обробки інформації, введення в роботу сучасного цифрового іонозонду, двочастотної GNSS (Global Navigation Satellite System) базової станції з метою вимірювання параметрів іоносфери методом просвічування з використанням супутникових GPS і ГЛОНАСС сигналів, розробка алгоритмів і програм обробки НР сигналу та інтерпретація вимірюваних параметрів іоносфери.

Значний науковий внесок в ці роботи зробили професори, доктори наук: В. І. Таран, І. Ф. Домнін, Є. В. Рогожкін, Л. Ф. Черногор, В. О. Пуляєв, Т. О. Скворцов; кандидати наук: М. П. Маглеваний, Ю. Г. Гукасов, О. О. Загорін, В. М. Лисенко, Л. Я. Ємельянов, Д. А. Дзюбанов, Ю. І. Под'ячий, М. В. Ляшенко, Т. Г. Живолуп, Д. В. Котов, С. В. Панасенко, В. П. Бурмака, С. О. Пазюра, О. В. Богомаз, С. В. Кацко, В. В. Барабаш; заступники директора А. М. Грідін і В. К. Боговський; головні інженери В. М. Івченко, І. Б. Скларов і Я. М. Чепурний; керівники лабораторій, груп та секторів: О. І. Григоренко, Ф. О. Маєнко, В. І. Головін, А. М. Смірнов, М. О. Смагло, О. Д. Коваль, А. Ф. Кононенко, В. В. Дівавін, С. В. Черняєв, В. Г. Замковий; наукові співробітники Л. П. Гончаренко, С. В. Грінченко, А. Є. Мірошніков, Д. О. Іскра; провідні інженери: О. І. Поліваний, М. І. Палій, Г. М. Тіняков, В. М. Парфьонов, С. В. Піддубний; інженери В. П. Курисько, М. М. Паун, В. А. Лазарев, О. І. Стаховська, Г. В. Болібок, Н. М. Підгурська. Діяльність заступника директора з фінансово-адміністративних питань Л. О. Коптяєвої, головного бухгалтера О. В. Буднік, завідуючого експлуатаційного відділу В. О. М'яло, провідного інженера-енергетика І. В. Зикіна, провідного інженера відділу кадрів С. П. Мокрія, робітника вищої категорії М. М. Шевченка і багато інших також сприяла науковим досягненням інституту.

Упродовж останнього десятиліття співробітництво із зарубіжними вченими успішно продовжується і розвивається. Інститут проводить сумісні експерименти з установками НР США, а також радарми НР і потужним нагрівним стендом Європейської Асоціації радарів некогерентного розсіяння (EISCAT), що розташовані на території скандинавських країн. У цих експериментах виявляються широтні та довготні ефекти в іоносфері. Молоді вчені Інституту іоносфери брали участь в експериментах безпосередньо на установках НР у Норвегії та Фінляндії.



Рис. 22. Представниці фінансово-адміністративних підрозділів на суботнику в Іоносферній обсерваторії



Рис. 23. Молоді вчені Інституту іоносфери на стажуванні в обсерваторії Арктичного університету Норвегії, м. Тромсьо

У рамках міжнародного договору про співробітництво між Інститутом іоносфери, НТУ «ХП» та Арктичним університетом (Норвегія) Інститут іоносфери з 2012 р. брав активну участь у виконанні грантів: СРЕА- 2012/10021 – Norwegian-Ukrainian cooperation aimed to sustainable development of the education process in geospace researches; СРЕАЛА-2014/10001 – Harmonization of the Norwegian-Ukrainian educational activities in geospace researches. У 2012–2015 рр. шестеро аспірантів і один викладач кафедри «Радіоелектроніка» НТУ «ХП» пройшли стажування в Арктичному університеті Норвегії. У цей же період Інститутом іоносфери спільно з НТУ «ХП», Радіоастрономічним інститутом НАН України і Арктичним університетом Норвегії проведено дві Міжнародні школи-конференції для молодих вчених (Алушта (Україна), 2013 р., Тромсьо (Норвегія), 2014 р.).



Рис. 24. Учасники науково-практичної школи-конференції «Remote Radio Sounding of the Ionosphere» (ION-2014) в обсерваторії EISCAT (м. Тромсьо, Норвегія)

У рамках міжнародного співробітництва Інститут іоносфери бере участь у виконанні таких програм: Грант від програми VarSITI Наукового комітету з сонячно-земної фізики SCOSTEP (2017 р.), Програма співробітництва задля прогресу наук про Землю (Cooperative Programs for the Advancement of Earth System Science) Університетської корпорації атмосферних досліджень (UCAR) США, Короткострокова програма наукового співробітництва (Short-term Research Collaboration Program) Національних центрів прогнозування навколишнього середовища (NCEP) Національної океанічної та атмосферної адміністрації (NOAA) США (2018 р.), Програма Національного аерокосмічного агентства США для запрошених дослідників-геліофізиків (NASA Heliophysics Guest Investigators Program) (2019 р.). Програма “Coordinated observations of light ions and TIDs with Shigaraki MU and Kharkiv IS radars” (Японія). НДР “Improving the crosssectional model for the F2- region basic reactions of the ionosphere using measured cross-section data (Турція)” тощо.



Рис. 25. Співробітниця Інституту іоносфери, аспіранти кафедри «Радіоелектроніка» М. О. Шульга і К. Д. Аксьонова з головним розробником міжнародної моделі іоносфери IRI д-ром Дітером Біліцей на науково-практичному семінарі «International Reference Ionosphere 2019 Workshop (A COSPAR Capacity - Building Workshop)» (м. Нікосія, Кіпр).

До 2014 р. були наукові зв'язки Інституту іоносфери з Інститутом сонячно-земної фізики СО РАН (Іркутськ), Науково-дослідним радіофізичним інститутом (НІРФІ) (Н. Новгород) та Інститутом іоносфери Республіки Казахстан (Алма-Ата), проводилися спільні експерименти.

Нині науковці Інституту іоносфери активно співпрацюють із вченими Інституту фізики атмосфери (Чехія), Королівського метеорологічного інституту (Бельгія), Університету Джорджа Мейсона та Массачусетського технологічного інституту (США), Інституту геофізики та Центру космічних досліджень Польської академії наук (Польща), Університету Фредеріка (Кіпр), Університету Кіото (Японія), Nagoya University (Японія), Mus Alparslan University (Турція) тощо.

Іоносферну обсерваторію інституту неодноразово відвідували вчені України, США, Росії, Казахстану, Великобританії, Норвегії, Фінляндії, Турції. Вони брали участь у конференціях і семінарах, які проводив Інститут іоносфери. Зокрема, Інститут іоносфери і його експериментальну обсерваторію відвідали вчені з EISCAT – професор Університету Уельсу (Великобританія) Ф. Вільямс (голова наукового консультативного комітету асоціації EISCAT, член Національної асамблеї Уельсу), директор EISCAT Е. Турунен, проф. А. Брекке і д-р К. Каурісті, проф. Сйсар Ла Ноз (Університет Тромсьо, Норвегія). Міжнародна наукова громадськість високо оцінила експериментальні установки та наукові досягнення інституту.

Науковці Інституту іоносфери, в свою чергу, безпосередньо брали участь в міжнародних школах, конференціях і симпозиумах. Географія широка: США, Росія, Норвегія, Фінляндія, Великобританія, Італія, Польща, Чехія, Іспанія, Канада, Австрія, Бельгія, Китай, Японія, Кіпр тощо. Результати, одержані вченими Інституту іоносфери сумісно з зарубіжними колегами, було представлено на багатьох міжнародних конференціях високого рівня.



