



Сумський національний аграрний університет



Національний технічний університет «ХП»



Політехніка Свентокржинська в Кельцах (Польша)



ТОВ «ТРИЗ»



Сумський державний університет



Державний біотехнологічний університет



Українська технологічна академія



# ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ІНДУСТРІЇ 5.0

Збірник тез за матеріалами 30<sup>ої</sup> міжнародної науково-  
практичної конференції  
(21-23 жовтня 2024 р.)

## Частина 2

Секції: «Інноваційні технології в економіці»,  
«Інноваційні технології в екології та енергоефективність»,  
«Інноваційні технології у педагогіці»

Суми – 2024

Інноваційні технології в Індустрії 5.0: Збірник тез за матеріалами 30-ої міжнародної науково-практичної конференції (21-23 жовтня 2024 р.). Ч.2. – Суми: СНАУ, 2024.- 196 с.

Збірник містить тези доповідей, присвячені питанням впровадження інноваційних технологій в промисловість, агропромисловий комплекс і методики викладання у ВНЗ.

УДК 368(075.8)

*Atalawei Mary Ene, postgraduate student, SNAU, Sumy, Ukraine*

## **THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE INDIVIDUAL DEVELOPMENT OF TERRITORIAL COMMUNITIES**

In Ukraine, the concept of “territorial community” is relatively new to economic science. A territorial community is a group of residents united by permanent residence within a village, town, or city that is an independent administrative unit, or a voluntary association of residents of several villages, towns, or cities that have a single administrative center.

For a long time, territorial communities have been studied in two ways: legally, as subjects of local self-government, and sociologically, as social actors that shape the interests of territories of different levels. The absence of studies of territorial communities in the economic sphere is due to the limited scope of territorial communities as subjects of economic relations, the existence of excessive administrative and financial dependence of local governments on the state authorities, and limited opportunities to address issues of community life support and development of territories. The country's administrative-territorial and decentralization reforms, which are accompanied by the consolidation of territorial communities and an increase in their role in addressing local development issues, require the formation of a qualitatively new view of basic-level territorial communities. It is necessary to study territorial communities in the economic plane and manage them in terms of artificial intelligence to improve the quality of their development. This requires attracting investment and developing innovative projects to create technogenic parks, etc. One of the options for advanced artificial intelligence technologies is self-driving cars. Governments around the world have to answer complex technical, legal, and regulatory questions about the full autonomy of transport.

Today, self-driving cars are not only the near future, but also an industry development strategy that is supported by legislation in many countries. As the number of cars on the road increases, so does the importance of environmental issues and smart mobility.

Today, on average, 90% of the time a car is not in use but takes up parking space. New autonomous driving systems can streamline parking problems, reduce traffic congestion (by 62-87%) and emissions (by up to 60%), speed up traffic due to autonomous vehicles on the roads (by up to 35%), and reduce transportation costs. According to Metinvest Digital, the cost of self-driving cars is the lowest among other modes of transportation and amounts to 0.16 USD/km.

It is hard to say how the market will absorb or be saturated with consumer demand for self-driving cars. What we see on the market now is the so-called entry-level automation, including lane-keeping assistance. Tesla, for example, has a package that you can download that keeps your car within a lane. This is classified as Level 1 or 2 automation on a scale of 0 to 5 defined by the SAE.

Level 5 is the highest. This is full automation - the car drives itself. You can just sit back and relax, and there will be no problems. Drivers don't need to pay attention at Level 5. But we have not yet reached this level in terms of technology available to consumers.

And then there's Google's Waymo self-driving car project, which started in 2009 and began public testing in 2019. Other companies are also getting involved. Uber has a fleet of vehicles that are being tested.

Humans drive about 100 million miles (160.9 million km) before having a serious accident, so self-driving cars will need to cover hundreds of millions of miles before we can be sure about this issue.

However, there is growing evidence that autonomous driving is superior to humans, especially in the case of Waymo. It is important to continue the experiment because, in the long run, safer

technology will save many lives.

## REFERENCES

1. Zaiats, T., Kraievska, H., & Diakonenko, O. (2022). Social capital of rural territorial communities in Ukraine: problems of strengthening and directions of their solution. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, 8(1), 104-118. <https://are-journal.com/are/article/download/537/345>
2. Fayzullin, F., & Fayzullin, I. (2022). Social Capital as an Object of Management. *Journal of Institutional Studies*, 14(1), 85-89. [6]

УДК 368(075.8)

*Борисова В.А, професор, СНАУ, Суми, Україна*

## СТРАХУВАННЯ ЯКОСТІ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ

Аналіз екологічного стану навколишнього середовища, його відтворюваного та асиміляційного потенціалів, чистоти найважливіших природних ресурсів показує, що за останні 30 років площа земель, постраждалих від ерозії, збільшилася майже в 1,5 рази, значно розширилися площі засолених, закислених, підтоплених і техногенно забруднених сільськогосподарських угідь.

Виключна актуальність проблеми підвищення ефективності використання, відтворення та збереження земельних ресурсів в Україні як одній зі значних країн світу (вона займає за площею земельних ресурсів друге місце в Європі і 42 місце у світі) зумовлена не тільки наявною тенденцією поглиблення значних структурно-динамічних змін у використанні, відтворенні та охороні цього провідного природного ресурсу, специфічними особливостями їх у країні, але й тим, що в останні роки значно знизився рівень віддачі земельних ресурсів як в абсолютному, так і в порівняльному вимірі.

У життєвих засобах і продуктах аграрної праці «уречевлено» як природно-екологічні, так і суспільно-економічні закономірності. Тільки подібне розуміння проблем аграрного виробництва, страхування ресурсного потенціалу та екології дає можливість подолати нинішній, суто технологічно-економічний підхід до взаємодії, взаємовідносин людини, виробництва та природи. Завдання науки полягає в тому, щоб забезпечити комплексний суспільно-природний підхід, інтегроване розуміння процесів і змін, які відбуваються в навколишньому середовищі під впливом господарської діяльності, демографічного та соціально-економічного розвитку суспільства.

Згідно з Земельним кодексом України необхідно відшкодовувати збитки власникам землі та землекористувачам, заподіяні внаслідок погіршення якості ґрунтового покриву та інших корисних властивостей сільськогосподарських угідь, однак механізм відшкодування збитків не відпрацьований. Одним з шляхів відповідного механізму може бути обов'язкове страхування якості земельних ресурсів.

При цьому страхувальниками виступають підприємства-користувачі земельними ресурсами сільськогосподарського призначення всіх форм власності. Об'єктом страхування є земельні ресурси, що знаходяться у власності чи оренді сільськогосподарських підприємств. Страховий ризик полягає в зменшенні родючості ґрунтів згідно з нормами, вказаними в паспорті земельної ділянки, для чого відповідним органам необхідно провести дослідження якості земельних ресурсів у межах їх паспортизації. Страховою подією є погіршення основних паспортних показників якості земельних ресурсів через гео-кліматичні процеси, стихійні явища, неправомірні дії третіх осіб тощо. Факт настання страхового випадку визначається при щорічному порівнянні існуючих показників з паспортними.

Страхування необхідно проводити, за нашими підрахунками, для підприємств-землекористувачів, які мають більш, ніж 1 га земельних угідь. Якість земель повинна впливати на розмір страхових внесків: сільськогосподарські підприємств, що мають кращі землі,

повинні сплачувати більшу суму страхових платежів, бо вони можуть одержати більший прибуток і повинні платити за можливість користування кращими землями. Для підприємств-землекористувачів, які будуть вкладати власні кошти на відтворення земельних ресурсів, необхідно надавати знижки до страхових внесків, бо вони сприяють покращенню якості земельних ресурсів. У разі погіршені якості землі розмір страхових платежів збільшується. Обсяг страхової відповідальності обмежується розміром витрат на відтворення якості земельних ресурсів і складає не більше 70% загального розміру збитку, можливо також застосування франшизи. Обов'язковість такого страхування дозволить охопити першочерговою увагою великі та небезпечні в екологічному відношенні об'єкти. Доцільно також використання страхового полюсу з 3-4 ступенями захисту як застави (цінного паперу) при довгостроковому кредитуванні відтворення якості земельних ресурсів.

УДК: 631.157

*Борозенець Ю. О., магістрант, СНАУ, Суми, Україна*

### **ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКІВ З ОПЛАТИ ПРАЦІ В БЮДЖЕТНІЙ УСТАНОВІ**

Регулювання оплати праці співробітників бюджетних установ сьогодні знаходиться під безпосереднім контролем держави і здійснюється на всіх рівнях. Основне завдання полягає в тому, щоб забезпечити кожному працівникові умови, які дозволять йому за рахунок своєї праці підтримувати гідний рівень життя та реалізувати всі функції, пов'язані з оплатою праці. У зв'язку зі змінами в економічному і соціальному розвитку країни, також змінюється політика в галузі оплати праці, соціальної підтримки та захисту працівників бюджетної сфери. Частину функцій з реалізації цієї політики держава делегувала бюджетним установам, які мають право самостійно визначати оплату праці та матеріальні стимули. Завдання кожної такої установи – формувати економічно обґрунтовану та достовірну інформацію щодо оплати праці. Сучасні умови диктують необхідність своєчасної та повної виплати заробітної плати, а також планування витрат, пов'язаних з нарахуванням заробітної плати і ефективністю систем стимулювання. У бюджетних установах зарплата складається з базової частини, компенсаційних і стимулюючих виплат. Для диференціації зарплати запроваджено чотири професійно-кваліфікаційні групи з відповідними базовими окладами, які регулюються Кодексом законів про працю України, Законом України «Про оплату праці», а також багатьма іншими законами та нормативними актами. Базовий оклад є мінімальним рівнем заробітної плати для кожної кваліфікаційної групи. Також введено шість кваліфікаційних рівнів, які диференціюють зарплату в межах однієї професії, враховуючи складність роботи і додаткові критерії кваліфікації [2, с.4; 8]. Для підвищення ефективності роботи в бюджетних установах передбачено стимулюючі виплати, розміри яких закріплені в колективному договорі [1, с.72]. Основним документом, що регулює умови та розміри стимулюючих виплат, є колективний договір, а також угоди і локальні нормативні акти. У бюджетних установах такою формою утримання в основному є встановлення стимулюючих виплат для підвищення ефективності трудової діяльності кваліфікованих фахівців. При впровадженні ринкової моделі організації оплати праці, яка ґрунтується на законі вартості робочої сили та наявності різноманітних форм власності, ключовим фактором є зацікавленість працівника в результатах своєї роботи. Однак це не означає, що інтереси підприємства ігноруються під час організації оплати праці. У такій ситуації відбувається чіткий розподіл функцій і інтересів між власником засобів виробництва та найманим працівником. Взаємодія в межах підприємства будується на основі відносин між працівниками і роботодавцями. Для того щоб здібності найманих працівників реалізовувалися ефективно, і щоб обидві сторони — роботодавець і працівник — досягли своїх очікувань, необхідно правильно організувати роботу на підприємстві. Також слід встановити чітку залежність між вартістю робочої сили та показниками, що відображають ефективність діяльності працівника. Саме цей зв'язок є основою організації заробітної плати на підприємстві. На даному етапі відбувся відхід від прямого централізованого регулювання

оплати праці більшості працівників у зв'язку з переходом до ринкової економіки. Державне регулювання тепер охоплює лише встановлення мінімальної заробітної плати. Питання, що стосуються надбавок за стаж на певних територіях та застосування районних коефіцієнтів до заробітної плати, регулюються Кодексом законів про працю України та Законом України «Про оплату праці». Усі інші умови оплати праці визначаються за допомогою системи тарифних угод і колективних договорів на підприємствах, а також локальними нормативними актами, затвердженими на підприємстві [4, с.140]. Існують дві основні системи оплати праці: тарифна і безтарифна. Тарифна система регулює оплату з урахуванням складності та умов виконання роботи, а також індивідуальних результатів праці. Вона враховує досвід працівника, тривалість його безперервного стажу, ставлення до роботи та професійну майстерність. У безтарифній системі основою оцінки трудового внеску є кваліфікаційний рівень працівника, який визначається певними характеристиками. Ці характеристики узгоджуються між працівниками і роботодавцем для точного врахування під час нарахування заробітної плати. Відхилення від середніх умов використання кваліфікаційного потенціалу працівника, які виникають у безтарифній системі оплати праці, повинні враховуватися за допомогою спеціальних коригуючих коефіцієнтів. При цьому оцінка трудового внеску здійснюється не фахівцями з праці, а керівниками трудових колективів і самими працівниками. Преміальна система передбачає заохочення працівників за якісну роботу та прояв професійних якостей. Крім премій, роботодавець має право встановлювати додаткові стимулюючі виплати і надбавки до заробітної плати. Метою цих надбавок є мотивування працівників до підвищення результативності та професійного рівня. Перевага галузевої системи оплати праці полягає в тому, що всі виплати в конкретній галузі регулюються на рівні регіону, що дозволяє врахувати специфіку різних сфер діяльності бюджетних працівників. Така система забезпечує диференціацію виплат і підвищує мотивацію працівників, роблячи систему оплати прозорою і такою, що відображає реальний рівень доходів у галузі [3, с.211].

В умовах ринкової економіки система оплати праці поступово відходить від централізованого регулювання, що дозволяє більш гнучко враховувати кваліфікацію та продуктивність працівників. Сучасні моделі оплати праці, як тарифні, так і безтарифні, спрямовані на те, щоб заохочувати співробітників до підвищення своєї професійної майстерності та ефективності роботи. Використання різних форм премій, надбавок і стимулюючих виплат дозволяє мотивувати працівників, враховуючи їх індивідуальні досягнення. Галузева система оплати праці, яка враховує специфіку регіонів і галузей, також забезпечує прозорість і справедливу диференціацію доходів, що сприяє підвищенню мотивації та продуктивності працівників у бюджетному секторі. Крім того, така система дозволяє більш ефективно враховувати специфічні умови праці в різних галузях і регіонах, що сприяє кращій адаптації оплати до реальних потреб і можливостей працівників. Прозорість і гнучкість цих підходів до оплати праці підвищують її соціальну справедливість і дозволяють роботодавцям краще стимулювати якісну та продуктивну роботу співробітників, створюючи умови для професійного зростання і розвитку. Таким чином, гідна система оплати праці є ключовою умовою забезпечення національної безпеки, сталого економічного розвитку та загального добробуту населення. Лише на основі справедливої та прозорої системи оплати праці, яка включає конкурентні компенсаційні пакети, можна очікувати високої лояльності працівників і підвищення ефективності їхньої роботи. Це сприяє не тільки розвитку підприємств, а й зміцненню економіки в цілому.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

3. Безбатько О. Удосконалення системи оплати праці: проблеми та шляхи вирішення. Довідник економіста. 2007. № 12. С. 70–74.
4. Про оплату праці: Закон України від 24.03.1995 р. № 108/95-ВР. / Верховна Рада України. URL : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/108/95-вр>. (дата звернення: 05.11.2020).
5. Корягін М. Аспекти ведення бухгалтерського обліку інших заохочувальних та компенсаційних виплат персоналу. Науковий вісник НЛТУ України. 2011. № 21. С. 211–215.

6. Покатаєва О. Шляхи вдосконалення системи оплати праці на підприємстві. Держава та регіони. Науково-виробничий журнал. Серія: Економіка та підприємництво. 2010. № 3. С. 139–141.

УДК 339.9:004

*Могильна Л.М., к.е.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

## **ВЗАЄМОДІЯ ІТ ТА ІННОВАЦІЙ У МІЖНАРОДНІЙ ЕКОНОМІЧНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ**

У сучасному світі інформаційні технології (ІТ) та інновації відіграють ключову роль у розвитку міжнародної економічної діяльності, змінюючи не лише спосіб ведення бізнесу, але й саму природу глобальної економіки. Взаємодія ІТ та інновацій стає потужним рушієм економічного зростання, створюючи нові можливості для підприємств, споживачів і національних економік. Ці дві сили, працюючи в синергії, допомагають глобальним компаніям адаптуватися до нових викликів, підвищувати ефективність та забезпечувати конкурентоспроможність на міжнародних ринках.