Рис. 26. Турецькі вчені із співробітниками Інституту іоносфери на фоні антени іонозонда і на науковому семінарі



Рис. 27. Директор обсерваторії EISCAT Е. Турунен, проф. А. Брекке і д-р К. Каурісті з вченими Інституту іоносфери



Рис. 28. Учені обсерваторії EISCAT та Інституту іоносфери на науковому семінарі в Іоносферній обсерваторії Інституту іоносфери (2010 р.)

Інститут іоносфери бере участь у науково-освітніх проектах за програмами Еразмус+, «Наука заради миру і безпеки» й Українського науково-технологічного центру.

В Інституті іоносфери протягом 2009–2019 рр. успішно захищено дев'ять кандидатських дисертацій, двома науковцями отримано звання старшого наукового співробітника за спеціальністю «Радіофізика», двома науковцями отримано звання доцента. Наразі найбільш активними і успішними науковцями інституту є учений секретар інституту М. В. Ляшенко (вивчення процесів в іоносфері та розробка її моделі), С. В. Панасенко (вивчення хвильових процесів в іоносфері), Д. В. Котов (вивчення іонного складу і процесів у верхній іоносфері), Л. Я. Смелянов (впровадження нових режимів роботи радарів НР і апаратури, вивчення динаміки іоносфери), О. В. Богомаз (впровадження нової апаратури, алгоритмів та програм обробки), І. Ф. Домнін (загальне керівництво та участь у наукових проектах), Я. М. Чепурний (проведення експериментальних робіт). Наразі наукові дослідження в інституті успішно проводять чотири аспіранти – А. Є. Мірошніков, М. О. Шульга, К. Д. Аксьонова та В. В. Колодяжний. Усі вони є випускниками кафедри «Радіоелектроніка» НТУ «ХП».

На базі Інституту іоносфери і кафедри космічної радіофізики радіофізичного факультету ХНУ імені В. Н. Каразіна з метою підвищення ефективності спільних досліджень атмосфери і геокосмосу створена Міжвідомча науково-дослідна лабораторія радіофізичних досліджень атмосфери і геокосмосу.

Спільно з НТУ «ХП» створено Науково-навчальний центр дистанційного радіозондування іоносфери «ІОН», який здійснює теоретичні і експериментальні дослідження, спрямовані на вдосконалення існуючих радіофізичних методів дослідження геокосмосу.

Багато друкованих праць співробітників інституту представлено в вітчизняних та зарубіжних наукових виданнях. Щорічно видається збірник «Радіофізика та іоносфера» Вісника НТУ «ХП» з результатами наукових досягнень Інституту.

Завдяки провідній ролі Інституту іоносфери в дослідженні геокосмосу, на базі Інституту з 2010 р спільно з НТУ «ХП» проводилася конференція молодих вчених «Дистанційне радіозондування іоносфери» («ІОН»), в якій брали участь представники молодого покоління вчених України та інших країн.

Діяльність Інституту іоносфери тісно пов'язана з навчальним процесом і підготовкою фахівців на кафедрі «Радіоелектроніка» НТУ «ХП». Участь в навчальному процесі провідних вчених Інституту іоносфери, використання унікального науково-дослідного

комплексу в Іоносферній обсерваторії для студентських практикумів і виконання дипломних проектів з наукової тематики Інституту іоносфери дозволили істотно підвищити рівень підготовки випускників кафедри.



Рис. 29. Студенти кафедри радіоелектроніки НТУ «ХПІ» на практичних заняттях в Іоносферній обсерваторії Інституту іоносфери

Наукова діяльність інституту неодноразово відзначалася. Найбільш вагомими заохоченнями: премія Ради Міністрів СРСР (1989 р., п'ять науковців), премії Президента України для молодих вчених в 2006 р. (три науковця) та в 2010 р. (два науковця), а також стипендії Кабінету міністрів України для молодих вчених, відзнака «За наукові досягнення» МОН України, почесні грамоти НАНУ і МОНУ, грамоти Президії НАНУ та Харківської обласної ради. Молоді вчені неодноразово були переможцями щорічного обласного конкурсу «Найкращий молодий науковець Харківщини».



Рис. 30. Інститут іоносфери НАН і МОН України

Сьогодні Інститут іоносфери успішно проводить дослідження геокосмосу в спокійних геліогеофізичних умовах, а також під час унікальних подій в навколишньому середовищі.

Таким чином, унікальні наукові дослідження, розпочаті в 1960-х рр. у невеличкій лабораторії в складі ХПІ, дали можливість їй перерости в потужну структуру академічного рівня – Інститут іоносфери НАН і МОН України, який є одним із провідних у галузі дослідження іоносфери в Україні і світі.

ПРО ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ У СІЧНІ-ЛИСТОПАДІ 2021 РОКУ

*ГО «Науково-технічна спілка
енергетиків та електротехніків України»*

Виробництво електроенергії

За 10 місяців 2021 року, обсяг виробництва електричної енергії електростанціями України у цілому склав **141 306,2 млн кВт·год**, що на 7 733,6 млн кВт·год, або на 5,8 % більше, ніж за 11 місяців 2020 року.

Основну частку в загальному виробітку за 11 місяців 2021 року складає виробіток АЕС – 54,5%, ТЕС та ТЕЦ – 29,2%, а виробіток ГЕС та ГАЕС – 6,9%. За 11 місяців 2020 року частка виробітку АЕС, ТЕС та ТЕЦ і ГЕС та ГАЕС складала відповідно 51,8%, 34,0% і 5,2%.



Структура виробництва електроенергії

Виробники електроенергії	2020 рік		2021 рік		+/- до 2020	
	млн кВт·г	%	млн кВт·г	%	млн кВт·г	%
Всього	133 572,6	100,0	141 306,2	100,0	7 733,6	5,8
ТЕС та ТЕЦ, з них:	45 449,1	34,0	41 204,6	29,2	-4 244,5	-9,3
ТЕС ГК	34 271,6	25,7	33 593,2	23,8	-678,4	-2,0
ТЕЦ та когенераційні установки	11 177,5	8,4	7 611,4	5,4	-3 566,1	-31,9
ГЕС та ГАЕС, з них:	6 947,0	5,2	9 784,5	6,9	2 837,5	40,8
ГЕС	5 520,2	4,1	8 609,9	6,1	3 089,7	56,0
ГАЕС	1 426,8	1,1	1 174,6	0,8	-252,2	-17,7
АЕС	69 248,0	51,8	77 029,3	54,5	7 781,3	11,2
ВДЕ	10 220,2	7,7	11 848,0	8,4	1 627,8	15,9
Блок-станції	1 708,3	1,3	1 439,8	1,0	-268,5	-15,7

У листопаді 2021 р. обсяг виробництва електричної енергії електростанціями, які входять до ОЕС України, становив **13 584,0** млн кВт·год та зменшився на **122,1** млн кВт·год, або на **0,9 %** порівняно з показником листопада 2020 року.

Фактичний баланс електроенергії ОЕС України за листопад 2021 року

млн кВт·год

Показники	Прогноз*	Факт	Відхилення	
			абсолютне	%
1. Виробництво електроенергії в тому числі:	14223,0	13584,0	-639,0	-4,5
1.1. ТЕС	4633,0	3397,0	-1236,0	-26,7
1.2. ТЕЦ та когенераційні установки	997,0	629,0	-368,0	-36,9
1.3. ГЕС	358,0	684,0	326,0	91,1
1.4. ГАЕС	143,0	128,0	-15,0	-10,5
1.5. АЕС	7192,0	7846,0	654,0	9,1
1.6. ВДЕ	760,0	800,0	40,0	5,3
1.7. Блок-станції	140,0	100,0	-40,0	-28,7
2. Імпорт електроенергії	105,0	242,0	137,0	130,0
3. Експорт електроенергії	530,0	131,0	-399,0	-75,3
4. Технологічний переток електроенергії, зумовлений паралельною роботою з енергосистемами суміжних країн	0	7,0	7,0	
5. Електроспоживання (брутто)	13600,0	13703,0	103,0	0,7
6. Споживання електроенергії ГАЕС в насосному режимі	198,0	172,0	-26,0	-13,1

*За прогнозним балансом електроенергії ОЕС України на 2021 рік, затвердженого Міненерго 04.11.2020, скориговано Міненерго 26.04.2021 та 24.09.2021

Інф. Міненерго

Довідково

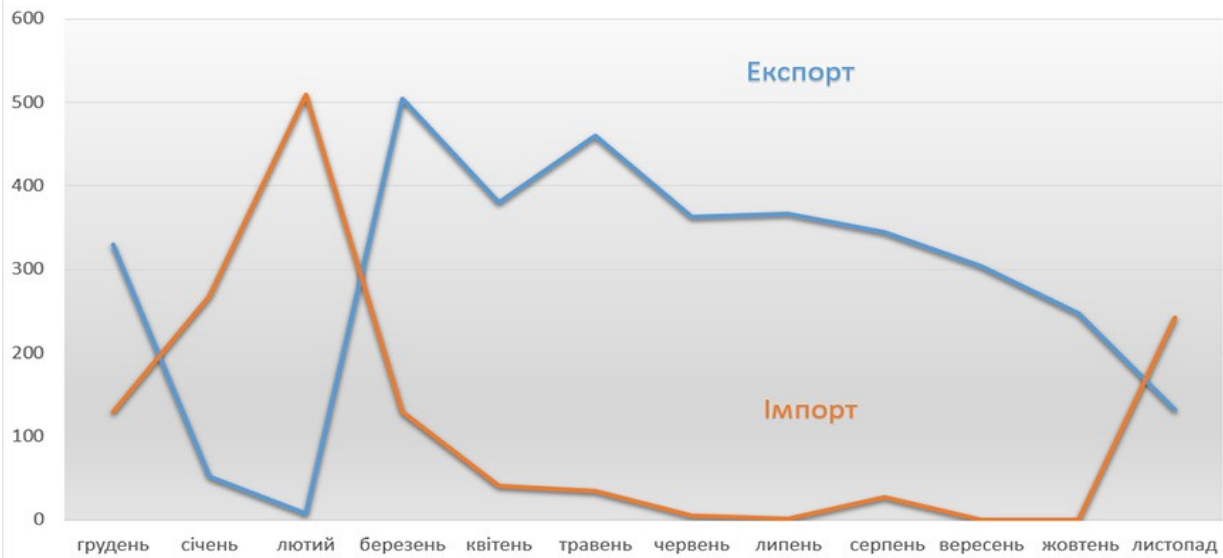
Встановлена потужність енергосистеми України, МВт

АЕС	13835,0
ТЕС ГК	21842,0
ТЕЦ	6118,7
ГЕС	4829,3
ГАЕС	1487,8
СЕС	6194,0
ВЕС	1529
Станції на біопаливі	231,6
Всього	56 067,4

Інф. Укренерго

Транскордонні перетоки електроенергії

Обсяги перетоків електроенергії станом на 01.12.2021 , млн кВт·год



Країна	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	Всього у 2021 р.
ЕКСПОРТ							
Угорщина	135,904	144,434	125,034	133,294	97,921	78,269	1 411,267
Словаччина	23,609	23,397	7,944	30,579	38,168	17,857	247,971
Румунія	76,365	77,984	60,824	55,325	55,190	34,315	559,515
Польща	99,810	81,051	110,650	80,503	52,360	0,000	777,656
Молдова	26,745	39,426	39,600	4,629	2,960	0,755	160,950
ІМПОРТ							
Угорщина	0,205	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	66,449
Словаччина	2,677	1,235	27,061	0,000	0,000	18,711	304,124
Румунія	1,475	0,000	0,000	0,028	0,000	0,000	38,068
Білорусь	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	223,440	746,052
Росія	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	101,888
Всього							
експорт	362,433	366,292	344,052	304,330	246,599	131,196	3 157,359
імпорт	4,357	1,235	27,061	0,028	0,000	242,151	1 256,581
Обсяги технологічних перетоків електроенергії обумовлені паралельною роботою енергосистем України та суміжних країн							
Росія ¹	4,865	4,879	4,050	3,647	3,977	4,504	49,091
Білорусь ²	0,117	-0,050	-0,025	-0,136	-0,017	0,000	0,368
Обсяги аварійних поставок електроенергії (допомоги) з енергосистем сусідніх держав у випадку порушення режиму енергосистеми							
Білорусь ³	експорт	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,377
	імпорт	0,000	0,000	0,000	0,000	3,500	13,183
Словаччина ⁴	експорт	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	імпорт	0,000	0,500	1,200	0,900	1,000	3,800
Польща ⁵	експорт	8,533	0,000	0,000	0,000	0,000	8,533
	імпорт	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

¹ обсяги перетоків електроенергії обумовлені паралельною роботою енергосистем Росії і України;

² обсяги перетоків електроенергії для живлення тупикових районів навантаження прикордонних споживачів енергосистем Білорусі і України;

³ обсяги аварійних поставок електроенергії (допомоги) з енергосистем сусідніх держав (напрямок Білорусь – Україна) у випадку порушення режиму енергосистеми згідно договору «Про забезпечення аварійного взаємопостачання електроенергії для забезпечення надійності роботи системи», який був укладений між Операторами системи передачі України та Білорусі 30.12.2020.

⁴ обсяги аварійних поставок електроенергії (допомоги) з енергосистем сусідніх держав (напрямок Словаччина – Україна) у випадку порушення режиму енергосистеми згідно договору «Про забезпечення аварійного взаємопостачання електроенергії для забезпечення надійності роботи системи», який був укладений між Операторами системи передачі України та Словаччини 05.02.2021.

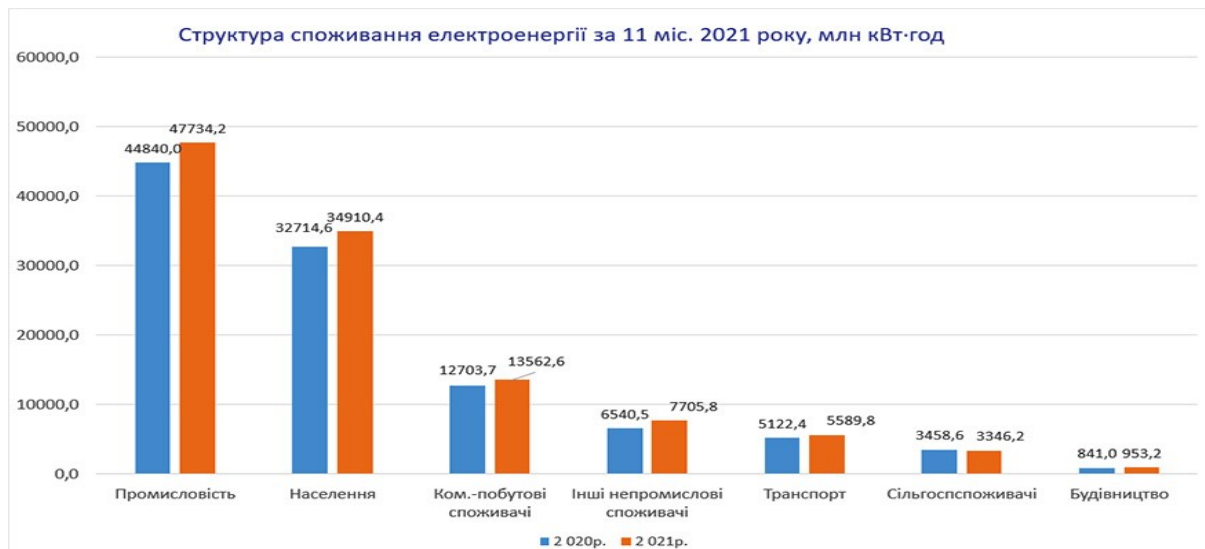
⁵ обсяги аварійних поставок електроенергії (допомоги) з енергосистем сусідніх держав (напрямок Україна-Польща) у випадку порушення режиму енергосистеми згідно договору «Про забезпечення аварійного взаємопостачання електроенергії для забезпечення надійності роботи системи», який був укладений між Операторами системи передачі України та Польщі 05.08.2019.