ІТ є основою багатьох інноваційних процесів та відіграють центральну роль у розвитку міжнародних економічних відносин. Завдяки цифровим технологіям сучасний бізнес отримує можливість інтегруватися у світову економіку, незалежно від місцезнаходження. Інтернет та цифрові платформи дозволяють підприємствам легко виходити на міжнародні ринки, скорочуючи витрати на логістику, комунікацію та маркетинг. Однією з ключових переваг ІТ у міжнародній економічній діяльності є спрощення доступу до ринків та інформації. Системи електронної комерції дозволяють компаніям вести бізнес з клієнтами в різних країнах, незалежно від часових зон та фізичних бар'єрів. Ці платформи також надають підприємствам інструменти для швидкої та ефективної обробки замовлень, управління запасами та організації постачання. Сучасні ІТ-системи дають змогу обробляти великі обсяги даних у реальному часі, що відкриває нові можливості для аналізу ринків, оцінки ризиків та прийняття обґрунтованих стратегічних рішень. Такі технології, як штучний інтелект (АІ) та машинне навчання, дозволяють компаніям прогнозувати зміни на ринках, підвищувати ефективність виробництва і краще розуміти потреби клієнтів.

Слід наголосити, що інновації є основним рушієм економічного зростання і конкурентоспроможності на міжнародній арені. Підприємства, які активно впроваджують нові технології, мають більше шансів домінувати на світових ринках та залучати інвестиції. Інновації дозволяють компаніям розширювати асортимент товарів і послуг, підвищувати їхню якість і створювати нові бізнес-моделі. Однією з головних переваг інновацій є можливість оптимізації виробничих процесів. Використання автоматизації та роботизації в різних галузях економіки допомагає знизити витрати на виробництво, підвищити ефективність і зменшити залежність від людського фактору. Це особливо важливо в умовах глобалізації, коли підприємства змушені швидко адаптуватися до змін у попиті та умовах конкуренції.

Інновації також сприяють розвитку міжнародних економічних зв'язків шляхом створення нових галузей і секторів економіки. Наприклад, розвиток фінансових технологій дозволив створити нові форми взаємодії між підприємствами та фінансовими установами на міжнародному рівні. Використання блокчейн-технологій забезпечує прозорість і надійність міжнародних транзакцій, що робить їх більш захищеними та менш ризикованими.

Інтерація ІТ та інновацій у міжнародній економічній діяльності створює нові горизонти для розвитку глобальних ринків і взаємодії між країнами. Одним із прикладів цієї синергії є розвиток електронної комерції. Платформи, такі як Amazon та eBay, забезпечують глобальним компаніям доступ до мільйонів клієнтів по всьому світу. Використовуючи хмарні сервіси, штучний інтелект та автоматизовані системи управління, ці платформи можуть обробляти величезні обсяги інформації, пропонуючи покупцям персоналізовані рекомендації та покращений сервіс.

ІТ також сприяють розвитку інновацій у галузі міжнародної логістики та транспорту.

Використання автоматизованих систем управління постачаннями дозволяє компаніям скоротити час і витрати на перевезення товарів, що особливо важливо в умовах глобальної торгівлі. Інтернет речей (IoT) та дрони можуть допомагати відстежувати рух товарів у режимі реального часу, підвищуючи прозорість та ефективність міжнародних логістичних операцій.

Крім того, цифрові технології дозволяють компаніям швидше реагувати на зміни у міжнародному середовищі. Завдяки використанню штучного інтелекту та машинного навчання підприємства можуть аналізувати глобальні економічні тенденції та передбачати зміни у попиті та пропозиції на міжнародних ринках. Це дозволяє їм швидко коригувати свою стратегію, зменшуючи ризики та підвищуючи конкурентоспроможність.

Незважаючи на очевидні переваги взаємодії IT та інновацій, їх впровадження у міжнародній економічній діяльності стикається з певними викликами. Одним із головних бар'єрів є нерівномірний доступ до цифрових технологій у різних країнах. У той час як розвинені країни мають високий рівень технологічної інфраструктури, країни, що розвиваються, часто відстають у цьому напрямку. Це створює дисбаланс у доступі до нових можливостей для підприємств з різних країн. Ще одним викликом є кібербезпека. Зі зростанням кількості цифрових транзакцій та міжнародної торгівлі ризики кіберзлочинів також збільшуються. Компаніям, які активно використовують IT у своїй діяльності, необхідно інвестувати у захист своїх даних та систем від можливих атак.

Однак, попри ці виклики, перспективи впровадження IT та інновацій у міжнародну економічну діяльність є надзвичайно позитивними. Розвиток технологій штучного інтелекту, блокчейну, Інтернету речей та інших цифрових рішень відкриває нові можливості для міжнародної співпраці та зростання. Крім того, постійне удосконалення інфраструктури зв'язку, зокрема впровадження 5G, забезпечить ще більшу швидкість та ефективність у глобальній економіці.

Взаємодія інформаційних технологій та інновацій є основою для розвитку міжнародної економічної діяльності у 21 столітті. Завдяки синергії цих двох елементів підприємства отримують можливість працювати ефективніше, виходити на нові ринки та швидше реагувати на зміни у глобальному середовищі. Незважаючи на існуючі виклики, перспективи впровадження IT та інновацій у міжнародну економіку виглядають надзвичайно обнадійливими, що дозволяє сподіватися на подальший динамічний розвиток світової економіки.

УДК: 681.518.2.657.11

*Полятикiна Л.І. к.е.н., доцент, СНАУ, м. Суми, Україна*

## **ЗНАЧЕННЯ ТА МІСЦЕ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В ОРГАНІЗАЦІЇ БУХГАЛТЕРСЬКОГО ОБЛІКУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ**

Інформаційні системи відіграють важливе місце в організації бухгалтерського обліку на підприємствах. Особливістю їх діяльності на нинішньому етапі є те, що інформація стала важливим виробничим ресурсом. Організація управління й обліку на підприємстві сьогодні неможливі без застосування інформаційних технологій. Обчислювальна техніка суттєво підвищує якість обробки облікової інформації. В умовах автоматизованої обробки даних інформація використовується більш широко ніж при ручній. Тому для вдосконалення управління підприємством необхідно використовувати сучасні технічні засоби побудови різних інформаційних систем. Особливо важливо це для сільськогосподарських підприємств, де обсяги операцій значні, тоді як рівень автоматизації дуже низький.

Застосування комп'ютерних технологій та інформаційних систем значно підвищує продуктивність праці бухгалтерів в бухгалтерському обліку. Але при організації бухгалтерського обліку на конкретному підприємстві постає питання про доцільність створення комп'ютерної системи бухгалтерського обліку. Це питання дуже важливе, оскільки вибір способу обробки облікової інформації є визначальним в організації бухгалтерського обліку. Доцільно надавати перевагу інвестиціям з удосконалення ручних операцій із документами.



Виходячи з цього можна зробити висновок, що на підприємствах, де організація управління та обліку перебуває у незадовільному стані, створення й використання комп'ютерної системи бухгалтерського обліку, здатне не лише прискорити процес обробки інформації на підприємствах, де облік організований добре, а й істотно покращити його організацію на підприємствах. Оскільки там у веденні бухгалтерського обліку панує безлад.

В повному розумінні комп'ютерна форма ведення бухгалтерського обліку повинна бути забезпечена максимальним об'ємом інформації багатьох видів, оскільки всі елементи комп'ютерної форми обліку, поєднані і при відсутності, або при недостатній кількості одного з елементів, створюються певні труднощі в електронній формі бухгалтерського обліку.

Але для вдосконалення обліку на підприємстві першочергове значення має правильна організація первинного обліку виробництва продукції. Адже саме первинна документація є основним джерелом інформації, котра підлягає подальшій обробці, систематизації та оцінці в бухгалтерії підприємства. Тож зупинимось на вдосконаленні первинних документів з обліку виробництва продукції сільського господарства.

Головне призначення комп'ютерних програм має за мету максимально полегшити роботу персоналу по веденню обліку, а саме: в короткі строки обробити всю інформацію про фінансово-господарську діяльність підприємства з мінімальними затратами часу та трудових ресурсів. Не дивлячись на всі переваги інформаційних систем, жодна комп'ютерна програма не може злагоджено функціонувати без теоретичних знань працівників, тому завжди повинен бути налагоджений зв'язок людини з машиною.

Організація ведення бухгалтерського обліку на підприємствах являє собою сукупність контрольно-організаційних операцій. До них відносять операції пов'язані з контролем інформації, яка отримана в результаті певних операцій. Зараз практично не залишилось таких підприємств, які б не використовували у своїй діяльності комп'ютери. Одним із напрямків допоміжної діяльності підприємств є сфера інформаційних технологій. Застосування якої в різних галузях відбувається по-різному, але якщо детально проаналізувати кожну, можна дійти висновку, що вони використовуються для полегшення роботи на виробництві. Використання засобів автоматизації дозволяє, майже, повністю вирішити проблему оперативності і точності інформації. Протягом незначного періоду часу можна підготувати дані, які необхідні для прийняття рішень.

Застосування інформаційних технологій змінює зміст та організацію праці, з'являється більше вільного часу на вдосконалення роботи підприємства, а менше затрачається для ведення обліку. Відбувається більш раціональний перерозподіл навантаження між людиною та комп'ютером. Ще однією з переваг є те, що вони дають нам можливість більш точно, якісніше та швидше обробляти велику кількість інформації. Аграрна реформа і трансформація сільськогосподарських підприємств на приватну основу позначились головним чином на структурі фінансових результатів підприємницьких структур різних форм власності, а тому виникає необхідність у науковому аналізі й теоретичному обґрунтуванні ряду питань щодо структури фінансових результатів.

Таким чином, застосування комп'ютерних програм для ведення обліку в наш час є невід'ємним компонентом в діяльності підприємства. Адже від оперативності, точності і якості обробки фінансово-господарської інформації залежить кінцевий результат діяльності підприємства, що визначає отримання прибутку від діяльності підприємства будь-якого організаційно - економічного напрямку виробництва.

Як висновок слід зазначити, що важливими заходами по удосконаленню обліку на підприємстві є правильна організація первинного обліку, автоматизація та впровадження інформаційних технологій. Введення в практику автоматизованих систем обліку, контролю, аудиту і обробки даних дозволяє комплексно вирішувати задачі не тільки по обліку, але і по контролю, аналізу та аудиту. За допомогою таких систем можна здійснювати оцінку фактичного стану господарства, а також прогнозувати управлінські рішення.

## **EXPLORING FACTORS INFLUENCING WORK EFFICIENCY OF UNIVERSITY EMPLOYEES AND STRATEGIC IMPROVEMENT APPROACHES**

With the rapid development of knowledge economy, as an important base for training future talents and promoting scientific and technological innovation, the operation efficiency and the work efficiency of employees are particularly important. However, in reality, the work efficiency of university employees is often restricted by many factors, such as the personal attitude and ability of employees, the management system and incentive mechanism of the school, as well as the working environment and team cooperation. Therefore, it is of vital significance for the long-term development and competitiveness of colleges and universities to deeply explore the factors that affect the work efficiency of college employees and put forward effective improvement strategies.

At present, the status quo of work efficiency of university employees is not optimistic. Some employees show a negative attitude at work, the sense of responsibility is not strong, the work efficiency is low. The existence of these problems not only affects the teaching quality and scientific research level of the school, but also increases the operating cost of the school and reduces the competitiveness of the school. The formation of this status quo is not only related to the individual quality of employees, but also related to organizational factors such as the management system and incentive mechanism of the school. At the same time, environmental factors such as working environment and team cooperation also play an important role.

The analysis of factors affecting the work efficiency of university employees is crucial for improving the overall performance and competitiveness of educational institutions. These factors represent the key drivers that either enhance or hinder productivity, directly influencing the quality of teaching, research, and administration. By understanding individual factors like work attitude and ability, universities can identify gaps in skills and motivation that may require targeted development programs. Organizational factors, such as the management system and incentive mechanisms, shed light on how well the institution supports its employees, helping to uncover inefficiencies in processes and reward structures. Environmental factors, like the work environment and team collaboration, emphasize the importance of creating a supportive and cooperative atmosphere conducive to high performance. Comprehensive analysis allows universities to pinpoint specific areas for improvement, ensuring that strategies for enhancing work efficiency are tailored and effective. Furthermore, addressing these factors contributes to higher employee satisfaction and retention, fostering a culture of excellence. As universities increasingly face global competition, maximizing employee efficiency becomes vital to maintaining relevance and innovation. The analysis not only boosts productivity but also strengthens the institution's long-term sustainability.

### **1. Individual Factors**

1.1. **Work Attitude:** A proactive and positive work attitude serves as the foundation for enhancing employee productivity. However, some employees exhibit a lack of responsibility, initiative, and dedication, leading to diminished efficiency. Low levels of enthusiasm and commitment can directly contribute to reduced overall performance.

1.2. **Work Competence:** The professional competency of employees is a key determinant of their work output. Factors such as academic qualifications, skill proficiency, and experience significantly influence work efficiency. Insufficient expertise or inadequate professional skills hinder the ability to undertake complex tasks, thus directly impacting performance levels.

### **2. Organizational Factors**

2.1. **Management Systems:** The efficiency of university employees is closely linked to the quality and structure of the institution's management system. Poorly designed or inefficient management frameworks can lead to operational confusion, inefficiency, and frustration. For instance, overly complicated or poorly defined work processes result in significant time and resource wastage.

2.2. **Incentive Mechanisms:** Effective motivation strategies are pivotal in encouraging higher

productivity among employees. When a university's incentive structures, including compensation and reward systems, are inadequate or perceived as unfair, employee motivation is diminished. This dissatisfaction can lead to lower morale and work disengagement, significantly impacting work efficiency.

### 3. Environmental Factors

3.1. Work Environment: The physical and psychological work environment plays a vital role in influencing employee productivity. Unsatisfactory working conditions, such as excessive noise or poorly arranged office spaces, can disrupt concentration and lower work efficiency. Well-organized workspaces and suitable facilities are essential for creating a productive atmosphere.

3.2. Team Dynamics: Collaboration and communication within teams are critical drivers of efficient work. A lack of cohesion, trust, or clear communication among team members can lead to misaligned efforts, redundant tasks, and inefficient use of resources. A culture of strong teamwork is essential for optimizing group performance.

### 4. Technological Factors

4.1. Access to Technology: The availability and proper utilization of modern technology are crucial for enhancing work efficiency. Outdated tools or lack of proper technical infrastructure can hinder employee productivity by slowing down processes and creating bottlenecks in work execution. Ensuring that staff are well-equipped with appropriate technologies is essential for facilitating smooth operations.

4.2. Training in Digital Skills: As technological advancements become integral to academic and administrative work, employees must possess the necessary digital competencies. A lack of training or familiarity with modern tools and platforms can result in inefficiencies. Regular skill development programs aimed at improving digital literacy can greatly enhance productivity in modern university settings.

In conclusion, the work efficiency of university employees is influenced by a range of factors, including individual, organizational, environmental, technological, cultural, and psychological elements. Addressing these factors holistically is essential for enhancing employee productivity, promoting a positive work environment, and improving institutional performance. Universities must focus on creating supportive management systems, offering adequate incentives, fostering teamwork, and investing in technological and digital skills development. By prioritizing job satisfaction, stress management, and work-life balance, institutions can ensure sustained employee engagement and efficiency in the long term.

Enhancing the work efficiency of university employees requires a comprehensive and systematic approach that addresses individual, organizational, and environmental factors. By focusing on staff training and professional development, optimizing the university's management structure, implementing effective incentive systems, and fostering a positive work environment, institutions can significantly boost employee productivity. These strategies not only improve the quality of teaching and research but also strengthen the university's overall competitiveness and long-term sustainability. Additionally, university leaders must continually innovate and adapt management practices to align with the evolving demands of higher education in a rapidly changing landscape.

### REFERENCES:

1. Chen X. Exploring the factors that affect employee performance. *SHS Web of Conferences*. 2024. Vol. 181. P. 01038.
2. Factors Influencing Job Performance among Academic Staff in Malaysian Public University / C. M. S. Che Cob et al. *Information Management and Business Review*. 2024. Vol. 16, no. 1(I). P. 31–42.
3. Iddrisu I. Influence of staff performance on public university operations: Examining motivation and retention factors. *Social Sciences & Humanities Open*. 2023. Vol. 8, no. 1. P. 100744.
4. Tashliyev A., Tirtoprojo S. Examining The Factors Affecting Employee Performance of Higher Education Institution Employee in The New Normal Era. *International Journal of*

УДК 330.341.1

*Воробйов І.О., аспірант, Могильна Л.М., к.е.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

## **СТРАТЕГІЇ УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНО-ІНВЕСТИЦІЙНИМ РОЗВИТКОМ ПІДПРИЄМСТВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ**

У сучасних умовах розвитку світової економіки підприємства стикаються з численними викликами, серед яких посилена конкуренція, швидкі зміни технологій та необхідність адаптації до нових ринкових умов. Відповідно, питання інноваційного розвитку стає ключовим фактором для забезпечення стабільного росту та конкурентоспроможності. Успішне впровадження інновацій вимагає значних фінансових вкладень, а тому управління інноваційно-інвестиційною діяльністю набуває особливої важливості. Стратегічний підхід до управління інвестиціями у розвиток нових технологій, продуктів та рішень дозволяє підприємствам залишатися лідерами у своїх галузях.

Інноваційно-інвестиційний розвиток підприємства полягає у впровадженні новітніх технологій, розробці нових продуктів та рішень, а також удосконаленні виробничих процесів із залученням інвестиційних ресурсів. Інновації можуть мати різні форми – від технічних та технологічних до організаційних і маркетингових. Інвестиції, своєю чергою, забезпечують фінансову основу для впровадження інновацій, даючи підприємствам змогу розвиватися та відповідати на виклики ринку.

Успішні підприємства не просто реагують на зміни, а й активно формують своє майбутнє через стратегічне планування інноваційно-інвестиційної діяльності. Ефективне управління цим процесом є ключовим елементом їхнього довгострокового успіху. Інноваційно-інвестиційні стратегії є інструментом для досягнення довгострокових цілей підприємства. Вони допомагають визначити пріоритети у розподілі фінансових ресурсів, розробці нових продуктів та технологій, а також оптимізувати процеси управління та організації. Впровадження цих стратегій дозволяє не лише підвищити конкурентоспроможність підприємства, але й забезпечити його стійкість до змін у зовнішньому середовищі.

Управління інноваційно-інвестиційною діяльністю є особливо актуальним в умовах нестабільності та швидких змін. Підприємства, які мають чіткі стратегії інвестування у нові технології та продукти, краще підготовлені до змін ринкових умов та здатні адаптуватися до нових вимог споживачів. Для ефективного управління інноваційно-інвестиційним розвитком підприємств необхідно застосовувати різні стратегії, які враховують як внутрішні особливості підприємства, так і зовнішні ринкові фактори.

1) Диверсифікація інвестицій є однією з ключових стратегій управління інноваційно-інвестиційним розвитком. Вона передбачає розподіл інвестиційних ресурсів між різними проектами, напрямками або секторами. Це дозволяє підприємству зменшити ризики, пов'язані з можливими невдачами в окремих проектах, і водночас отримати вигоди від успішних ініціатив. Диверсифікація також сприяє пошуку нових можливостей для розвитку та розширення ринків.

2) Орієнтація на інновації є необхідною стратегією для збереження конкурентних переваг компанії. Інноваційний розвиток підприємств дозволяє підвищити продуктивність, знизити витрати та запропонувати споживачам нові продукти чи послуги.

3) Партнерство та кооперація з іншими компаніями, науково-дослідними установами, технопарками або стартапами дозволяє отримати доступ до нових знань, технологій та інвестиційних ресурсів. Партнерські програми можуть бути корисними для зменшення витрат на розробку нових продуктів, прискорення їхнього виходу на ринок і підвищення якості.

4) Адаптація до ринкових змін вимагає гнучкості та здатності адаптуватися до змін на ринку. Підприємства повинні мати можливість швидко змінювати свої стратегії, коли змінюються ринкові умови або технологічні тенденції. Це може включати перерозподіл інвес-

тиційних ресурсів, коригування пріоритетів у розробці нових продуктів або перегляд підходів до маркетингу.

5) Інвестування в людський капітал є однією з найважливіших стратегій інноваційно-інвестиційного розвитку. Підприємства, які активно залучають талановитих фахівців і розвивають їхні компетенції, отримують конкурентну перевагу на ринку. Інноваційні ідеї та технології не можуть бути реалізовані без відповідних знань і навичок, тому інвестиції в навчання, професійний розвиток і мотивацію персоналу є ключовими для довгострокового успіху.

6) Управління ризиками є важливим елементом інноваційно-інвестиційної стратегії. Підприємства повинні мати чіткі механізми для ідентифікації, оцінки та мінімізації ризиків. Це може включати страхування інвестиційних проєктів, створення резервних фондів або залучення експертів для аналізу можливих загроз.

Стратегії інноваційно-інвестиційного розвитку підприємств формуються під впливом багатьох зовнішніх факторів. Одним із головних чинників є глобалізація, яка відкриває нові можливості для розвитку міжнародної співпраці, але водночас збільшує конкуренцію. Інші фактори включають зміни у законодавстві, регулювання ринку, технічні стандарти та екологічні вимоги. Економічна нестабільність також може впливати на інноваційно-інвестиційні стратегії підприємств. Під час кризи компанії часто змушені скорочувати інвестиції у нові проєкти, однак підприємства, які продовжують інвестувати в інновації, можуть отримати стратегічні переваги після виходу з кризи.

Стратегії управління інноваційно-інвестиційним розвитком підприємств є ключовим елементом їхнього довгострокового успіху у сучасних умовах ринку. Впровадження інновацій дозволяє підприємствам підвищити свою конкурентоспроможність, покращити продуктивність і задовольнити зростаючі потреби клієнтів. Диверсифікація інвестицій, співпраця з партнерами, інвестування в людський капітал та управління ризиками є основними підходами до успішного управління інноваційно-інвестиційною діяльністю. Успішні підприємства вміють адаптувати свої стратегії до змін ринкових умов, що дозволяє їм не лише виживати, але й досягати нових вершин розвитку.

УДК 631.157

*Полятикіна Т.В., магістрант, СНАУ, м.Суми, Україна*

## **СУЧАСНЕ ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТИ ОБЛІКОВОГО АПАРАТУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ, ОБЛІКУ І КОНТРОЛЮ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА**

Зростання інформаційного навантаження на управлінський персонал характеризує нинішній сучасний етап функціонування економічної системи. Це характеризує актуальність проблеми комплексної автоматизації управлінської діяльності на основі сучасних інформаційних технологій. Результативне управління підприємством неможливе без застосування сучасних технологій управління, які передбачають автоматизацію бухгалтерського і управлінського обліку.

Ефективне управління фінансово-господарською діяльністю підприємства може бути ефективним тільки тоді, коли облік на ньому відображає ступінь виконання планових завдань. Застосування засобів автоматизації дозволить вирішити питання планування, обліку, контролю, аналізу і регулюванню всі видів діяльності.

На ринку програмних систем України, на наш погляд відсутні прості та доступні за ціною комп'ютерні програми вітчизняних виробників, які допомагали б у вирішенні проблемних питань обліку на підприємствах малого бізнесу. Велике значення у формуванні системи бухгалтерського обліку має створення автоматизованих інформаційних систем обліку на основі обчислювальної техніки, засобів телекомунікації та розвинених інструментальних засобів. У теорії та практиці створення інформаційних систем значна роль відводиться організації діяльності облікового апарату підприємства. На бухгалтерський персонал підприємства

покладено виконання організаційно – методичних, контрольне – аналітичних та інформаційних функцій. Оброблення облікових даних за допомогою автоматизації докорінно змінює умови та характер роботи облікового персоналу, підвищуючи продуктивність і якість його праці, зумовлює потребу вдосконалення організаційної структури бухгалтерії та інших взаємопов'язаних структурних підрозділів підприємства.

Необхідність та ефективність інформаційних взаємозв'язків залежить від особливостей підприємства, а їх організація – від ступеня автоматизації бухгалтерського обліку. З метою автоматизації оброблення облікових даних на кожному діючому підприємстві розробляються відповідні документи, що регламентують діяльність, включаючи положення про бухгалтерський облік, посадові інструкції та інше. Ці документи чітко визначають склад і форми інформації, яку передбачається передавати, терміни її передавання, відповідальність, порядок усунення розбіжностей в бухгалтерському обліку. При проведенні робіт визначається загальний перелік обов'язкових процедур у бухгалтерському обліку незалежно від їх розподілу за ділянками обліку, та розподіл функціональних обов'язків працівників.

Створення автоматизованого формування даних розпочинається з підготовки первинної облікової інформації. На цьому етапі передбачається: одержання інформації та перевірка документальності її оформлення; перевірка змісту отриманої інформації; аналіз результатів проведеного контролю; корегування інформації від структурних підрозділів та формування вхідної інформації на автоматизоване робоче місце бухгалтера.

Наступна робота з організації діяльності облікового апарату передбачає систематизацію і узагальнення вхідної інформації, виявлення помилок та їх виправлення, включаючи аналіз одержаних результатів з метою формування інформації для управління та для інших користувачів. Заключним етапом характеристики основних функцій облікового персоналу є актуалізація інформаційної системи обліку.

До проблем, пов'язаних з автоматизацією обліку відноситься захист даних у комп'ютерних мережах. Це є однією з найактуальніших проблем у сучасних інформаційно-обчислювальних системах. Автоматизоване ведення бухгалтерського обліку робить можливим виконання контрольних, аналітичних та аудиторських робіт із використанням бази облікових даних.

Отже, утворення бази облікових даних на сформованій у системі інформації дає можливість виконувати, крім облікових, контрольні, аналітичні та аудиторські функції, а бухгалтерський персонал несе повну відповідальність за сформовану інформацію, контрольне достовірність і правильність її використання іншими користувачами.

УДК 330.341.1

*Кривокоритов П. М., магістрант, Могильна Л.М., к.е.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ НА ДЕРЕВООБРОБНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ**

Деревообробна галузь є важливою складовою економіки багатьох країн, зокрема України. Продукція цього сектору використовується у будівництві, меблевій промисловості та виробництві різних товарів для побутового та промислового призначення. У сучасних умовах конкурентоспроможність деревообробних підприємств дедалі більше залежить від впровадження інноваційних технологій та удосконалення управлінських процесів. Оскільки глобальні ринки швидко змінюються, важливо розробляти та застосовувати ефективні механізми управління інноваційною діяльністю, що сприятимуть підвищенню продуктивності, якості та конкурентоспроможності підприємства.

Інноваційна діяльність охоплює весь спектр процесів, пов'язаних з розробкою нових продуктів, впровадженням сучасних технологій, оптимізацією виробничих процесів та використанням екологічних матеріалів. Для деревообробної галузі інновації є важливими через зростаючі вимоги до якості продукції, ефективного використання природних ресурсів та еко-

логічності виробництва. Зміни у міжнародних стандартах та попит на більш екологічну продукцію змушують підприємства шукати нові рішення, які забезпечать стійкий розвиток. Зокрема, деревообробні підприємства можуть використовувати інноваційні підходи для зменшення відходів виробництва, впровадження технологій переробки відходів у продукцію (наприклад, виготовлення паливних гранул або дерев'яних плит), а також застосовувати нові методи сушіння деревини для підвищення її міцності та довговічності.

Управління інноваційною діяльністю на деревообробному підприємстві стикається з низкою викликів. Одним із ключових бар'єрів є брак фінансових ресурсів для впровадження новітніх технологій. Сучасне обладнання, автоматизовані системи та програмне забезпечення для контролю виробничих процесів вимагають значних інвестицій, що не завжди доступно для середніх і малих підприємств. Це особливо актуально в умовах економічної нестабільності, коли підприємства змушені обирати між короткостроковими витратами на модернізацію та довгостроковими перспективами розвитку.

Ще один виклик – це дефіцит кваліфікованих фахівців. Новітні технології вимагають спеціальних знань та навичок, які можуть бути недоступними на місцевому ринку праці. Відсутність відповідної підготовки у працівників може уповільнити процес впровадження інновацій та знизити їхню ефективність. Також варто зазначити, що деревообробна галузь, традиційно орієнтована на ручну працю та менш автоматизовані процеси, стикається зі спротивом змінам серед працівників. Опір нововведенням часто виникає через небажання персоналу освоювати нові технології або через побоювання втрати робочих місць через автоматизацію.

Для подолання зазначених викликів деревообробним підприємствам необхідно впроваджувати комплексний підхід до управління інноваційною діяльністю. Серед ключових елементів, що можуть сприяти підвищенню ефективності, варто виділити наступні:

1. Інноваційне планування. Першим кроком у процесі підвищення ефективності управління інноваціями є стратегічне планування. Підприємства повинні розробляти довгострокові стратегії інноваційного розвитку, які враховують поточні тенденції ринку, технологічні зміни та потреби клієнтів. Це дозволяє визначити пріоритетні напрями інвестування в нові технології та продукти.

2. Інвестиції в сучасне обладнання. Ефективне впровадження інновацій неможливе без модернізації обладнання. Для деревообробної галузі це може включати автоматизовані лінії обробки деревини, лазерні системи різання, сушильні камери з точним контролем температури та вологості. Використання сучасних технологій допомагає підвищити точність та швидкість виробництва, а також мінімізувати втрати матеріалів.

3. Навчання та розвиток персоналу. Інновації вимагають кваліфікованих працівників, здатних опановувати новітні технології та методи роботи. Тому підприємствам деревообробної галузі необхідно інвестувати у професійний розвиток своїх співробітників. Регулярне навчання та підвищення кваліфікації дозволяють працівникам швидше адаптуватися до нововведень і ефективніше використовувати нові технології у виробництві.

4. Екологічна відповідальність та сталий розвиток. Сучасні інновації часто орієнтовані на екологічну стійкість. Підприємства, що активно впроваджують екологічно чисті технології, мають більше шансів здобути підтримку як з боку держави, так і споживачів. Наприклад, використання енергоефективних технологій сушіння деревини або переробки відходів виробництва може допомогти знизити негативний вплив на довкілля і водночас зменшити витрати на енергоносії.

5. Аналіз ринку та моніторинг інновацій. Щоб залишатися конкурентоспроможними, підприємствам важливо постійно відстежувати нові тенденції та технологічні рішення на ринку. Моніторинг інновацій дозволяє швидко реагувати на зміни попиту та впроваджувати ті нововведення, які відповідають потребам клієнтів.

Ефективне управління інноваціями на деревообробному підприємстві передбачає також налагодження співпраці з науково-дослідними інститутами, технопарками та іншими підприємствами в рамках інноваційних кластерів. Це дає змогу підприємству використовувати най-

новіші досягнення науки, впроваджувати експериментальні технології та знижувати ризики, пов'язані з розробкою власних інновацій. Такі форми співпраці дозволяють підприємству скористатися можливостями спільних інвестицій, спрощують доступ до нових знань і підвищують їхню конкурентоспроможність на міжнародних ринках. Крім того, співпраця з іншими учасниками ринку сприятиме створенню інноваційних мереж, що дозволить швидше обмінюватися інформацією та досвідом.

Підвищення ефективності управління інноваційною діяльністю на деревообробному підприємстві є важливим чинником для забезпечення його стійкого розвитку та конкурентоспроможності на сучасному ринку. Успішне впровадження інновацій можливе завдяки стратегічному плануванню, модернізації виробничих процесів, підвищенню кваліфікації персоналу та використанню екологічно чистих технологій. Незважаючи на виклики, такі як дефіцит фінансування та кваліфікованих кадрів, підприємства можуть досягти успіху, якщо активно співпрацюватимуть з науковими установами, інноваційними кластерами та впроваджуватимуть сучасні рішення для оптимізації своєї діяльності.

УДК 330.341.1

*Садовнича А.Б., бакалаврант, Могильна Л.М., к.е.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

## **ІННОВАЦІЙНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ПІДПРИЄМСТВІ**

Сільське господарство, як галузь економіки, здавна відігравало ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки людства. Проте з розвитком науково-технічного прогресу та глобалізаційними процесами воно потребує нових підходів, спрямованих на підвищення ефективності виробництва. В сучасних умовах конкурентоспроможність сільськогосподарських підприємств залежить від здатності адаптувати інноваційні технології та методи управління. Саме інноваційний менеджмент стає тією рушійною силою, яка дозволяє підприємствам не лише виживати, але й розвиватися у складних економічних умовах. Інноваційний менеджмент – система, в якій фактори взаємодіють між собою, які націлені на досягнення або підтримання потрібного рівня життєздатності та конкурентоспроможності підприємства за допомогою механізмів управління інноваційними процесами [1, с. 64]. На нашу думку, інноваційний менеджмент – це система управління, спрямована на розробку та впровадження нових технологій, продуктів, послуг або методів управління з метою підвищення ефективності діяльності підприємства. У контексті сільського господарства цей процес включає як впровадження сучасних технологій у виробничий процес (механізація, автоматизація, біотехнології), так і нових підходів до організації праці, логістики, маркетингу.