НЕК «Укренерго»

Споживання електроенергії

За 11 місяців 2021 року спостерігається збільшення електроспоживання (брутто), яке склало **139 426,3 млн кВт·год**, що на 8 077,2 млн кВт·год, або на 6,1% більше, ніж за відповідний період минулого року.

Відпуск електроенергії споживачам (нетто) збільшився відносно відповідного періоду минулого року на 7581,5 млн кВт·год, або на 7,1% і склав **113 802,2 млн кВт·год** при 106220,7 млн кВт·год за 11 місяців 2020 року.



Протягом листопада 2021 року збільшено споживання електроенергії (брутто) порівняно із листопадом 2020 року на 313,7 млн кВт·год (або 2,3%), що становило **13 703,0** млн кВт·год. Споживання електроенергії (нетто) галузями національної економіки та населенням у жовтні 2021 року становило **11 167,9** млн кВт·год, що на 624,1млн кВт·год (або 5,9%) більше аналогічного показника 2020 року.

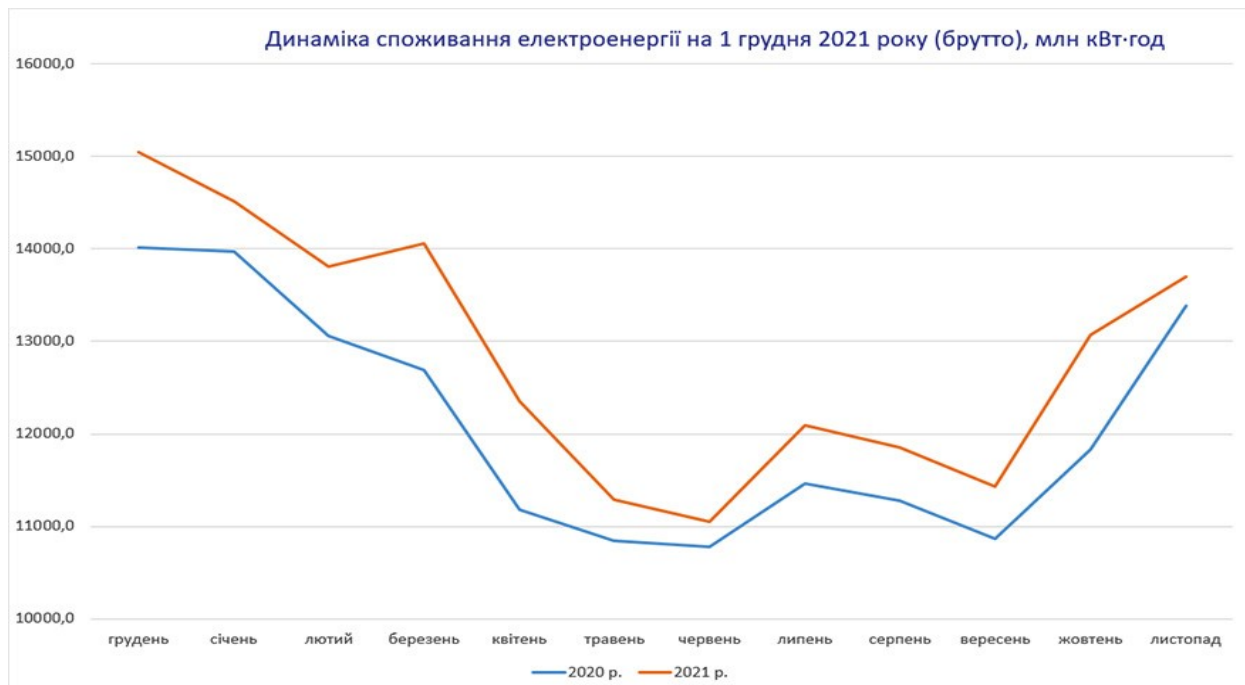
Структура споживання електроенергії у листопаді 2021 року

(без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, м. Севастополя, Донецької та Луганської областей)

Групи споживачів	Споживання у 2020		Споживання у 2021		Питома вага, %	
	млн кВт·г	млн кВт·г	+/-	2020 р.	2021 р.	
Споживання ел.ен. (брутто)	13389,3	13703,0	313,7			
Споживання ел.ен. (нетто)	10543,8	11167,9	624,1	100,0	100,0	
1.Промисловість (всього)	4190,1	4450,8	260,7	39,7	39,9	
Паливна	280,4	274,9	-5,5	2,7	2,5	
Металургійна	2203,4	2390,5	187,1	20,9	21,4	
Хімічна та нафтохімічна	317,5	346,9	29,4	3,0	3,1	
Машинобудівна	305,6	315,5	10,0	2,9	2,8	
Будів.матеріалів	224,4	243,5	19,2	2,1	2,2	
Харчова та переробна	395,1	401,5	6,4	3,7	3,6	
Інша	463,7	477,9	14,2	4,4	4,3	
2.Сільгоспспоживачі	353,7	363,1	9,4	3,4	3,3	
3.Транспорт	535,6	577,5	42,0	5,1	5,2	
4.Будівництво	95,9	97,8	1,9	0,9	0,9	
5.Ком.-побутові споживачі	1303,3	1394,2	90,9	12,4	12,5	
6.Інші непромисл.споживачі	713,1	785,2	72,2	6,8	7,0	
7.Населення	3352,0	3499,2	147,1	31,8	31,3	

Міненерго

Динаміка споживання електроенергії у 2020–2021 роках



Технологічні витрати електроенергії на її транспортування електричними мережами

За 10 місяців 2021 року величина загальних технологічних витрат електроенергії на її транспортування електричними мережами всіх класів напруги становила 12,6 млрд кВт·год, або 10,74% від загального відпуску електроенергії в мережу. Порівняно з показником 2020 року рівень загальних технологічних витрат на транспортування елект-

роенергії збільшився на 0,8 млрд кВт·год (11,8 млрд кВт·год або 10,77% у минулому році).

Нормативна (технічна) складова технологічних витрат електроенергії за 10 місяців 2021 року становила 14,8 млрд кВт·год, або 12,63% від загального відпуску електроенергії в мережу та збільшилася на 1,1 млрд кВт·год, по відношенню до показника минулого року (13,7 млрд кВт·год або 12,49% у 2020 році).

За рахунок виконання організаційно-технічних заходів зі зниження технологічних витрат в електричних мережах 0,38-800 кВ за 10 місяців 2021 року заощаджено 149,6 млн кВт·год електричної енергії (151,0 млн. кВт·год. за відповідний період минулого року).

Регуляторні зміни на ринку у листопаді 2021 року

Кабінет Міністрів України постановою від 10.11.2021 №1174 припинив ліквідацію Національної акціонерної компанії «Енергетична компанія України» (ЕКУ), визначивши, що функції з управління корпоративними правами держави у статутному капіталі ЕКУ здійснюватиме Міністерство енергетики.