Сучасне сільськогосподарське підприємство не може ефективно функціонувати без використання інновацій, оскільки світові виклики, такі як зміни клімату, зростання населення та обмеженість природних ресурсів, вимагають нових рішень. Наприклад, підвищення врожайності за рахунок впровадження систем точного землеробства, мінімізація втрат врожаю через сучасні методи зберігання та транспортування продукції, а також використання цифрових технологій для оптимізації процесів управління стають важливими складовими інноваційного менеджменту. Інноваційний менеджмент на сільськогосподарському підприємстві базується на впровадженні новітніх технологій у всі етапи виробничого циклу. Одним із ключових аспектів є автоматизація та механізація виробничих процесів. Сучасна техніка, така як трактори, комбайни, сівалки з системами GPS, дозволяє значно зменшити витрати на паливо, підвищити точність обробки ґрунту та знизити втрати під час збору врожаю. Крім того, впровадження систем точного землеробства дає можливість контролювати кожен квадратний метр поля. За допомогою дронів, супутникових знімків та спеціалізованих сенсорів керівники можуть отримувати детальну інформацію про стан ґрунту, рівень вологості, наявність шкідників та інші важливі параметри, що дозволяє приймати більш обґрунтовані рішення.



Також важливим напрямком є розвиток біотехнологій. Вони дозволяють створювати нові сорти рослин, стійких до хвороб, кліматичних змін та шкідників. Використання останніх селекційних досягнень може значно підвищити врожайність та зменшити потребу у пестицидах та гербіцидах.

Наголосимо, що цифрові технології також відіграють важливу роль в управлінні сільськогосподарськими підприємствами. Використання програмного забезпечення для моніторингу врожаю, управління запасами, планування витрат та прогнозування ринкових цін дозволяє зменшити витрати та збільшити прибутковість. Наприклад, аграрні підприємства можуть використовувати спеціальні платформи для торгівлі продукцією, що спрощує доступ до ринків та зменшує витрати на логістику.

Важливою частиною інноваційного менеджменту є також управління людськими ресурсами. Використання сучасних навчальних платформ для підвищення кваліфікації працівників, мобільних додатків для відстеження робочих процесів та автоматизованих систем управління персоналом допомагає підвищити ефективність роботи колективу.

Незважаючи на очевидні переваги інноваційного менеджменту, існують певні виклики та бар'єри, які стоять на шляху його впровадження. Одним із головних факторів є високі початкові інвестиції, необхідні для впровадження новітніх технологій. Не кожне сільськогосподарське підприємство має достатньо ресурсів для придбання сучасної техніки, програмного забезпечення чи генетично модифікованих насіння. Крім того, існує проблема браку кваліфікованих кадрів, які могли б ефективно працювати з новими технологіями. Впровадження інновацій вимагає постійного навчання та підвищення кваліфікації працівників, що також потребує часу та фінансових витрат. Ще одним бар'єром є спротив традиціям. Багато фермерів та керівників невеликих сільськогосподарських підприємств неохоче впроваджують нові технології через брак інформації або побоювання, що нова техніка не виправдає очікувань.

Незважаючи на ці виклики, перспективи розвитку інноваційного менеджменту в сільському господарстві є надзвичайно високими. Світові тенденції, зокрема стійкий розвиток та екологічність, спонукають аграрні підприємства шукати нові шляхи збереження ресурсів та підвищення врожайності. Інноваційний менеджмент дозволяє підприємствам відповідати цим викликам, забезпечуючи при цьому стабільний ріст та конкурентоспроможність.

Інноваційний менеджмент на сільськогосподарських підприємствах є ключовим чинником успіху в сучасних умовах. Впровадження нових технологій, цифрових рішень та новаторських підходів до управління дозволяє аграрним підприємствам підвищувати свою ефективність та забезпечувати конкурентоспроможність на глобальних ринках. Однак для досягнення цих цілей важливо долати бар'єри, пов'язані з недостатньою обізнаністю, браком фінансів та кваліфікованих кадрів. Перспективи розвитку інноваційного менеджменту в аграрній сфері є надзвичайно обнадійливими, і саме від цього залежить майбутнє світового сільського господарства.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Заїка Юлія. Інноваційний менеджмент підприємств в антикризових умовах. *International Science Journal of Management, Economics & Finance*. 2022. № 1 (5). С. 62-67. DOI: 10.46299/j.isjmef.20220105.08.

УДК: 378:65.012.4

*Li Min, Master`s Student of Administrative Management, SNAU, Sumy, Ukraine*

## **ENHANCING THE EFFECTIVENESS OF UNIVERSITY MANAGEMENT DECISION-MAKING: CHALLENGES, INFLUENCING FACTORS**

With the rapid advancement of higher education, university management decision-making is encountering an increasing number of challenges and opportunities. A well-structured, scientific, and effective management decision-making system within universities is essential not only for en-

hancing teaching quality, elevating the level of scientific research, and improving the institution's capacity for social service but also for fostering the comprehensive development of students. However, many universities currently face significant issues in their decision-making processes. These issues include the lack of clear decision-making objectives, inconsistent and non-standardized decision-making procedures, and a lack of transparency in the flow and availability of decision-making information. Such problems severely undermine the efficiency and effectiveness of administrative decisions within these institutions.

Improving the effectiveness of decision-making in university management is thus a critical and urgent task in the realm of higher education administration. It is essential to develop a well-defined, evidence-based decision-making framework that can guide universities in addressing these challenges. This framework should include precise decision-making goals, standardized procedures, and transparent information systems to support informed decision-making processes. Furthermore, establishing a robust scientific evaluation system for decision-making effectiveness will ensure that the strategies and actions taken are continuously aligned with the institution's strategic objectives. Such improvements will not only strengthen institutional governance but also enhance the university's ability to compete in a rapidly evolving educational landscape, ensuring sustainable development and excellence in higher education.

Additionally, the process requires a strategic foresight, enabling administrators to anticipate future challenges and opportunities, ensuring the university remains competitive in an evolving educational landscape. Decision-makers must balance academic goals with financial sustainability, often making difficult choices regarding resource allocation, staffing, and program development. A well-structured decision-making system helps the institution adapt to rapid changes in technology, pedagogy, and societal demands while maintaining a focus on quality education and research. Furthermore, the success of university management decisions depends on transparent communication and the involvement of stakeholders, including faculty, students, and external partners. Ultimately, the ability to make informed, timely, and flexible decisions determines the institution's capacity to thrive and achieve its overarching mission.

Factors affecting the effectiveness of university management decision-making refer to the key elements that influence how well decisions are made and implemented within a university context. These factors include the quality of decision-makers, the accuracy of available information, the complexity of the environment, and the resources at hand. They shape the ability of administrators to make informed, strategic, and adaptive decisions that align with institutional goals and respond to internal and external challenges. Understanding these factors is essential for ensuring that management decisions are both effective and sustainable in advancing the university's mission.

Factors affecting the effectiveness of university management decision are:

1. Quality and competence of decision-makers. The expertise and abilities of decision-makers are critical determinants of the success of university management decisions. Effective decision-makers must possess deep professional knowledge, extensive practical experience, sharp analytical judgment, and strong leadership skills. These competencies are essential to develop practical and strategic management plans that align with the university's unique context and needs.

2. Accuracy and comprehensiveness of decision-making information. The effectiveness of university management decisions relies heavily on the accuracy and completeness of the information utilized. Precise and comprehensive data provides decision-makers with a reliable scientific basis, ensuring that decisions are well-informed and aligned with institutional goals. Therefore, universities must establish robust systems for data collection, analysis, and dissemination to guarantee the integrity and comprehensiveness of information used in the decision-making process.

3. Complexity and uncertainty of the decision-making environment. The decision-making environment in higher education institutions is inherently complex and unpredictable. Universities face increasing competition in the higher education market, while also dealing with internal challenges such as resource allocation, conflicting priorities, and policy changes. These factors necessitate continuous environmental scanning and adaptive management strategies to remain responsive to evolving external conditions and internal needs.

4. Stakeholder involvement and collaboration. The degree to which relevant stakeholders, including faculty, staff, students, and external partners, are involved in the decision-making process also influences its effectiveness. Collaborative decision-making, which incorporates diverse perspectives and expertise, enhances the quality of decisions and ensures they are more inclusive, thereby increasing the likelihood of successful implementation.

5. Institutional culture and organizational structure. The prevailing culture within a university, including its values, norms, and openness to innovation, has a significant impact on the decision-making process. A culture that encourages collaboration, transparency, and continuous improvement tends to facilitate better decision-making. Additionally, a flexible and well-organized institutional structure supports efficient decision-making by ensuring clarity in roles and responsibilities.

6. Availability of resources. The availability and allocation of resources, such as financial, technological, and human capital, are fundamental to the decision-making process. Without adequate resources, even well-conceived decisions may falter in implementation. Therefore, universities must ensure proper resource planning and allocation to support strategic management decisions and their successful execution.

7. Decision-making timeframe and urgency. The time available to make decisions can significantly influence their effectiveness. University management decisions that are made under time pressure, without sufficient deliberation, often lead to suboptimal outcomes. A balanced approach that allows adequate time for thorough analysis and reflection is essential, especially in strategic decisions affecting long-term institutional goals.

Through the analysis of the impact of university management decision-making and the practical verification of an evaluation system, this case study highlights the critical importance of developing a scientific, comprehensive, and effective framework for evaluating the effectiveness of such decisions. Establishing a robust evaluation system is essential for enhancing decision-making processes within universities, ensuring that management strategies align with institutional goals and respond effectively to emerging challenges. Future research could focus on optimizing this evaluation system to suit the diverse needs of various universities, allowing for greater flexibility in addressing unique management scenarios. Additionally, expanding the use of case studies will help further validate the universality and practical applicability of the system. Moreover, this evaluation framework can be extended to other domains of university management, providing a valuable tool for improving overall institutional effectiveness and strategic decision-making processes.

#### **REFERENCES:**

1. Ahmed H. O. K. Improving the quality of strategic decision-making process in universities through employing expert systems: A case study from a developing country. *International Journal of ADVANCED AND APPLIED SCIENCES*. 2022. Vol. 9, no. 2. P. 81–94.
2. Gürkut C., Elçi A., Nat M. An enriched decision-making satisfaction model for student information management systems. *International Journal of Information Management Data Insights*. 2023. Vol. 3, no. 2. P. 100195.
3. Improving the Decision-Making Process in the Higher Learning Institutions via Electronic Records Management System Adoption. *KSII Transactions on Internet and Information Systems*. 2021. Vol. 15, no. 1. URL: <https://doi.org/10.3837/tiis.2021.01.006> (date of access: 21.10.2024).

УДК 330.341.1

Пасьовин А.В., магістрантка, Могильна Л.М., к.е.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна

### **УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНИМ ПРОЦЕСОМ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ПІДПРИЄМСТВІ**

Сільське господарство є однією з найважливіших галузей економіки, що забезпечує продовольчу безпеку населення та формує основу для економічного розвитку. Сучасні виклики,

такі як зміни клімату, демографічний тиск, обмеженість природних ресурсів і зростаюча глобалізація, змушують підприємства шукати нові шляхи підвищення ефективності та конкурентоспроможності. Впровадження інновацій є критичним чинником для досягнення цих цілей, а вдосконалення управління інноваційним процесом на сільськогосподарському підприємстві може стати ключем до його успішного розвитку.

Інноваційний процес у сільському господарстві передбачає впровадження нових технологій, методів виробництва та управлінських підходів для підвищення продуктивності та рентабельності підприємства. Він охоплює всі етапи, від наукових досліджень і розробок до комерціалізації нових рішень. Це можуть бути біотехнологічні розробки, модернізація обладнання, застосування автоматизації та цифрових технологій або інноваційні підходи до управління ресурсами.

Однак, успішне впровадження інновацій вимагає грамотного управління цим процесом. Необхідно не лише визначити перспективні інновації, але й адаптувати їх до конкретних умов сільськогосподарського підприємства, враховуючи його особливості, фінансові можливості та ринкові умови. Важливим є також моніторинг результатів та адаптація стратегій відповідно до змінних факторів зовнішнього середовища.

Ефективне управління інноваціями дозволяє сільськогосподарському підприємству залишатися конкурентоспроможним у мінливих умовах ринку. Сільське господарство часто залежить від зовнішніх факторів, таких як погодні умови, глобальні ринки, регуляторні зміни та споживчий попит. Тому підприємства, які можуть швидко адаптуватися до цих змін і впроваджувати нові рішення, мають більше шансів на успіх. Крім того, грамотне управління інноваційним процесом дозволяє знизити ризики, пов'язані з нововведеннями. Нові технології або методи можуть бути дорогими, і без належного планування та моніторингу вони можуть не виправдати очікувань. Ефективне управління дає змогу підприємствам уникнути фінансових втрат і забезпечити максимальну вигоду від впровадження інновацій.

Для того щоб удосконалити управління інноваційним процесом, сільськогосподарське підприємство повинне пройти кілька важливих етапів:

1. Оцінка потреб та можливостей може включати аналіз сучасних технологічних трендів, дослідження ринку, а також вивчення внутрішніх ресурсів підприємства. Важливо враховувати, що інновації повинні відповідати специфіці підприємства, його можливостям і потребам.

2. Розробка інноваційної стратегії здійснюється на основі аналізу, а тому підприємство повинне розробити довгострокову стратегію впровадження інновацій. Це може включати конкретні цілі щодо модернізації обладнання, підвищення продуктивності, скорочення витрат або покращення якості продукції. Стратегія має бути гнучкою та враховувати можливі зміни в ринковому середовищі.

3. Пошук фінансування, бо впровадження інновацій не може обійтися без капіталовкладень. Тому важливим етапом є пошук джерел фінансування, таких як банківські кредити, державні гранти або інвестиції від приватних інвесторів. Деякі міжнародні організації також надають підтримку сільськогосподарським підприємствам у впровадженні інноваційних рішень.

4. Впровадження інновацій вважається ключовим етапом, коли підприємство починає використовувати нові технології або підходи у своїй діяльності. Важливо забезпечити належний навчальний процес для працівників, оскільки від їхньої підготовки залежить успіх нововведень. Крім того, необхідно здійснювати постійний моніторинг результатів, щоб вчасно коригувати стратегії та підходи.

5. Оцінка результатів та адаптація здійснюється після впровадження інновацій. Цей етап дозволяє вдосконалити процес управління інноваціями та забезпечити стійке зростання підприємства.

Незважаючи на очевидні переваги, сільськогосподарські підприємства часто стикаються з певними викликами та бар'єрами у процесі впровадження інновацій. Одним з найважливіших факторів є обмеженість фінансових ресурсів. Впровадження нових технологій може бу-

ти дорогим, і не всі підприємства можуть собі це дозволити. Крім того, існує брак кваліфікованих кадрів, які могли б ефективно працювати з новітніми технологіями. Сільське господарство часто має низький рівень інноваційної культури, що може спричинити опір змінам з боку працівників або керівництва. Важливим аспектом є також недостатня підтримка з боку держави або слабка інфраструктура для розвитку інновацій у сільських регіонах.

Для подолання цих викликів та підвищення ефективності управління інноваційним процесом сільськогосподарські підприємства можуть вжити кілька кроків. Перш за все, необхідно інвестувати у розвиток кадрів, забезпечуючи працівникам можливість навчання та підвищення кваліфікації. Це дозволить підвищити рівень інноваційної культури на підприємстві та забезпечити краще впровадження нововведень. Також варто налагоджувати співпрацю з науково-дослідними установами та іншими підприємствами для обміну досвідом і технологіями. Підприємства, які активно взаємодіють з інноваційними кластерами або науковими центрами, мають більше шансів отримати доступ до новітніх розробок та ефективніше їх використовувати. Не менш важливим є пошук нових джерел фінансування. Сільськогосподарські підприємства можуть використовувати різні програми підтримки, включаючи міжнародні гранти або фінансування з боку приватних інвесторів. Крім того, державні програми підтримки аграрного сектора можуть допомогти зменшити витрати на впровадження інновацій.

Управління інноваційним процесом на сільськогосподарському підприємстві є складним, але важливим завданням. Ефективне впровадження нових технологій та підходів дозволяє підприємству залишатися конкурентоспроможним, підвищувати продуктивність та забезпечувати сталий розвиток. Вдосконалення управлінських процесів, інвестування в кадри, пошук фінансування та співпраця з науково-дослідними установами – це ключові кроки на шляху до успішного впровадження інновацій у сільське господарство.

*Колодненко Н.В., к.е.н., доцент, Колодненко А.В., здобувач освіти, СНАУ, м.Суми, Україна*

## **ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ СИСТЕМИ МАРКЕТИНГОВОГО УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ**

Вдосконалення процесу управління якістю передбачає постійне вдосконалення маркетингових стратегій та тактик, які допоможуть підприємству досягти поставлених цілей. Основні напрямки удосконалення системи якості [3, с. 75]:

Впровадження CRM-систем (Customer Relationship Management). Це дозволить ефективно вести бази даних клієнтів та забезпечити персоналізований підхід, а також спростить процес взаємодії з клієнтами

Постійне вдосконалення аналітики. Потрібно використовувати аналітичні інструменти для вимірювання ефективності маркетингових кампаній. Аналіз даних дасть змогу вчасно реагувати на зміни та вносити корективи у стратегії.

Навчання та розвиток персоналу. Потрібно забезпечувати регулярне навчання персоналу в галузі маркетингу та новітніх технологій, тим самим розвивати команду та стимулювати творчий підхід до вирішення задач.

Співпраця між відділами. Потрібно забезпечити ефективну комунікацію між відділами маркетингу, продажів, обслуговування клієнтів та підрозділами, синхронізувати їх роботу для створення комплексної взаємодії з клієнтами.

Експерименти та інновації. Потрібно сміливо впроваджувати нові ідеї та нестандартні підходи, сприяти інноваціям в маркетингових стратегіях.

Оцінка задоволення клієнтів. Потрібно проводити опитування та аналіз задоволеності клієнтів для збору зворотного зв'язку та виявлення можливостей покращення якості.

Використання соціальних мереж. Потрібно вести активну діяльність в соціальних мережах для швидкої взаємодії з аудиторією та створення позитивного іміджу бренду. Використовувати аналітику соціальних мереж для вимірювання результатів.

Маркетингова діяльність, як важлива функція в системі якості на підприємстві повинна враховувати ситуацію на внутрішньому і зовнішньому просторі та забезпечувати стабільну

конкурентну позицію товару на ринку.



Рисунок 1 – Вдосконалення системи якості АТ «Технологія»

Відповідно до нашого бачення, управління системою якості підприємства базується на вивченні інформації, отриманої під час виробничої діяльності (як поточної, так і минулої), а також факторів, що негативно впливають на виробництво та збут продукції, з урахуванням різноманітних ризиків для забезпечення можливості реалізації майбутніх моделей. Процес управління маркетинговим потенціалом спрямований на розширення можливостей стратегічного управління компанією шляхом безпосереднього залучення всіх ресурсів і співробітників підприємства. Це дозволяє компанії отримати вигоду через виявлені можливості [2].

Загалом логіку особливостей управління системою якості на підприємстві можна побачити на рисунку 2



Рисунок 2 - Фактори політики управління маркетинговим потенціалом  
*Джерело: узагальнено автором на основі джерела [1, с. 305]*

Якщо місія є керівним принципом діяльності фірми, система управління якістю підприємства, якої необхідно досягти, являється однією з ключових її цілей. Разом з формулюванням місії вибір цілей є найважливішим етапом у формулюванні маркетингової стратегії фірми. Цілі повинні відповідати напряму і потенціалу розвитку компанії. Розроблені цілі слід використовувати як критерії для всього подальшого процесу розробки та прийняття управлінських рішень у сфері управління якістю і конкурентоспроможністю компанії. У

відповідності зі стратегічними цілями для АТ «Технологія» розробимо конкурентні цілі, серед яких (рис. 3):



Рисунок 3 - Запропоновані конкурентні цілі удосконалення системи якості  
*Джерело: узагальнено автором на основі джерела [6, с.388; 35, с. 50 ]*

Оскільки АТ «Технологія» є явним лідером продажів на ринку пакувальної продукції з високим ступенем маркетингового потенціалу, тобто перебуває у дуже вигідній конкурентній позиції та постійно активно використовує нові маркетингові інструменти та інноваційні розробки.

Дослідження показали, що найбільш доцільним способом проведення процесу оцінки системи якості є розгляд стратегії інноваційного розвитку окремого виду діяльності через призму її взаємозв'язку із загальною стратегією фірми.

На етапі оцінки систем якості підприємства необхідно:

1. Визначити критерії оцінки – визначити ключові показники (відсоток відхилення від стандартів, рівень задоволеності клієнтів, кількість відмов)
2. Створити аудиторський план, який визначає області, що будуть перевірятися (внутрішні або зовнішні аудити)
3. Провести аудит. Аудитори перевіряють, наскільки ефективно використовуються процеси і чи дотримуються стандарти.
4. Збір та аналіз даних – аналіз даних та опитування персоналу, вимірювання показників ефективності.
5. Визначення відхилень та можливостей вдосконалення
6. Підготовка детального звіту про результати аудиту
7. Розробка плану дій для виправлення виявлених відхилень та впровадження рекомендацій для вдосконалення системи.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ISO 7870:1993. Control charts - General guide and introduction.
2. Маркетингові технології підприємств в сучасному науково-технічному середовищі: колективна монографія /за ред. проф. Р.В. Федоровича Тернопіль: Астон, 2012. 544 с.
3. Карпов О. В. Проблеми стимулювання збуту як інструмент управління конкурентоздатним потенціалом підприємства. IX регіональна науково-практична Інтернет-конференція молодих вчених та студентів «Маркетингові технології підприємств в сучасному науково-технічному середовищі». 2018. С. 74–76. URL: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/26126> (дата звернення: 07. 09. 2022).
4. Марченко В.М., Кучевська І.Ю. Управління маркетинговим потенціалом підприємства для забезпечення його сталого розвитку. Молодий вчений. 2019. № 12 (76), грудень. С. 452-454. URL: <http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2019/12/97.pdf> (дата звернення: 18. 05. 2022).
5. Лисак Г.Г. Комплексна оцінка комерційної діяльності на підприємстві оптової торгівлі.

Сучасні тенденції в економіці та управлінні: новий погляд: матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Запоріжжя, 14-15 серпня 2015 року). Запоріжжя : ГО «СІЕУ», 2015. С. 70–72.

6. Коновал В.В., Шлапак О.А. Підвищення економічної ефективності діяльності підприємств засобами збутової маркетингової стратегії. Серія: Глобальні та національні проблеми економіки. Миколаївський національний університет ім. О. Сухомлинського. Миколаїв.
7. Організація виробництва - Гриньова В.М. - 15.3.4. Організація контролю якості продукції
8. Лищенко М.О., Гуляєва В.В., Васильченко О.В. Система організації та управління маркетингом на підприємстві. [Електронний ресурс]. Східна Європа, бізнес та управління. 2019. №4 (21). С258-265.
9. Маркетингові технології підприємств в сучасному науково-технічному середовищі: колективна монографія /за ред. проф. Р.В. Федоровича Тернопіль: Астон, 2012. 544 с.

УДК 658:338.5:631.11

*Сенько А.А., магістрант, Могильна Л.М., к.е.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

### **ВДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ ВИТРАТАМИ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ПІДПРИЄМСТВІ**

В умовах сучасного ринку та економічної нестабільності сільськогосподарські підприємства стикаються з низкою викликів. Одним із головних є необхідність підвищення ефективності управління витратами, що дозволить забезпечити стабільність та прибутковість діяльності. Управління витратами є важливим аспектом стратегії будь-якого підприємства, оскільки оптимізація ресурсів та зменшення витрат дає змогу підвищити рентабельність виробництва, зменшити фінансові ризики та підготувати підприємство до майбутніх економічних викликів.

Управління витратами у сільському господарстві – це комплекс заходів, спрямованих на оптимізацію витрат і підвищення ефективності використання ресурсів. Сільське господарство, на відміну від багатьох інших галузей, залежить від зовнішніх факторів, таких як погодні умови, сезонні коливання ринку, рівень врожайності та зміни у законодавстві. Відповідно, ефективне управління витратами стає важливим елементом у досягненні стабільності та конкурентоспроможності підприємства.

Витрати сільськогосподарських підприємств можна умовно поділити на дві основні групи: змінні витрати (витрати на сировину, добрива, паливо тощо) і постійні витрати (заробітна плата, оренда землі, амортизація техніки тощо). Важливим завданням для керівництва підприємства є розробка ефективної системи управління витратами, яка дозволить знизити їхній рівень без погіршення якості продукції та забезпечити стабільність виробництва навіть у несприятливих умовах. Для досягнення високого рівня ефективності витрат на сільськогосподарському підприємстві важливо застосовувати системний підхід, що включає кілька основних напрямів.

1. Планування та контроль витрат є основою для їх оптимізації. Підприємство повинно мати чіткий бюджет, який враховує всі можливі витрати, пов'язані з виробничим процесом. Важливо здійснювати детальний аналіз витрат на кожному етапі виробництва, від підготовки ґрунту до збору врожаю та транспортування продукції. Контроль витрат дає змогу вчасно виявляти відхилення від запланованих показників і приймати відповідні рішення для їх коригування.

2. Автоматизація виробничих процесів дозволяє значно підвищити ефективність використання ресурсів та зменшити витрати на ручну працю. Автоматизація дає змогу знизити помилки, пов'язані з людським фактором, оптимізувати використання добрив, води та палива, а також підвищити точність обробки ґрунту та збирання врожаю.

3. Ефективне використання ресурсів дозволить контролювати використання ресурсів та



мінімізувати втрати. Наприклад, за допомогою супутникових технологій або дронів можна відстежувати стан полів і приймати рішення щодо точкового внесення добрив або зрошення, що знижує витрати і покращує врожайність.

4. Зменшення витрат на енергію через використання альтернативних джерел енергії, таких як сонячні панелі або біогазові установки. Це може суттєво знизити витрати на електроенергію. Крім того, оптимізація використання техніки та енергозберігаючі технології можуть допомогти зменшити споживання палива.

5. Підвищення кваліфікації персоналу є ефективним методом управління ресурсами. Кваліфіковані працівники краще розуміють процеси виробництва і можуть самостійно шукати способи підвищення ефективності на своїх ділянках відповідальності. Інвестиції в навчання та підвищення кваліфікації працівників сприяють підвищенню загальної ефективності роботи підприємства.

6. Раціоналізація логістики, бо витрати на транспортування сільськогосподарської продукції можуть бути значними, особливо на великих відстанях. Оптимізація логістичних процесів, укладання угод з транспортними компаніями на вигідних умовах або використання власного транспорту може знизити витрати на логістику. Крім того, важливо зменшити втрати продукції під час її зберігання та транспортування, використовуючи сучасні системи зберігання та пакування.

Незважаючи на очевидні переваги вдосконалення управління витратами, сільськогосподарські підприємства стикаються з певними викликами. Одним із них є брак фінансових ресурсів для впровадження нових технологій і автоматизації виробництва. Однак цей бар'єр можна подолати через співпрацю з інвесторами, участь у державних та міжнародних програмах підтримки агробізнесу або використання грантів на впровадження інноваційних рішень. Крім того, управління витратами вимагає регулярного моніторингу ринку та аналізу нових тенденцій. Підприємства, які активно слідкують за технологічними змінами та інноваціями, можуть скористатися перевагами нових рішень для зниження витрат. Наприклад, впровадження цифрових платформ для управління фермерськими господарствами або використання великих даних для аналізу ринкових тенденцій допомагає краще планувати витрати і знаходити нові можливості для оптимізації ресурсів.

Ефективне управління витратами є ключовим елементом успіху сільськогосподарського підприємства в умовах сучасного ринку. Оптимізація витрат дає змогу підприємству залишатися конкурентоспроможним, забезпечувати стабільність виробництва та підвищувати рентабельність. Для цього необхідно застосовувати системний підхід, що включає планування та контроль витрат, автоматизацію виробничих процесів, ефективне використання ресурсів та енергоефективність. Важливим аспектом є також навчання персоналу та раціоналізація логістичних процесів. Незважаючи на виклики, підприємства, що активно впроваджують інноваційні підходи до управління витратами, мають більше шансів на досягнення успіху та збереження стійкості в умовах нестабільності.

*Неженець О.П. к.е.н, викладач, Кравченко С.І., викладач ВСІП Сумський фаховий коледж СНАУ*

## **НОРМУВАННЯ ПРАЦІ ЯК ОСНОВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРАЦІ**

В умовах сьогодення перед суб'єктами, які здійснюють господарську діяльність в галузі сільськогосподарства, стоять задачі забезпечення динамічного функціонування, збільшення обсягів виробництва всіх видів продукції, підвищення її якості та зростання ефективності діяльності. Одним із напрямків вирішення даних задач є підвищення продуктивності праці. Здійснити зростання продуктивності праці традиційно можливо в наслідок технічного переоснащення, технологічного вдосконалення виробничих процесів та створенню умов для ефективної організації праці.

Важливою складовою організації праці є нормування праці, тобто визначення науково обґрунтованих норм праці. Взагалі питання технології, організації та нормування праці є взаємопов'язаними складовими і повинні вирішуватись комплексно. На практиці доведено, що між зміною норм праці та розвитком виробництва існує чітка залежність оскільки запровадження нової техніки, початок виробництва нової продукції, оновлення технологій потребує впровадження нових норм праці. Такі норми праці здійснюють вплив на ефективність застосування нової техніки, сучасних технологій, методів організації виробництва, способів виконання трудових операцій, прийомів, дій та трудових рухів. При нормуванні праці важливо правильно визначити кількісні та якісні показники праці, значення яких визначається складністю праці, трудомісткістю виконання трудових операцій, рівнем відповідальності, впливом факторів шкідливості та інших факторів.

Відомо, що одним із основних фактором який впливає на мотивацію працівників до підвищення продуктивності праці є розмір заробітної плати. З огляду на це, нормування праці дозволяє здійснити об'єктивну оцінку кількісних та якісних результатів праці, що надає можливостей забезпечити правильне використання елементів тарифної системи.

При нормуванні праці необхідно враховувати вплив постійних та змінних нормоутворюючих факторів, обґрунтувати необхідні затрати робочого часу на виконання певно визначеного обсягу робіт чи виробництва одиниці продукції, встановити можливість оптимізації трудового процесу в умовах конкретного суб'єкту господарювання. До основних видів норм праці належать:

- Норма виробітку яка вимірюється об'ємом робіт або кількістю виробленої продукції;
- Норма чисельності персоналу для забезпечення функціонування певного об'єкту чи структурного підрозділу;
- Норма обслуговування певної кількості одиниць обладнання або тварин;
- Норма керованості (управління);
- Норма часу на виконання певної операції;
- Нормоване завдання, яке включає перелік різноманітних робіт або перелік продукції;

При встановленні норм праці з метою забезпечення підвищення продуктивності праці необхідно керуватись наступними вимогами: норма праці повинна бути економічно, технічно, фізіологічно та технологічно обґрунтованою. При встановленні норм праці необхідно враховувати інноваційний досвід використання раціональних методів організації трудових процесів. Норми праці повинні відповідати умовам впливу факторів в конкретному підприємстві, які визначаються шляхом паспортизації, забезпечувати рівномірну фізичну та психологічну завантаженість на працівників.

Встановлення норм праці здійснюється на основі врахування передового досвіду підприємств - лідерів галузі, внутрішнього самоаналізу, на основі раціоналізаторських пропозицій самих виконавців. Інструментом для встановлення норм праці можуть бути: проведення спостереження шляхом фотографії робочого, хронометражу або фотохронометражу.

Тому для забезпечення стабільного розвитку суб'єктів господарювання, збільшення обсягів виробництва, економії витрат на оплату праці та чисельності працівників, підвищення рівня продуктивності праці необхідно визначати норми праці, що забезпечують зростання продуктивності праці. Таким чином, норми праці відіграють певну роль в економічному розвитку, регіональній економіці та соціальних функціях, оскільки вони відображають масштаби праці та є формою вдосконалення організації праці та раціоналізації виробничої діяльності та служить одним з основних елементів ділових операцій і тактичного планування.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:**

1. Арапов О. С., Дорошенко Т. М. Нормування праці як фактор підвищення ефективності виробництва. Економічний аналіз. 2017. Т. 27. № 4. С. 188–195.
2. Водянка Л. Д., Зрибнева І. П., Сибирка Л. А. Особливості нормування праці в сучасних кризових умовах господарювання. Вісник Чернівецького торговельно-економічного інституту. Економічні науки. 2017. Вип. 1–2. С. 98–105.

3. Седляр М. О. Проблеми нормування праці в умовах становлення постіндустріального суспільства. Східна Європа: економіка, бізнес та управління. 2020. Вип. 2. С. 281–286.