НКРЕКП постановою від 07.10.2021 № 1746 та постановою від 30.07.2021 № 1227 переглянула цінові обмеження на ринку електроенергії.

Період навантаження	Торгівельні зони, грн/МВт·год	
	«ОЕС України»	«Острів Бурштинської ТЕС»
– для годин мінімального навантаження (період з 00:00 до 07:00 та з 23:00 до 24:00):	2 000	1 500
– для годин максимального навантаження (період з 07:00 до 23:00):	4 000	2 500

Динаміка середньозваженої ціни на РДН і ВДР у листопаді 2021 року



Графік *ЕнергоВсесвіт*

Середньозважена ціна купівлі-продажу електроенергії на РДН у листопаді 2021 року становить 3 143,8 грн/МВт·год (без ПДВ). У порівнянні з жовтнем цього року ціна виросла на 17,14%, з листопадом 2020 року – вдвічі.

На ВДР середньозважена ціна акцептованої у листопаді 2021 року електричної енергії незначно зросла (+1,94%) і становить 3 390,46 грн/МВт·год (без ПДВ): ОЕС України – 3 404,56 грн/МВт·год, БуОс - 2 147,51 грн/МВт·год (без ПДВ).

Загальний обсяг купівлі-продажу електричної енергії на ринку «на добу наперед» і внутрішньодобовому ринку у листопаді 2021 року становив 4 001,64 ГВт·год, що на

16,58% більше, ніж у жовтні 2021 року. Обсяги торгів на майданчику «Оператора ринку» становили 30,04% від загального споживання електричної енергії Україною.

У листопаді 2021 року на РДН та ВДР в торговій зоні «ОЕС України» спостерігався дефіцит пропозицій. Попит на РДН в ОЕС України у порівнянні з жовтнем 2021 року збільшився на 16,28%, а якщо порівнювати з аналогічним періодом минулого року – на 31,32%. Обсяг заявок на продаж електричної енергії збільшився на 16,54%. При цьому, заявлений обсяг на продаж виробниками (з врахуванням обсягів продажу електричної енергії Гарантованим покупцем) збільшився на 7,89%, постачальниками – на 73,83%, трейдерами – на 20,89%.

В торговій зоні «Острів Бурштинської ТЕС» у листопаді 2021 року спостерігався дефіцит пропозицій переважно у години вечірнього максимуму. Попит на РДН в БуОс збільшився на 15,23%, в порівнянні з попереднім місяцем, та майже вдвічі, якщо порівнювати з листопадом 2020 року. Обсяг заявок на продаж зріс на 9,72%, а заявлений обсяг на продаж виробниками (з врахуванням обсягів продажу електричної енергії Гарантованим покупцем) - на 9,66%.

Оператор ринку

Українська енергетична біржа



Місячний індекс базового навантаження – розрахований накопичувальним підсумком показник середньозваженої ціни в торговій зоні «ОЕС України», що визначається шляхом ділення загальної вартості реалізованої електричної енергії базового навантаження (без ПДВ) на загальний обсяг реалізованої електричної енергії базового навантаження, за періодом постачання, що охоплює повний календарний місяць, який є наступним відповідно до розрахункового (M+1). Методика розрахунку місячного індексу базового навантаження розміщено за [посиланням](#).

Українська енергетична біржа

Розрахунки за електроенергію

Щодо погашення заборгованості на ОРЕ, що виникла до 01.07.2019

Законом України №719-IX «Про заходи, спрямовані на погашення заборгованості, що утворилася на оптовому ринку електричної енергії» передбачено комплекс заходів щодо врегулювання питання повного погашення заборгованості, яка виникла на оптовому ринку до 1 липня 2019 року. Поточна редакція від 15.04.2021 на підставі ЗУ №1396).

Для повної та ефективної реалізації механізмів погашення заборгованості, визначених Законом №719-ІХ, необхідно прийняти ряд супутніх законопроектів №2388, №2390, №5139, №5399, якими передбачено внесення змін до Бюджетного кодексу України, Кодексу України з процедур банкрутства, Закону України «Про Державний бюджет України на 2021 рік» та Податкового кодексу України (див. попередні випуски).

14.04.2021 НКРЕКП встановила алгоритм перерахування отриманих оптовим постачальником електричної енергії коштів (Постанова №640).

З поточного рахунка із спеціальним режимом використання оптового постачальника здійснюється перерахування коштів за електричну енергію, що утворилася до 01 липня 2019 року

- першочергово виробникам з ВДЕ,
- виробникам електричної енергії та НЕК «УКРЕНЕРГО» пропорційно до обсягів заборгованості.

На ДП «Енергоринок» згідно з Законом України «Про ринок електричної енергії», покладені функції зі здійснення заходів погашення кредиторської та дебіторської заборгованості, що утворилась на Оптовому ринку електричної енергії України. До 01.07.2019 ДП «Енергоринок» виконувало функції: Оптового постачальника електроенергії, Розпорядника системи розрахунків, Розпорядника коштів ОРЕ, Головного Оператора системи комерційного обліку електроенергії.

Щодо виплат за «зеленим» тарифом

За «зеленим» тарифом з початку року закуплено **10 023 тис. МВт·год** електроенергії (станом на 09.11.2021).

На користь відновлювальної генерації сплачено **48,0 млрд грн** (за електроенергії 2021 року – 36,4 млрд грн). При цьому, за електроенергію січня-квітня сплачено 93%, травня – 73%, червня – 70%, липня – 67%, серпня – 80,0%, вересня – 46%.

За 2020 рік ДП «Гарантований покупець» сплатив ВДЕ **34,1 млрд грн**, рівень оплати – **69,6%**.

Про оплату заборгованості споживачів за спожиту до 01.01.2019 електричну енергію	Борг за спожиту енергію станом на 01.01.2021	Борг за спожиту електроенергію станом на 01.12.2021	Зміна заборгованості з початку року
Оператори систем розподілу	тис. грн	тис. грн	тис. грн
Всього по Україні:	25 202 427,7	24 510 280,0	-692 147,7
АТ «Вінницяобленерго»	22 827,0	1 194,0	-21 633,0
ПрАТ «Волиньобленерго»	8 679,0	8 215,0	-464,0
АТ «ДТЕК Дніпровські електромережі»	625 313,5	656 428,8	31 115,3
АТ «ДТЕК Донецькі електромережі»*	711 348,0	703 076,0	-8 272,0
АТ «Житомиробленерго»	16 048,7	13 687,1	-2 361,6
ПрАТ «Закарпаттяобленерго»	17 364,0	15 169,0	-2 195,0
ПАТ «Запоріжжяобленерго»	1 499 614,0	1 340 775,0	-158 839,0
АТ «Прикарпаттяобленерго»	7 438,0	5 839,0	-1 599,0
ПрАТ «ДТЕК Київські електромережі»	175 130,0	145 250,3	-29 879,7
ПрАТ «Київобленерго»	64 022,1	54 833,7	-9 188,4
ПрАТ «Кіровоградобленерго»	7 251,0	4 816,0	-2 435,0
ТОВ «ЛЕО»*	1 964 233,0	1 687 965,0	-276 268,0
ПрАТ «Львівобленерго»	9 331,0	8 392,0	-939,0
АТ «Миколаївобленерго»	76 689,0	75 648,0	-1 041,0

АТ «Одесаобленерго»	68 497,6	59 060,6	-9 437,0
АТ «Полтаваобленерго»	133 294,0	129 441,0	-3 853,0
ПрАТ «Рівнеобленерго»	7 666,9	6 618,0	-1 048,9
ПАТ «Сумиобленерго»	246 718,0	233 461,7	-13 256,3
ВАТ «Тернопільобленерго»	622,0	305,0	-317,0
АТ «Харківобленерго»	1 521 788,7	1 494 457,5	-27 331,2
АТ «Херсонобленерго»	63 599,0	58 150,0	-5 449,0
АТ «Хмельницькобленерго»	10 065,0	8 880,0	-1 185,0
ПАТ «Черкасиобленерго»	1 711 808,0	1 713 008,0	1 200,0
АТ «Чернівціобленерго»	131 934,0	118 428,8	-13 505,2
АТ «Чернігівобленерго»	23 227,0	22 346,0	-881,0
ПрАТ «ДТЕК ПЕМ-Енерговугілля»*	2 238 974,0	2 172 083,0	-66 891,0
ДП «Регіональні електричні мережі»*	13 677 800,6	13 671 623,0	-6 177,5
ТОВ «ДТЕК Високовольтні мережі»	161 144,6	101 128,5	-60 016,2

*Включає заборгованість по сальдо перетокам з контрольованої території на неконтрольовану, постачання якої здійснювалося відповідно до постанови КМУ №263 та Закону України «Про електроенергетику».