УДК: 681.518.2. 657.11

*Ткаченко О.С. магістрант, СНАУ, м.Суми, Україна*

## **ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ НАЯВНОСТІ ТА РУХУ ЗАПАСІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ**

Організація внутрішнього контролю набула вагомого характеру на всіх рівнях управління і має забезпечити оптимальний хід процесу управління на всіх його стадіях: планування, обліку, аналізу, регулювання та стимулювання. Початковим етапом перевірки збереження запасів є інвентаризація. В умовах ринкових механізмів функціонування суб'єктів господарювання, виникає ряд проблемних питань облікової практики визначення економічної сутності, класифікації, оцінки, та інвентаризації запасів.

За матеріалами нормативно-законодавчих документів запасами вважають активи, які:

1. утримуються для подальшого продажу в умовах звичайної господарської діяльності;
2. перебувають у процесі виробництва з метою подальшого продажу продукту виробництва;
3. утримуються для споживання під час виробництва продукції, виконання робіт та надання послуг, а також управління підприємством [1].

При цьому визначено, що запаси визнають активами тільки в тому випадку, якщо:

1. існує імовірність отримання в майбутньому економічних вигід, пов'язаних з їх використанням;
2. їх вартість може бути достовірно визначена [2].

В обов'язковому порядку щорічну інвентаризацію запасів проводять перед складанням річної фінансової звітності в період 3 місяців до дати балансу. Інвентаризацію товарно-матеріальних проводять за місцями їх зберігання й окремо за матеріально відповідальними особами. Якщо в ході інвентаризації інвентаризаційна комісія виявляє непридатні товарно-матеріальні, вона може запропонувати їх списати.

В обов'язковому порядку на початку інвентаризації матеріально відповідальні особи дають розписки в тому, що до початку інвентаризації всі прибуткові та видаткові документи на товарно-матеріальні цінності здані до бухгалтерії та всі цінності, що надійшли під їх відповідальність, оприбутковані, а ті, що вибули, списані. Цю розписку включено до заголовної частини практично всіх затверджених форм інвентаризаційних документів. Інвентаризаційна комісія в присутності матеріально відповідальних осіб перевіряє фактичну наявність товарно-матеріальних цінностей шляхом їх перерахунку, переважування або перемірювання. При цьому доцільно враховувати, що переважування, обмір, підрахунок товарно-матеріальних цінностей проводять у порядку розміщення цінностей у приміщенні, в якому вони зберігаються. Слід враховувати, що не допускається хаотичний перехід комісії від одного виду цінностей до іншого.

У випадку коли товарно-матеріальні цінності зберігаються в різних ізольованих приміщеннях, але однієї матеріально відповідальної особи, інвентаризацію проводять послідовно за місцями зберігання. Після перевірки цінностей комісія опечатує вхід до одного приміщення пломбою і переходить до наступного місця зберігання запасів [3, с. 198].

При проведенні перевірки насамперед слід встановити відповідність даних складського обліку даним синтетичного обліку за рахунком 20 «Запаси», для чого загальний підсумок залишків сальдової відомості на кінець місяця звіряють із залишками на кінець місяця, показаними у відомості з обліку виробничих запасів. Таке зіставлення здійснюють за кожним складом зокрема, на перше число відповідного періоду. Загальні обороти вибуття матеріалів за місяць за всіма складами і залишки матеріалів на кінець місяця, показані у відомості, звіряють з кредитовим оборотом і залишками на рахунку 20 «Запаси» в Головній книзі. Якщо всі розбіжності були наслідком занедбаності обліку виробничих запасів, то перевірка зупиняється.

ся до відновлення бухгалтерського обліку виробничих запасів. Вибірковим порівнянням фактичних даних встановлюється правильність проведення інвентаризації, відображених у інвентаризаційному описі з обліковими даними. За авансами, встановленими під поставку матеріальних цінностей встановлюють повноту оприбуткування цінностей і з'ясовують, чи не минули строки поставки матеріалів, вивчають причини затримки їх надходження.

Документальним підтвердженням для оприбуткування матеріальних цінностей є супровідні документи постачальників, прикладені до звітів матеріально-відповідальних осіб; товарно-транспортні накладні, рахунки-фактури, специфікації, посвідчення якості, приймальні квитанції тощо. Під час перевірки повноти оприбуткування матеріальних цінностей внутрішні документи звіряються із супровідними документами постачальників. Відповідно до законодавчих документів не дозволяється вносити до інвентаризаційних описів дані про залишки активів зі слів матеріально відповідальних осіб або за даними обліку без перевірки їх фактичної наявності.

Кількість товарно-матеріальних запасів, що зберігаються в неушкодженій упаковці постачальника, можна визначати на підставі документів з обов'язковою перевіркою наявності в натурі частини зазначених цінностей. Спецодяг та предмети індивідуального користування, відправлені у прання та ремонт, перевіряють на підставі документів постачальника послуг.

При інвентаризації цінностей, що перебувають у дорозі, відвантаженої продукції (товарів), не оплаченої в строк покупцями, і запасів, що перебувають на складах інших підприємств (на відповідальному зберіганні, на комісії, у переробці), перевіряють обґрунтованість сум, що обліковуються на відповідних рахунках. Зазначені суми визнають, якщо вони підтверджені належним чином оформленими документами. Такими документами, зокрема, можуть бути рахунки постачальників, копії платіжних вимог (рахунків-фактур), пред'явлених покупцям, охоронні розписки, переоформлені на дату проведення інвентаризації або близьку до неї.

За даними прибуткових документах на товарно-матеріальні цінності, які надійшли на склад під час інвентаризації, матеріально відповідальна особа в присутності членів інвентаризаційної комісії проставляє позначку «після інвентаризації».

Інформацію у видаткових документах на товарно-матеріальні цінності, які з дозволу керівника підприємства відпущені зі складу під час інвентаризації, матеріально відповідальна особа в присутності членів інвентаризаційної комісії проставляє позначку «після інвентаризації». При цьому зазначається дата інвентаризаційного опису, в якому записані ці товарно-матеріальні цінності (якщо на момент вибуття вони були внесені до такого опису). Виявлені в процесі інвентаризації лишки запасів оприбутковуються: за чистою вартістю реалізації, якщо підприємство планує їх продати чи по ціні можливого використання, якщо підприємство буде саме їх використовувати.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:**

1. Положення (стандарт) бухгалтерського обліку 9 «Запаси» (П(С)БО 9): наказ Міністерства фінансів України від 20.10.1999 р. №246, в редакції від 01.01.2015 р., підстава - [z0008-13./](#) Міністерство фінансів України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0751-99>(дата звернення: 16.03.2021р.)
2. Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні: Закон України від 16.07.1999 р. № 996-XIV в редакції Закону від 30.09.2015, підстава 675-19 // Офіційний веб-сайт Верховної Ради України. URL: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/996-14>(дата звернення: 16.03.2021р.)
3. Чуб Ю.В. Організація обліку виробничих запасів в інформаційному середовищі. *Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. Серія: Економічні науки.* 2014. № 5. С. 196-200.

## СТРАХУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РИЗИКІВ ЯК ЧИННИК ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ АГРАРНИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ

З екологічного погляду, сукупність ризиків, які можуть негативно впливати на стан біоти довкілля та призводити до загрози для здоров'я та життя людей, включає в себе як природні, так і антропогенні ризики.

Ризик визначається як потенційна загроза можливої небезпеки, що може призвести до завдання шкоди або виникнення негативних наслідків внаслідок конкретної події. Кількісний показник ризику, як загрози небезпеки, представляє собою результат множення ймовірності виникнення небезпеки на відповідний їй очікуваний рівень збитків [1]. Термін "ризик" є багатограничним і використовується в різних контекстах, залежно від області застосування, типу та етапу аналізу тощо. Необхідність забезпечення страхування виникає внаслідок трансформаційних процесів у сільському секторі економіки. Оскільки галузь сільського господарства є однією з найризикованіших сфер діяльності, важливо здійснювати заходи щодо покриття ризиків, які виникають для сільськогосподарських виробників.

Сучасна концепція сталого розвитку базується на ідеї, що економічний прогрес залежить від якості оточуючого середовища і від послуг, що надаються суспільству природою. Стійкий розвиток означає контрольований та стабільний процес, у ході якого розкриваються нові можливості для майбутніх позитивних змін у будь-якій галузі [2].

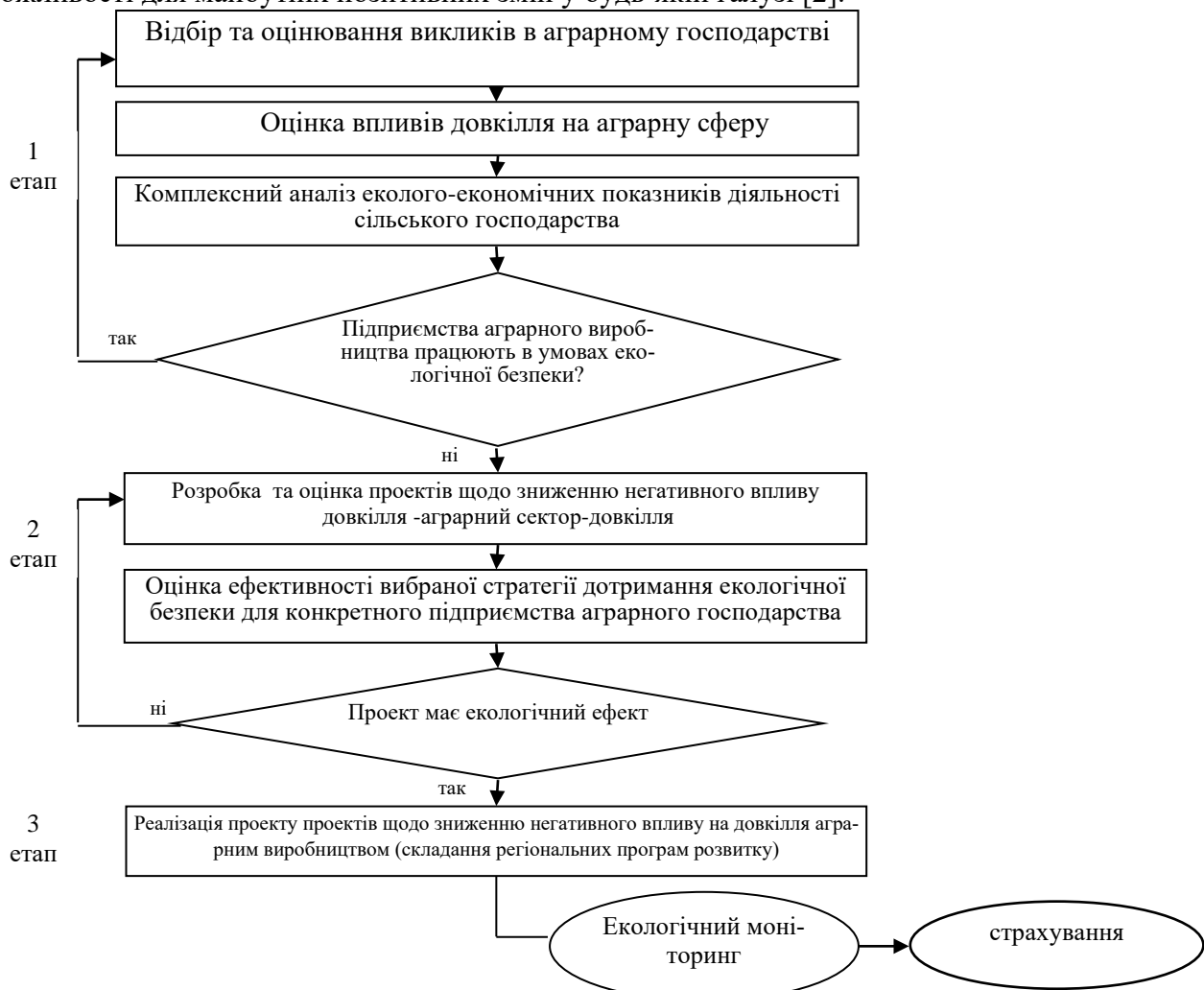


Рисунок 1 - Комплексна система оцінювання стратегії досягнення екологічної безпеки підприємствами аграрної сфери (розроблено автором)

Отже, впровадження та подальший розвиток страхування ризиків в сільському господарстві є одним із ключових аспектів забезпечення ефективного господарювання та відповідності потребам споживачів.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Poliatykyina L., Samoshkina I., Poliatykin V. The formation of the insurance system of environmental risks. *The scientific heritage*. No 47, 2020. Issue Number 6. P.22-25.
2. Кирилюк Є.М. Аграрний ринок в умовах трансформації економічних систем: монографія. Київ : КНЕУ, 2013. 571 с.

*Матузка О.В. магістрант, Лищенко М.О., д.е.н., професор, СНАУ*

### **ФОРМУВАННЯ ПІДХОДІВ У СТРАТЕГІЧНОМУ УПРАВЛІННІ КОНКУРЕНТНИМИ ПЕРЕВАГАМИ ПІДПРИЄМСТВА**

У сучасних умовах функціонування вітчизняних підприємств на цільовому ринку забезпечення конкурентоспроможного розвитку вітчизняних підприємств є одним із найскладніших і найперспективніших напрямів досліджень, що пов'язано, насамперед, зі специфікою їх виробничої діяльності. Слід зазначити, що основні стратегії ефективної та конкурентоспроможної виробничо-господарської діяльності підприємств включають не тільки комерційні, але й виробничі питання. Тому адаптація існуючих теоретичних положень, виокремлення основних складових та подальше їх використання як всеохоплюючої стратегії є актуальним завданням для досліджень у цій сфері.

Існує низка стратегій, спрямованих на створення конкурентних переваг (стратегії управління витратами, стратегії диференціації, стратегії концентрації) та забезпечення конкурентоспроможності підприємств (стратегії товарного ринку та ринку ресурсів, технологічні стратегії, соціальні стратегії, фінансово-інвестиційні стратегії, стратегії організації та управління тощо).

Теоретично система конкурентних стратегій підприємства повинна включати стратегії створення конкурентних переваг, стратегії забезпечення конкурентоспроможності підприємства та стратегії конкурентної поведінки підприємства. Водночас слід зазначити, що основною особливістю формування цих стратегій для умов функціонування сільськогосподарських підприємств є не можливість їх швидкої та повної реалізації через низку організаційних, економічних та управлінських чинників.

Зокрема, що стосується організаційної частини питання, то основною стратегією підприємства є оптимальне використання наявних виробничих потужностей підприємства. Техніко-технологічна база підприємства формувалася протягом багатьох років і не може оновлюватися з урахуванням фактору швидкого реагування на зміни ринкового середовища. Це означає, що стратегії, які створюють конкурентні переваги, такі як стратегії диференціації та основні виробничі стратегії (стратегії товарного ринку, стратегії ринку ресурсів та технологічні стратегії), які забезпечують конкурентоспроможність підприємств, у більшості випадків не можуть бути актуалізовані в короткостроковій перспективі або навіть застосовані до торговельних підприємств. Час також є основним негативним фактором для конкурентоспроможності бізнесу, а швидке реагування на ринкові умови є одним з найважливіших і найскладніших викликів, що стоять перед бізнесом.

Для отримання необхідної інформації підприємства повинні використовувати матрицю зміни конкурентоспроможності в часі.

1. Підприємства не діють ізольовано (тобто не існують в інформаційному вакуумі) і можуть відстежувати та передбачати всі зміни, що генеруються ззовні.
2. Підприємства мають певну конкурентоспроможність (тобто працюють на ринку певний час і є конкурентоспроможними).

3. Ринок, на якому працює підприємство, є динамічним, тобто схильним до постійних або періодичних змін.

4. Незначні (менш суттєві) зміни вважаються відсутністю змін.

5. Конкретний рівень конкурентоспроможності підприємства визначається низкою внутрішніх і зовнішніх факторів, які мають на нього антагоністичний або синергетичний вплив.

6. Передбачається, що зміни рівня конкурентоспроможності відбуваються поступово: «стабільний рівень» - «помірні зміни» - «сильні зміни».

7. Передбачається, що зміни рівня конкурентоспроможності починаються з середини підприємства, тоді як фактори зовнішнього середовища можуть змінюватися незалежно від підприємства.

8. Рівень конкурентоспроможності є статичним, а реакція на внутрішні та зовнішні зміни – повільною (інформація про зміни доступна не відразу, оскільки рівень конкурентоспроможності визначається шляхом періодичних вимірювань).

9. Для компаній найбільш бажано мати постійно зростаючий рівень конкурентоспроможності.

Таким чином, оцінивши свою конкурентоспроможність, підприємство може опинитися в одній з наступних п'яти ситуацій (рис. 1):

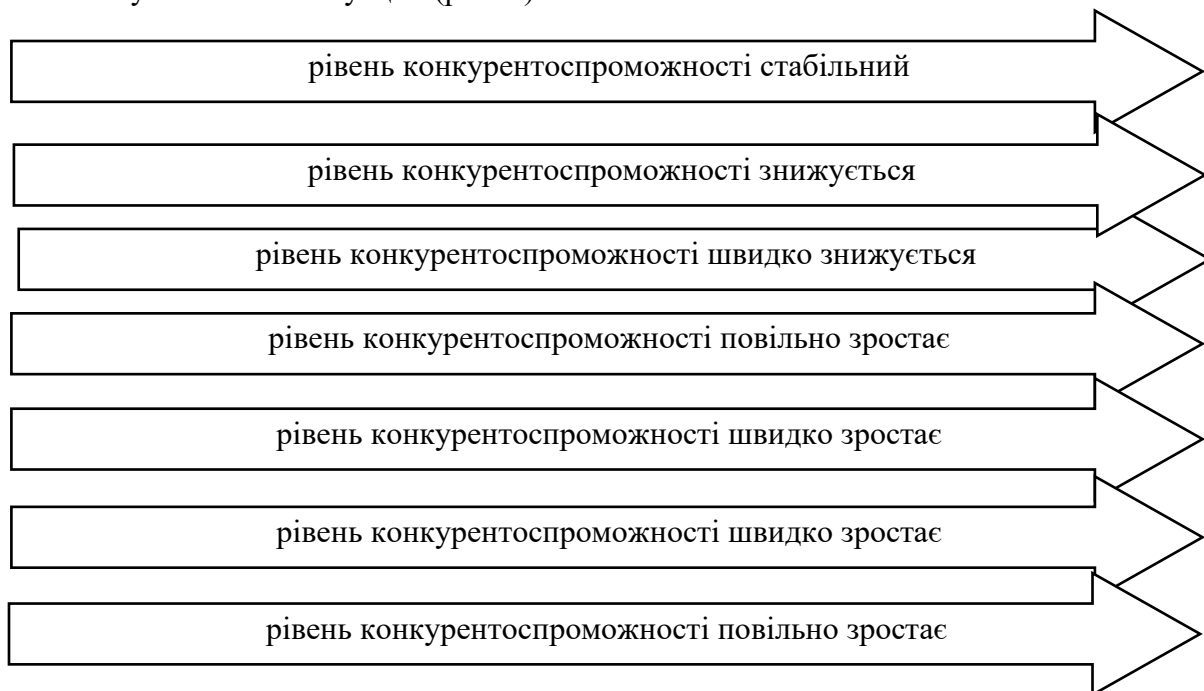


Рисунок 1 – Місце підприємства за рівнем конкурентоспроможності  
*Джерело: сформовано автором*

Запропонована матриця дозволяє не тільки позиціонувати конкретні підприємства, алей вказати варіанти розвитку діяльності, припускаючи, що підприємства не залишають конкурентного поля (припиняють існування, переходять в інші сфери діяльності тощо).

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Кустріч Л.О. Маркетингова конкурентна стратегія як необхідний елемент системи управління підприємством. *Вісник ХДУ*. № 33. 2019. С. 112-116..
2. Лишенко М.О. Аудит асортименту як напрям підвищення ефективності маркетингової діяльності підприємства. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія»*. Серія «Економіка»: науковий журнал. Острог: Вид-во НаУОА, вересень 2018. № 10 (38). С. 25-30.

## **МЕНЕДЖМЕНТ ПЕРСОНАЛУ В ДІЯЛЬНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА**

Управління людськими ресурсами за всіх часів було і залишається однією із найскладніших сфер діяльності менеджменту, оскільки тут переплітаються соціальні, економічні, виробничі та інші інтереси трьох основних суб'єктів, які представлені в організації: власників, менеджерів і найманих працівників, тобто персоналу підприємств. [1]

Основним видом діяльності ТОВ «Мрія» є вирощування зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур, діяльність щодо прийому, очистки, зберігання та відвантаження зерна. Земельні ресурси підприємства – це чорноземи.

Тип організаційної структури ТОВ «Мрія» - лінійно функціональний, він є найпоширенішим серед сільськогосподарських підприємств. В основу його побудови покладена лінійна вертикаль управління й спеціалізація управлінської праці по функціональних підсистемах (фінанси, персонал, постачання, маркетинг і ін.). За кінцевий результат у цілому відповідає директор ТОВ «Мрія», завдання якого полягає в тому, щоб всі функціональні служби вносили свій внесок у його досягнення. Тому він багато зусиль витрачає на координацію й прийняття рішень по продукції й ринкам.

За систему управління персоналом підприємства відповідає відділ кадрів, який представлений менеджером по роботі з персоналом. Одним із організаційних аспектів системи управління персоналом ТОВ «Мрія», є процедура прийому, навчання та адаптації працівників.

ТОВ «Мрія», як і будь-яке сільськогосподарське підприємство, піддається більшого впливу факторам зовнішнього середовища. Оскільки як мінімум майбутні урожаї залежать від відповідних погодно-кліматичних умов, на які ТОВ «Мрія», фактично не може жодним чином впливати. [2] До того ж ряд кризових подій, такі як: девальвація національної валюти, підвищення вартості насінневого матеріалу, мінеральних добрив, паливно-мастильних матеріалів, війна в Україні, часті зміни у податковому законодавстві, зняття мораторію на продаж землі вносять суттєві корективи та ризики у діяльності товариства. Війна вплинула на всі сфери економіки та життя українців. Дефіцит кадрів – суттєва проблема для підприємства. [3] Особливо гостро стоїть справа з працівниками технічних спеціальностей. Вкрай бракує фахівців, які мають навички управління сільськогосподарською технікою, а також слюсарів, водіїв великовантажного та легкового транспорту. Відчувається дефіцит і серед фахового складу - не вистачає агрономів та інженерів. Під час сівби та збирання врожаю спостерігається брак трактористів. Кваліфікований персонал особливо дефіцитний і його важко замінити.

Досліджуючи стан менеджменту було встановлено, що працівники в умовах воєнного стану стали більш згуртованими, зменшилися конфлікти, з'явилася загальна мотивація задля наближення перемоги. Підприємство постійно приймає участь у благодійних заходах, надає допомогу на фронт, піклується про поранених та родини загиблих героїв. Жоден працівник, протягом кризового періоду починаючи з пандемії і до зараз, не звільнився за власним бажанням, кожен залишається працювати для забезпечення продовольчої безпеки. Це свідчить про громадянську позицію кожного, хто працює в підприємстві і зауважує на ролі лідера чільного голови підприємства. Саме керівник зміг вибудувати такі цінності та традиції, які дозволили у скрутні часи об'єднати колектив та сприяли тому, що плинності кадрів не відбулося. Також значимо на підвищенні ефективних показників діяльності, отже продуктивність праці зростала навіть без суттєвого збільшення оплати праці.

ТОВ «Мрія» – це мале підприємство з багаторічним досвідом низькою плинністю кадрів, бо керівництво велику увагу звертає на систему управління персоналом. Команда колективу працює чітко злагоджено, тому без особливих причин не має звільнення кадрів.

Інформація про ТОВ «Мрія», свідчать про те, що підприємство має стабільну команду та ефективну систему управління персоналом. Такий підхід сприяє не лише забезпеченню



стабільності та невеликої плинності кадрів, але й формує сприятливий робочий клімат для всієї команди.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Війна і дефіцит працівників: динаміка кадрових ресурсів в Україні. URL : <https://iaa.org.ua/articles/vijna-i-deficzyt-praczivnykiv-dynamika-kadrovyyh-resursiv-v-ukrayini/> (дата звернення: 05.10.2024)
2. Тотальний дефіцит кадрів: як вести війну і не втратити економіку: публікація видання Експрес від 27.06.2024. URL : <https://expres.online/spetstema-2/totalniy-defitsit-kadriv-yak-vesti-viynu-i-ne-vtratiti-ekonomiku> (дата звернення: 07.06.2024 (дата звернення: 08.10.2024)
3. Україні бракує робочої сили, яку виснажує потреба у солдатах – WP. URL: <https://tsn.ua/ukrayina/ukrayini-brakuye-robochoyi-sili-yaku-visnazhuye-potreba-u-soldatah-wp-2626509.html> (дата звернення: 09.10.2024)

УДК 504:368.17(477)

Самошкіна І.Д., доцент, СНАУ, м. Суми, Україна

### СТРАХУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ЯК НАПРЯМ ПОКРАЩЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ В УКРАЇНІ

Сільськогосподарське виробництво несе різноманітні ризики, які негативно впливають на стійкість структур у цій галузі. Особливо небезпечними є ризики, які практично неможливо повністю контролювати, наприклад присутність екстремальних погодних умов.

Сьогоднішнє становище в аграрному комплексі відрізняється високим ступенем нестійкості. Цей економічний сектор піддається впливу безлічі природних та кліматичних факторів, а також техногенних впливів.

Таким чином, виникають ризики, пов'язані з розбіжністю фактичних результатів та запланованих показників. У разі виникнення будь-якого ризику можуть виявитися негативні наслідки, що вимагає від кожного суб'єкта виробництва розробки системи заходів для максимального скорочення небажаних наслідків.

Все більш актуальною стає розробка економічної концепції управління сучасними підприємствами через створення та впровадження комплексної методології прийняття рішень, спрямованої на зменшення різних груп ризику, які можуть супроводжувати діяльність суб'єктів ринку у виробничо-господарському та інтелектуально-керованому аспектах. Основою цієї методології є принцип досягнення оптимального балансу між показниками "ефект - витрати - ризик", враховуючи різноманітні цілі та критерії якості.

Це передбачає, що для забезпечення сталого розвитку підприємства необхідно узгоджена взаємодія безлічі компонентів. Особливу увагу слід приділити інноваційним та екологічним факторам у цьому контексті. Їх треба розглядати як основу для стратегічного розвитку, як фактори, що забезпечують сильне конкурентне становище. Вони формують інноваційну та екологічну діяльність підприємства, включаючи такі основні елементи: перший – інтелектуальні ресурси, другий – матеріальні активи. Ці фактори повинні бути включені до процесів управління і розглядатися як джерела ризику.

Вивчивши наукові праці, міжнародні документи та стандарти у сфері управління ризиками, стало очевидним, що у визначенні сутності ризику існує кілька різних підходів (рис. 1).

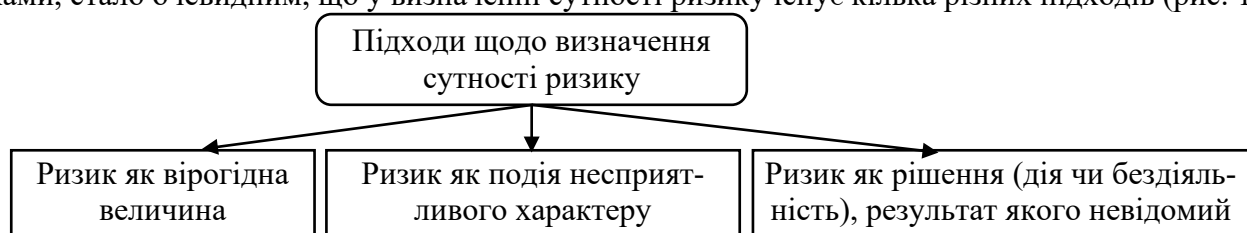


Рисунок 1 – Підходи до визначення сутності ризику

Аграрний ризик є негативним впливом низки факторів, які можуть призвести до економічної шкоди в діяльності суб'єкта у сфері агропромислового комплексу.

Ризики у сільському господарстві обумовлені складною природою та особливостями цієї галузі [1]. У сільському господарстві існує період, коли процес виробництва залежить від людської праці та капіталу, а також період, коли виробничий процес піддається впливу природних сил, таких як родючість ґрунту, наявність сонячного світла, вологи, повітря та інших факторів. У зв'язку з цим сільське господарство виділяється серед інших форм економічної діяльності, оскільки воно відрізняється наявністю складної взаємодії між економічними та природними процесами, що не характерно для деяких інших галузей.

З цієї точки зору, аграрні ризики є сукупністю небезпек, пов'язаних із сільськогосподарською діяльністю та зумовлених, серед іншого, особливостями виробничого процесу в даній галузі. Ці ризики можуть негативно зашкодити передбачуваному результату виробника, наприклад, призвести до зниження рентабельності виробництва. У зв'язку з їх виникненням вирізняється різноманітність форм аграрних ризиків [2].

Не менш важливими є ризики, пов'язані із виснаженням природних ресурсів. Сільськогосподарська діяльність, здійснювана без урахування ресурсозберігаючих технологій, не тільки посилює екологічні проблеми, але також є джерелом екологічних ризиків.

Таким чином, ми розширили та доповнили класифікацію сільськогосподарських ризиків, запропоновану Дж. Хардекером та його колегами, з урахуванням причин їх виникнення (рис. 2).



Рисунок 2 – Класифікація аграрних ризиків з причини їх виникнення

Крім того, використання пестицидів може призвести до скорочення біорізноманіття, а забруднення водного середовища нітратами та деградація ґрунтів (включаючи спустелення, ерозію, засолення та ущільнення) також роблять свій внесок у загальний комплекс аграрних ризиків. Зношування основного виробничого ресурсу – землі – призводить до зменшення врожайності сільськогосподарських культур та обмеження пасовищ для худоби.

Отже, подальший послідовний розвиток страхування екологічних ризиків в діяльності аграрних підприємств може призвести до позитивних соціальних наслідків. Коли виробник сільськогосподарської продукції буде впевнений, що у випадку часткової або повної втрати врожаю йому буде надано відшкодування, він з впевненістю продовжить займатися сільськогосподарським бізнесом. Це сприятиме збереженню робочих місць, зменшенню міграції сільського населення у міста та поліпшенню соціальної структури суспільства.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Poliatykina L., Samoshkina I., Poliatykin V. The formation of the insurance system of environmental risks. *The scientific heritage*. No 47, 2020. Issue Number 6. P.22-25.
2. Borisova V., Samoshkina I., Rybina L. Kobzhev O. Formation of the Environmental Insurance System to Improve the Environmental Safety of the State: the Case of Ukraine. *International Journal of Ecology & Development*. Volume 34, № 1, 2019. P. 127–140.

УДК 338.43:519.8

Долгих Я.В., доцент, СНАУ, Суми, Україна

## ОСОБЛИВОСТІ АНАЛІЗУ ДИНАМІКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЛОБАЛЬНОГО МАЛМКВІСТ-ІНДЕКСУ

**Постановка проблеми.** Проаналізувати динаміку ефективності будь-якого суб'єкту, що господарює (в тому числі і суб'єкта аграрного сектору) можливо за допомогою моделі глобального Малмквіст-індексу. Порівняно зі звичайною моделлю Малмквіст-індексу ця модель дозволяє усунути нерозв'язні проблеми застосування для аналізу методів лінійного програмування та не дає різних результатів через вибір різних базових періодів. Глобальний індекс Малмквіста може бути корисним інструментом для оцінки динаміки ефективності в аграрному бізнесі. Цей індекс дозволяє виміряти зміни в ефективності використання ресурсів (земля, праця, капітал) на різних етапах виробничого процесу (від сільськогосподарського виробництва до переробки і збуту продукції). Питання застосування глобального Малмквіст-індексу для аналізу динаміки ефективності діяльності в аграрному секторі України не розглядалися, – тому дослідження є актуальним.

**Викладення основного матеріалу.** Розглянемо діяльність суб'єктів оцінювання  $DMU_k$  ( $k = \overline{1; K}$ ), які використовують ресурси (вхідні змінні)  $X_k = (x_{k1}, x_{k2}, \dots, x_{km})$  для отримання результатів, заданих ненульовим вектором вихідних змінних  $Y_k = (y_{k1}, y_{k2}, \dots, y_{kn})$  за періоду часу  $t = \overline{1, T}$ . Протягом всього періоду  $T$  сукупність  $DMU_k$  ( $k = \overline{1; K}$ ) використовує ресурси  $X \in R_+^m$  для отримання результатів діяльності  $Y \in R_+^n$ . Глобальна еталонна технологія визначається як  $T^G = \{T^1 \cup \dots \cup T^T\}$ . Глобальний Малмквіст-індекс визначається на  $T^G$  як [1]:

$$M^G(X^t, Y^t, X^{t+1}, Y^{t+1}) = D^G(X^{t+1}, Y^{t+1}) / D^G(X^t, Y^t),$$

де функція  $D^G(X, Y) = \max\{\phi > 0 | (X, \phi Y) \in T^G\}$ , – відстань до межі глобальної технології.