ПСО

Для забезпечення потреб побутових споживачів Гарантований покупець з початку року купив **29 771 тис. МВт·год** (станом на 09.11.2021).

Сплачено **8,9 млрд грн** (за продукцію 2021 р. – 3,0 млрд грн). Рівень оплати: січень – 47%, лютий – 5%, березень – 100%, квітень – 35%, травень – 50%, червень – 62%, липень – 100%, серпень – 100%, вересень – 51%, жовтень – 5%.

За 2020 рік виробникам електроенергії для забезпечення потреб населення сплачено **21,1 млрд грн**, що складає 91%.

Гарантований покупець

28.04.2021 Кабмін постановою № 439 (із змінами, внесеними згідно з постановами від 26.05.2021 № 518, від 29.06.2021 № 659, від 28.07.2021 № 767 та від 11.08.2021 № 859) вніс зміни до Положення про покладення спеціальних обов'язків на учасників ринку електричної енергії для забезпечення загальносуспільних інтересів у процесі функціонування ринку електричної енергії, які набрали чинності з **1 жовтня 2021 р.**

Постачальник «останньої надії»

Постачальником «останньої надії» визначено Державне підприємство зовнішньоекономічної діяльності «Укрінтеренерго».

За 11 місяців 2021 року постачальником «останньої надії» відпущено електричної енергії споживачам в обсязі 495,6 млн кВт·год на суму 1989,0 млн грн, рівень оплати становить 50,2%. *Загальна заборгованість перед постачальником «останньої надії» станом на 01.12.2021 становить 3392,7 млн гривень.*

Щодо погашення заборгованості на новому ринку електроенергії

08.02.2021 у Верховній Раді зареєстровано законопроект № 5041 про внесення змін до Закону України «Про Державний бюджет України на 2021 рік» щодо фінансової підтримки державного підприємства «Гарантований покупець» для оплати електричної енергії, виробленої з альтернативних джерел енергії. Законопроект має розглядатися на поточній сесії.

19.04.2021 у Верховній Раді зареєстровано законопроект № 5399 про внесення змін до Податкового кодексу України щодо стабілізації розрахунків на ринку електричної енергії. Законопроект має розглядатися на поточній сесії.

11.10.2021 Кабмін прийняв постанову № 1049 «Про надання у 2021 році державної гарантії за зобов'язаннями НЕК «Укренерго». Це необхідно для залучення компанією позикових коштів через випуск облігацій на міжнародних фондових ринках під державні гарантії.

НЕК «Укренерго» успішно здійснила дебютний випуск п'ятирічних зелених єврооблігацій сталого розвитку (Green and Sustainability-linked bonds) на суму 825 млн доларів США.

19,3 млрд грн НЕК «Укренерго» перерахувала ДП «Гарантований покупець» для погашення заборгованості пред виробниками ВДЕ.

Оператори системи розподілу

За 11 місяців 2021 року, в цілому, **операторами систем** розподілу України надано послуги з розподілу електричної енергії на суму 79 993,0 млн грн (обсяг розподілу електричної енергії – 104 961,4 млн кВт·год), рівень оплати склав 97,2%.

ФОРМА РОЗПОДІЛУ (про надходження коштів з оплати послуг за розподіл електроенергії)	Обсяги розподілу електричної енергії	Нараховано за послуги розподілу електроенергії	Надходження коштів з оплати послуг за розподіл електроенергії	Борг(+)/Переплата(-) станом на 01.12.2021*
	тис. кВт·год	тис. грн	тис. грн	тис. грн
Разом	104 961 391,9	79 993 046,1	77 741 037,5	1 795 796,0
АТ «Вінницяобленерго»	2 655 424,5	3 038 457,8	2 976 338,3	162 130,7
ПрАТ «Волиньобленерго»	1 586 675,8	1 780 522,8	1 690 454,5	135 315,8
АТ «ДТЕК Дніпровські електромережі»	16 174 187,0	6 889 000,7	6 444 341,1	-72 581,1
АТ «ДТЕК Донецькі електромережі»	2 704 950,0	3 358 055,0	2 942 046,9	152 875,3
АТ «Житомиробленерго»	2 334 362,0	2 737 761,1	2 728 363,9	-116 320,5
ПрАТ «Закарпаттяобленерго»	1 704 033,7	2 579 982,6	2 515 937,5	128 643,3
ПАТ «Запоріжжяобленерго»	7 060 775,2	3 775 223,9	3 645 445,1	453 331,8
АТ «Прикарпаттяобленерго»	2 323 893,0	2 661 467,8	2 593 996,0	135 641,4
ПрАТ «ДТЕК Київські електромережі»	8 642 110,8	3 812 652,3	3 743 030,0	-500 481,0
ПрАТ «ДТЕК Київські регіональні електромережі»	6 284 209,7	5 213 018,4	5 181 972,8	-292 557,3
ПрАТ «Кіровоградобленерго»	1 739 928,0	2 083 902,0	2 171 250,0	-168 068,0
ТОВ «ЛЕО»	1 295 598,3	1 577 295,3	1 575 437,5	34 532,0
ПрАТ «Львівобленерго»	3 982 293,4	4 340 426,8	4 254 730,9	69 287,0
АТ «Миколаївобленерго»	2 439 324,2	2 271 500,4	2 241 248,2	47 677,5
АТ «ДТЕК Одеські електромережі»	5 463 253,4	5 393 850,1	5 331 040,1	86 229,5
АТ «Полтаваобленерго»	4 695 294,6	2 940 440,9	2 980 148,2	-158 872,8
ПрАТ «Рівнеобленерго»	2 204 501,2	1 846 808,1	1 831 417,8	-30 988,1
ПАТ «Сумиобленерго»	1 836 612,7	2 180 682,5	2 148 024,2	34 329,0

ФОРМА РОЗПОДІЛУ (про надходження коштів з оплати послуг за розподіл електроенергії)	Обсяги розподілу електричної енергії	Нараховано за послуги розподілу електроенергії	Надходження коштів з опла- ти послуг за розподіл електроенергії	Борг(+)/ Переплата(-) станом на 01.12.2021*
	тис. кВт·год	тис. грн	тис. грн	тис. грн
ВАТ «Тернопільобленерго»	1 255 341,2	1 856 737,9	1 785 973,0	23 027,4
АТ «Харківобленерго»	5 684 293,5	5 115 043,0	4 629 354,4	1 054 508,3
АТ «Херсонобленерго»	2 016 622,7	2 296 089,0	2 287 193,9	-32 216,9
АТ «Хмельницькобленерго»	2 068 604,8	2 398 012,4	2 438 712,9	106 483,8
ПАТ «Черкасиобленерго»	2 723 319,4	2 257 313,7	2 145 907,9	136 075,8
АТ «Чернівціобленерго»	1 243 306,8	1 443 850,7	1 436 539,4	-24 867,7
АТ «Чернігівобленерго»	1 590 742,5	2 021 353,6	2 010 126,9	49 091,1
ПрАТ «ДТЕК ПЕМ- Енерговугілля»	356 683,1	50 165,5	45 255,3	34 574,1
ДП «Регіональні електричні мережі»	1 122 564,1	433 121,5	271 380,2	462 847,8
ТОВ «ДТЕК Високовольтні мережі»	5 501 287,4	702 469,5	709 404,5	-66 428,7
ПрАТ «ПЕЕМ «Центральна енергетична компанія»	701 111,0	556 217,5	606 886,8	-64 501,0
ДПЕМ ПрАТ «Атомсервіс»	684 854,5	95 601,0	94 426,6	1 406,4
АТ «Укрзалізниця»	4 885 233,3	2 286 022,1	2 284 652,9	15 674,9

* З врахуванням боргів/переплат минулого року

Постачальники універсальних послуг

За 11 місяців 2021 року **постачальниками універсальних послуг** надано електричної енергії споживачам в обсязі 40 205,4 млн кВт·год на суму 73 562,5 млн грн, рівень оплати становить 98,3%. *Загальна* заборгованість перед постачальниками універсальних послуг станом на 01.12.2021 становить **6371,7 млн гривень**.

В тому числі, **населення** отримало електричну енергію в обсязі 32 004,4 млн кВт·год на суму 51 180,8 млн грн, рівень оплати становить 98,2%. *Загальна* заборгованість населення за спожиту електричну енергію перед постачальниками універсальних послуг станом на 01.01.2021 становила 4884,7 млн грн та збільшилась за 11 місяців 2021 року на 933,4 млн грн або на 19,1% і станом на 01.12.2021 становить **5818,1 млн гривень**.

Довідково

Відповідно до Правил роздрібного ринку електричної енергії ціни на електричну енергію, що постачається споживачам постачальниками універсальних послуг та «останньої надії», включають, у тому числі ціни (тарифи) на послуги оператора системи передачі та оператора системи розподілу відповідно до укладених договорів про надання відповідних послуг.

Видобуток вугілля

За листопад 2021 року вугледобувними підприємствами України видобуто **2,49 млн тонн** вугілля, що на 3,8 % менше порівняно з листопадом 2020 року. Видобуток енергетичного вугілля – 1,83 млн тонн, коксівного вугілля – 0,66 млн тонн.

З початку року видобуто **26,62 млн тонн** вугілля, що на 1,6 % більше порівняно з

відповідним періодом минулого року. У тому числі видобуток енергетичного вугілля склав 20,11 млн тонн, коксівного – 6,51 млн тонн.

Запаси вугілля та мазуту на ТЕС та ТЕЦ

Запаси вугілля на 01.12.2021 становили **492,2 тис. тонн** при нормі гарантованих запасів **652,9 тис. тонн**.

Міненерго 10.08.2021 затвердило новий помісячний графік накопичення вугілля для теплоелектростанцій і теплоелектроцентралей.

Згідно з новим документом, на складах ТЕС і ТЕЦ на 01.12.2021 має бути 2632,7 тис. т.

Запаси топкового мазуту на 01.12.2021 становили **36,6 тис. тонн**, що на 22% менше ніж у 2020 році.

Міненерго

Газ

Видобуток газу

Обсяги видобутого газу у листопаді 2021 року в Україні збільшилися на 0,8% порівняно з листопадом минулого року і становили **1 646,3 млн куб. м**.

За 11 місяців 2021 року обсяги видобутого газу в Україні зменшилися на 2,6% порівняно з показником минулого року і становили **18 077,2 млн куб. м**.

Запаси газу в газосховищах

Станом на 01 грудня 2021 запаси природного газу у ПСГ становили **16 млрд куб. м газу**. Це на **39%** менше ніж минулого 2020-го року. Водночас цей показник на 7,5% вищий за середній рівень наповнення газосховищ у 2011–2019 рр.

Протягом листопада поточного року з українських ПСГ було фізично відібрано **2 млрд куб. м газу**. Цей показник на 11% вищий ніж у листопаді минулого року. Усього від початку сезону відбору 2021/2022 із українських ПСГ відібрано 2,7 млрд куб. м газу.

Відносно високий рівень відбору газу на початку сезону спричинений тим, що іноземні замовники послуг реекспортували власні запаси газу.

Укртрансгаз

Транзит газу

У листопаді 2021 року транзит природного газу українською ГТС до країн Європи склав 3049 млн куб. м, на 414 млн куб. м більше, ніж у жовтні.

При цьому транзитні обсяги до Словаччини збільшилися на 14% — до 2,418 млрд куб. м порівняно з жовтнем 2021 року. Поставки до Словаччини лишаються основним напрямом транзиту газу через українську ГТС і складають 80% від загальних обсягів транзиту.

Також Оператор ГТС України (ОГТСУ) протранспортував 334 млн куб. м (+89% порівняно з жовтнем) до Молдови та 297 млн куб. м газу до Польщі (-13%). Усі транзитні поставки газу з РФ до країн Європи не перевищили заброньовані річні потужності.

Заявки на транзит російського газу до Угорщини не надходили з 1 жовтня попри аварію на Трансбалканському газопроводі та блокування надходження газу з Турецького потоку. Натомість через послугу short-haul-митний склад зросли поставки газу з території України до Угорщини — до 314 млн куб. м.

У результаті середньодобові обсяги транспортування російського газу через територію України у листопаді зросли до 102 млн куб. м. Це нижче мінімального обсягу, згідно чинної транзитної угоди.

Транзит природного газу через Україну за 11 місяців 2021 року склав 38,3 млрд куб. м, а середньодобовий обсяг транспортування — 114,8 млн куб. м.

Всього до Словаччини надійшло 24,849 млрд куб. м газу, до Угорщини — 6,799 млрд куб. м, до Молдови — 2,783 млрд куб. м, до Польщі — 3,524 млрд куб. м та до Румунії — 0,394 млрд куб. м.

У листопаді 2021 року обсяг транспортування природного газу з ЄС до України склав 11,6 млн куб. м. Натомість експорт разом з реекспортом газу з України до країн Європи порівняно з вереснем зріс на 21% і склав 579млн куб.м.

Імпорт газу порівняно з попереднім місяцем зменшився на 92% або на 143 млн куб. м. У листопаді джерелом імпорту газу стала Угорщина, з якої поставили 11,6 млн куб. м газу завдяки віртуальному реверсу. Нагадаємо, поставки відбуваються попри зупинку фізичного транзиту російського газу до Угорщини з 1 жовтня 2021 року.

Експорт та реекспорт газу в листопаді зросли на 21% порівняно з жовтнем і склали 578,5 млн куб. м.

Зазначимо, що в ніч на 1 листопаді сталась аварія на ділянці Трансбалканського газопроводу, в результаті чого основні поставки газу до Угорщини забезпечила Україна. Відповідно замовники збільшили експорт до Угорщини на 40% – до 314,2 млн куб. м.

Експорт до Словаччини склав 181,4 млн куб. м, до Польщі – 76,9 млн куб. м.

Експорт до Молдови у листопаді не відбувався.

Нагадаємо, з 1 жовтня 2021 року Газпром зупинив транзит газу територією України у напрямку Угорщини. Проте потужності ГТС України на вихід в Угорщину законтрактовані на весь газовий рік (з 01.10.2021 по 30.09.2022) обсягом 24,6 млн куб. м на добу. Тому вони будуть оплачені замовником незалежно від наявних фізичних обсягів транзиту.

Оператор ГТС України

Газопостачання

Ресурси природного газу в Україні за січень-листопад 2021 року склали 68,5 млрд куб. м, з них:

для України – 30,1 млрд куб. м;

транзит – 38,4 млрд куб. м.

Споживачі України за 11 місяців 2021 року використали 26,0 млрд куб. м.

Нафта

Транспортування нафти

Загальний обсяг транспортування нафти у листопаді 2021 року зменшився порівняно з аналогічним періодом минулого року на 5,5% — до **1,27 млн тонн**.

З початку 2021 року обсяги транспортування нафти підприємствами магістральних нафтопроводів склали **14,19 млн т**, що на 3,0 % (або на 380,0 тис. т) менше у порівнянні з відповідним періодом минулого року.

Обсяги транзиту нафти територією України склали 11 476,0 тис. т, що на 5,0% (або на 621,0 тис. т) менше до відповідного періоду минулого року, а для потреб України – 2 709,0 тис. т, що на 13,4% (або на 321,0 тис. т) більше у порівнянні з відповідним періодом минулого року.

З початку 2021 року транзитні обсяги перекачки нафти у загальному обсязі складають 80,0 %, а на нафтопереробні підприємства України – 20,0 %.

Укртранснафта

Переробка нафти

Обсяг переробки газового конденсату з нафтою Шебелинським ГПЗ за січень-листопад 2021 року становить **384,1 тис. тонн**, що на 5,4 % більше обсягу переробки за 11 місяців 2020 року.

За 11 місяців 2021 року Шебелинським ГПЗ вироблено:

автомобільних бензинів – 118,7 тис. тонн, що на 7,0 % менше, ніж за відповідний період минулого року;

дизельного палива – 69,0 тис. тонн, що на 6,4 % більше, ніж за відповідний період минулого року;

мазуту – 40,0 тис. тонн, що на 112,0 % більше порівняно з січнем-листопадом 2020 року.

Хід ремонтної кампанії на підприємствах енергетики

Станом **на 30.11.2021** відповідно до затвердженого графіка на ТЕС енергогенеруючих компаній відремонтовано 39 (9 822 МВт) енергоблоків, з них 29 (7 092 МВт) – поточним ремонтом, 6 (1 110 МВт) – середнім ремонтом та 4 (1 620 МВт) – капітальним ремонтом. У ремонті перебувають 9 (2 320 МВт) енергоблоків, а саме:

- в поточному ремонті 4 (900 МВт) енергоблоки;
- в середньому ремонті 2 (510 МВт) енергоблоки;
- в капітальному ремонті 3 (910 МВт) енергоблоки.

На ТЕЦ відремонтовано 8 (1 840 МВт) енергоблоків, 18 (2 875 т/год) парових котлів, 3 (200 Гкал/год) водогрійних котли та 13 (454,4 МВт) турбоагрегатів. У ремонті перебуває 1 (120 МВт) енергоблок, 1 (100 т/год) паровий котел, 1 (10,5 МВт) турбоагрегат.

На ГЕС виконано реконструкцію та капітальний ремонт 13 (601,6 МВт) гідроагрегатів. В реконструкції і капітальному ремонті перебуває 18 (923,2 МВт) гідроагрегатів.

Станом **на 31.10.2021** з початку року на АЕС виконано 13 планово-попереджувальних ремонтів:

- 10 середніх ремонтів – РАЕС № 1, РАЕС № 2, РАЕС № 4, ЗАЕС № 1, ЗАЕС № 3, ЗАЕС № 5 (2), ХАЕС № 2, ЮУАЕС № 2, ЮУАЕС № 3;
- 3 капітальних ремонти - РАЕС № 3, ЗАЕС № 6, ХАЕС № 1.

Крім того, виконано два планові поточні ремонти РАЕС № 3, ЮУАЕС № 3 та 2 позапланові поточні ремонти: ХАЕС № 2 та РАЕС № 4.

Виконуються:

- поточний ремонт – РАЕС № 3 (з 14.09.2021 до 12.11.2021)
- середній ремонт – ЗАЕС № 4 (з 22.08.2021 до 27.11.2021), ЗАЕС № 2 (з 01.09.2021 до 03.12.2021);
- 1 капітальний ремонт – ЮУЕАС № 1 (з 09.08.2021 до 20.11.2021).

Капітальні інвестиції галузей ПЕК

В Міністерстві енергетики станом на 12.11.2021 реалізується 4 інвестиційні проекти за рахунок кредитних коштів ЄБРР, МБРР, ЄІБ та ЄВРАТОМ:

- Реабілітація гідроелектростанцій (ЄБРР, ЄІБ) – сума позики: 400 млн євро (ЄБРР – 200 млн євро, ЄІБ – 200 млн. євро);
- Комплексна (зведена) програма підвищення безпеки АЕС України – сума позики: 600 млн євро (ЄБРР – 300 млн євро, ЄВРАТОМ – 300 млн євро);
- Другий проект з передачі електроенергії – сума позики: МБРР – 2,5 млн дол. США (компонент 3).
- Україна – Підвищення стійкості енергосистеми для європейської інтеграції енергомережі (Встановлення гібридних систем з виробництва електроенергії в ПрАТ «Укргідроенерго») сума позики – 212 млн дол. США (МБРР – 177 млн дол. США, ФЧТ – 34 млн дол. США та грант в розмірі 1 млн дол. США).

За січень – жовтень 2021 року **в електроенергетичній галузі** за даними оперативної звітності освоєно **16 540,5** млн грн. (відповідний період 2020 р. – 15644,0 млн грн.) капітальних вкладень за рахунок усіх джерел фінансування, що в порівнянні з відповідним

періодом минулого року складає 105,7 %.

Продовжуються роботи з будівництва Дністровської ГАЕС, реконструкції енергоблоків ТЕС, каскаду Дніпровських ГЕС, будівництва та реконструкції електричних мереж.

У 2021 році на об'єктах капітального будівництва підприємств *вугільної галузі* передбачено освоїти 41,0 млн грн капітальних вкладень за рахунок власних коштів підприємств.

За січень-жовтень за рахунок власних коштів підприємств на об'єктах капітального будівництва обсяги освоєння капітальних вкладень склали 31,4 млн грн. Профінансовано 17,2 млн гривень.

Щодо фінансування шахти № 10 «Нововолинська»

Постановою Кабінету Міністрів України від 10.03.2021 № 188 прийнято рішення щодо тимчасового припинення реалізації проекту «Будівництво шахти № 10 «Нововолинська» ДП «Волиньвугілля».

У 2021 році утримання об'єкта незавершеного будівництва у безпечному та безаварійному стані здійснюється відповідно до кошторису витрат, що складено на підставі «Технологічного паспорту утримання об'єкта незавершеного будівництва «Будівництво шахти № 10 «Нововолинська» за бюджетною програмою КПКВК 2401590 «Реструктуризація вугільної галузі» КЕКВ 2610 (поточні видатки) у сумі 56 950,0 тис. гривень.

Відповідно до помісячного плану бюджетних асигнувань загального фонду Державного бюджету України ДП «Дирекція по будівництву об'єктів» (станом на 01.11.2021) спрямовано видатки у сумі 47 442,0 тис. грн для здійснення розрахунків за понесені витрати (оплата електроенергії, оплата праці працівникам, які забезпечують утримання об'єкта в безпечному та безаварійному стані; оплата за комунальні послуги (тепловодопостачання, водовідведення, інші витрати).

***Підготовлено Робочою групою НТСЕУ
за даними Міненерго України, НЕК «Укренерго»,
Оператора ринку, Гарантованого покупця, Енергоринку,
Української енергетичної біржи, Оператора ГТС України***