Малмквіст-індекс ( $M$ ) та глобальний Малмквіст-індекс ( $M^G$ ) порівнюють  $(X^{t+1}, Y^{t+1})$  з  $(X^t, Y^t)$ , але використовують різні еталони для порівняння. Для оцінки динаміки зміни ефективності за Малмквіст-індексом ( $M$ ) створюються еталонні набори результатів діяльності на моменти часу  $t$  та  $t + 1$ . Ці еталонні набори створюються лише на основі спостережень, зроблених у часі  $t$  та  $t + 1$ . Для оцінки динаміки зміни ефективності за глобальним Малмквіст-індексом ( $M^G$ ) створюється єдиний еталонний набір результатів діяльності на основі спостережень, зроблених за весь період  $T$ .  $M^G$  можна розкласти як [1]:

$$\begin{aligned} M^G(X^t, Y^t, X^{t+1}, Y^{t+1}) &= \frac{D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D^t(X^t, Y^t)} \times \left\{ \frac{D^G(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})} \times \frac{D^t(X^t, Y^t)}{D^G(X^t, Y^t)} \right\} \\ &= \frac{TE^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{TE^t(X^t, Y^t)} \times \left\{ \frac{D^G(X^{t+1}, Y^{t+1}) / D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D^G(X^t, Y^t) / D^t(X^t, Y^t)} \right\} \\ &= EC \times \left\{ \frac{BPG^{G,t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{BPG^{G,t}(X^t, Y^t)} \right\} = EC \times BPC \end{aligned} \quad (1)$$

де функція  $D^S(X, Y) = \max\{\phi > 0 | (X, \phi Y) \in T^S\}$ , ( $s = t, t + 1$ ), – відстань до межі еталонної технології, створеної на основі спостережень у моменти часу  $t$  та  $t + 1$ ,  $EC$  є показником зміни ефективності,  $BPC$  – показник технічних змін.

Отже, глобальний індекс Малмквіста має дві основні складові, які характеризують ефективність використання ресурсів ( $EC$ ) та технічний прогрес ( $BPC$ ), аналіз яких дозволяє оцінити загальні зміни ефективності аграрного виробництва.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

3. Pastor, Jesús T., Knox Lovell, C.A. (2005). A global Malmquist productivity index, *Economics Letters*, 88 (2), 266-271. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2005.02.013>.

*Мишенін Є. В., д.е.н., проф., Інститут агроекології та природокористування НААН, м.Київ, Україна*

### ПОЛІТИЧНІ ОРІЄНТИРИ СТАЛОГО СІЛЬСЬКОГО РОЗВИТКУ

Основні загальні принципи політики сталого сільського розвитку можна визначити таким чином:

- сільський розвиток повинен базуватися на комплексних програмах сталого соціально-економічного розвитку сільських територій, де визначаються відповідні цілі, інструментарій та механізми на різних ієрархічних рівнях просторового управління (національному, регіональному, локальному);
- досягнення соціально-економічних та екологічних цілей сільського розвитку передбачає адекватні заходи у сферах монетарної і фіскальної політики, політики ринку праці, інвестиційної політики, екологічної політики і т.п.;
- невід’ємним аспектом сталого розвитку сільських регіонів є підприємництво (зокрема, інноваційне, екологічне соціальне), вільні ринки і цивілізована конкуренція, оскільки саме вони забезпечують внутрішньосекторний, міжсекторний і міжрегіональний перерозподіл продуктивних ресурсів (капіталу, зокрема, виробничого, фінансового, природного, інтелектуального) на різних ієрархічних рівнях господарювання;
- політика соціально-еколого-економічного розвитку сільських територій має підвищувати ефективність перерозподілу виробничих та природних ресурсів (капіталів) сільської економіки.
- основними інструментами політики сільського розвитку мають стати розвиток інфраструктури (економічної, соціальної, екологічної);
- допомога повинна мати інноваційно-інвестиційний характер (1).

Досягнення екологічної мети сільського розвитку має такі аспекти: передумовою інтерналізації екстерналій є відсутність прямого втручання держави на ринку; екологічна політика має базуватися на принципі “забруднювач сплачує”. Відповідні види аграрної політики визначатимуть соціально-економічний та екологічний розвиток сільських територій.

1. *Політика цивілізованого розвитку аграрного ринку.* Політика розвитку аграрного ринку, як правило, сприяє підвищенню загальних рівнів доходів і зайнятості в сільськогосподарському секторі. Опосередковано вона також сприяє зростанню доходів і зайнятості у пов’язаних секторах. Політика у сфері аграрного ринку є класичною інтервенційною політикою, основними заходами якої є підтримка цін виробників, застосування виробничих квот, надання безпосередніх виплат.

Підвищуючи прибутковість агровиробництва, політика розвитку аграрного ринку спотворює параметри землекористування, які б мали місце за відсутності державного втручання, заважаючи при цьому процесам несільськогосподарського використання земель і негативно впливаючи на процес досягнення екологічних парфметрів агрогосподарювання. Крім того, Політика розвитку аграрного ринку також негативно впливає на розвиток сільського підпри-

емництва та інноваційну здатність.

## *2. Політика розвитку інноваційного підприємництва.*

Підтримки підприємницької діяльності та розвитку гнучких форм зайнятості передбачає: створення бази даних щодо інвестиційних проєктів малих та середніх підприємств; створення сільськогосподарських обслуговуючих кооперативів із заготівлі, перероблення та збуту сільськогосподарської продукції; розширення системи обслуговування населення на селі; збільшення обсягів навчання та фінансової підтримки безробітних, які бажають займатися сімейним бізнесом; сприяння самозайнятості та підприємницькій активності населення; залучення іноземних інвестицій для розвитку підприємництва у виробничій сфері; податкове та фінансово-кредитне стимулювання підприємств і організацій усіх форм власності;

*3. Соціально орієнтована структурна політика.* Аграрна структурна політика має такі види ефектів стосовно доходів і зайнятості в сільській місцевості:

- підвищення загального рівня доходів в аграрному секторі, покращання структурних умов виробництва, перероблення і маркетингу сільськогосподарських товарів;
- диверсифікація сільськогосподарських доходів (зокрема, допомога у створенні інфраструктури «зеленого» туризму);
- підвищення соціально-екологічної привабливості сільських територій для проживання і туризму, а також створення природоохоронних територій

*4. Агроекологічна політика.* Метою агроекологічної політики є коуструктивна протидія негативним соціально-еколого-економічним ефектам політики розвитку аграрного ринку на різних ієрархічних рівнях господарювання. Досягнення екологічної мети сільського розвитку має такі аспекти: передумовою інтерналізації екстерналій є відсутність прямого втручання держави на ринку; екологічна політика має базуватися на принципі “збруднювач сплачує”. Основними завданнями такої політики є збалансоване стале використання агроприродного ресурсного потенціалу, захист довкілля та забезпечення екологічної безпеки сільськогосподарського виробництва. Це вимагає екологізації відтворювальних процесів, формування та розвитку еколого-економічних механізмів агрогосподарювання.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Мішенін Є. В., Косодій Р. П., Бутенко В. М. Соціально-економічні та фінансові проблеми сталого сільського розвитку: монографія. Суми: ТОВ «ТД «Папірус», 2011. 334 с.

*Ярова І.Є., к.е.н., доц., СумДУ, м.Суми, Україна, Мішенін Є.В., д.е.н., проф., Інститут агроекології та природокористування НААН, м.Київ, Україна*

## **ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ СІЛЬСЬКИХ ФІНАНСІВ**

Національна система сільських фінансів неспроможна задовольняти фінансові потреби сільських територій, зокрема в системі інвестиційного забезпечення сільського господарств. Причини такої ситуації полягають у нерозвиненості фінансових інститутів, асиметричності розподілу інформації між кредиторами і позичальниками, а також у високих коваріантних ризиках.. Таким чином, оскільки розвиток фінансового сектору в системі сільського розвитку асоціюється з високим кредитним ризиком, що разом із значними адміністративними (корпоративними) витратами робить сільські території непривабливими для формальних фінансових установ, то їх місце посіли неформальні постачальники відповідних послуг Існує дуже низька кредитоспроможність сільських позичальників, а також відсутність доступу до сучасних платіжних систем і низьковитратних засобів грошових переказів. Розвинена та ефективна система сільських фінансів необхідна для реалізації результативних маркетингових стратегій у різних сферах агрогосподарювання (1).

Визначають декілька основних обмежень розвитку ефективного фінансового ринку: асиметричність фінансово-економічної інформації; відсутність якісної застави; високі транзакційні витрати; ризик, пов'язаний з агровиробництвом і відповідною державною політикою.

Так, ризики, притаманні сільській економіці, часто є коваріантними через домінування агровиробництва в структурі економічної активності, коли воно не є диверсифікованим, а зосереджене на декількох типах культур. Сезонність сільського господарства разом з тривалим періодом окупності інвестицій спричиняють нерівномірні грошові потоки, які обумовлюють потребу в кредитах. При цьому стабільність кредитування агрогосподарювання визначається його прибутковістю, а також ефективністю виробничого менеджменту.

Через відсутність ефективної системи маркетингу більшість фермерів продають сільськогосподарську продукцію одразу після збирання період по відносно низькими цінам. Відсутність застави суттєво обмежує доступ до кредитних ресурсів. Цей фактор є основною причиною низької популярності форвардних угод.

З питаннями застави тісно пов'язані проблеми виконання контрактів. За наявності активів, які можуть використовуватися як застава, неефективні економіко-правові механізми можуть ускладнювати їх передачу банкам з метою їх подальшої ліквідації у випадку неповернення позик

З огляду на високі операційні витрати, а також обмежену наявність кваліфікованих спеціалістів у сільській місцевості банки часто зосереджують свою активність у містах. Підхід з точки зору фінансових систем *грунтується* на створенні сприятливого правового та інституціонального середовища, розглядаючи фінансування сільського господарства (зокрема, аграрних фермерів) лише як частину фінансової активності в сільській місцевості і передбачаючи усунення ринкових спотворень з боку держави.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Мішенін Є. В., Косодій Р. П., Бутенко В. М. Соціально-економічні та фінансові проблеми сталого сільського розвитку: монографія. Суми: ТОВ «ТД «Папірус», 2011. 334 с.

*Кравченко С.І., магістрант, СНАУ, Суми, Україна*

## **ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСУ МАРКЕТИНГУ ПРИ КЕЙТЕРИНГОВОМУ ОБСЛУГОВУВАННІ**

В умовах постійного зростання швидкості темпів життя людству гостро бракує вільного часу. Достатньо часто спостерігається, що напружена трудова діяльність населення змушує працівників не дотримуватися звичок здорового харчування, а іноді взагалі забути про своєчасний обід. Вільний час стає дорогоцінним ресурсом і саме з цієї причини багато верст населення зацікавлено у послугах кейтерингу. Статистичні показники свідчать, що доставка їжі сьогодні набуває динамічного напрямку і щорічно збільшується від 18 до 20%.

Кейтеринг є одним із видів бізнесу із надання послуг з організації харчування на різномасштабних заходах. Однією із особливостей кейтерингу є те, що процеси від приготування їжі до обслуговування гостей розподіляються в часі і просторі. Кейтерингова діяльність має здатність адаптуватися до різноманітних потреб замовників, бути гнучкою і налаштованою під конкретні потреби. Кейтерингові компанії організують доставку їжі і обслуговують клієнтів, а також надають додаткові послуги (оренда обладнання та посуду, декорування та організація заходів, івент-послуги та ін.).

Кейтеринг в Україні має динамічний розвиток. Цей сектор ресторанного бізнесу не є новим в нашій країні, але набуває популярності і привабливості. З розвитком новітніх технологій в індустрії гостинності кейтерингове обслуговування поступово набуває масштабності, що дає можливість виділитися йому в самостійний бізнес закладів, що спеціалізуються на цьому виді діяльності. Слід зазначити, що український ринок з кейтерингових послуг має деяку хаотичність. Заклади, що надають послуги кейтерингу, повільно пристосовуються до роботи в умовах вільної підприємницької діяльності. Функціонують заклади ресторанного господарства, які простоюють протягом дня, а власники цих закладів не вирішують питання щодо організації власної служби кейтерингу. З іншого боку багато закладів ресторанного го-

сподарства працюють над розширенням спектра послуг, пропонують доставку кулінарної продукції і гарячих обідів на замовлення, знаходиться у пошуку нових сегментів ринку. Практичний досвід країн, з ринковою орієнтацією, демонструє позитивне вирішення вищезазначених аспектів у комплексному взаємозв'язку з маркетингом. Потрібно забезпечити створення організацій, які б займалися маркетинговою діяльністю, пошуком нових потенційних клієнтів, вирішували питання логістичних послуг.

Порівняно новим на вітчизняному економічному просторі є кейтерингові консультанти. Це окремі працівники чи організації, що надають всебічну підтримку в організації кейтерингових послуг різних форматів заходів. Їх діяльність допомагає здійснити реалізацію поставлених завдань та забезпечити індивідуальний підхід до клієнта.

Продаж послуги кейтерингу є набагато складнішим завданням, ніж продаж матеріально-го об'єкту. Продавати послугу кейтерингу важко і на це є певні пояснення. Потрібно визначити, що замовлення самого заходу обходиться клієнту недешево. Найчастіше ця подія для клієнта є знаковою. Якщо припустити помилку, то святкування може відбутися не ідеально, а щось виправити стане неможливо. Крім того, купівля кейтерингових послуг не підлягає обміну та поверненню, що також значно ускладнює її продаж.

Перш за все агенту з продажу послуги кейтерингу потрібно визначити, у чому полягає комерційний аргумент на користь складання угоди з клієнтом. При виникненні труднощів зі збутом послуги, необхідно використовувати значну перевагу, яка присутня у сфері кейтерингу та відсутня в інших видах бізнесу. Завжди під час візиту до клієнта є можливість провести дегустацію зразків їжі та визначитися з асортиментом пропозицій. Проведення дегустації спрацює, як дієвий комерційний аргумент і стане відмінним інструментом реалізації пропозиції.

Маркетинг доцільно здійснювати паралельно з продажами, і для досягнення успіху важливими є обидва аспекти. Слід зазначити, що не всі стандартні методики маркетингу мають застосування до сфери кейтерингу. Для досягнення успішного результату дій у цій галузі, потрібно використання специфічних маркетингових прийомів та ідей.

Займаючись маркетинговою діяльністю, необхідно провести аналітичні дослідження ринку кейтерингових послуг і зрозуміти, чому клієнти вдаються до цих послуг. Умовно можливо виділити два основних типи клієнтів. До першого типу відносяться корпоративні клієнти, що вибирають послуги кейтерингу, як сучасний зручний варіант. Існує багато організацій, що замовляють ланчі або обіди для співробітників офісу. Для проведення урочистих святкувань, при проведенні нарад, великих церемоній та ін. компанії-замовники кейтерингових послуг виділяють значно великі суми коштів і створюють особливе враження на своїх клієнтів та заохочують власних співробітників та службовців.

До другого типу клієнтів замовників можливо віднести індивідуальних замовників, що звертаються до кейтерингових компаній з різних причин. Для індивідуальних замовників кейтерингові послуги зручні з причини економії часу та власної праці. Наявність офіціантів в уніформі, шеф-кухаря та персоналу кухні, виготовлення страв з вишуканим оформленням та подачею створює надзвичайне враження на гостей заходу. Але багато індивідуальних клієнтів користуються кейтеринговими послугами для зручності і задоволення потреб в харчуванні.

Таким чином маркетингова стратегія повинна бути спрямована на цільові потреби клієнта і для просування кейтерингових послуг на сучасному ринку. Створення достатньо сильних та ефективних маркетингових компаній допоможе залучити нових клієнтів та встановити довгострокові партнерські відносини, зміцнити бізнес закладам, що надають кейтерингові послуги населенню нашої країни.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. ДСТУ 3862-99. Ресторанне господарство. Терміни та визначення.[Чинний від 2003-12-01]. Вид. офіц. Київ:Держстандарт України, 2003. 26 с.
2. Лищенко М.О., Устік Т.В. Особливості управління маркетинговими ризиками на підпри-

емстві як засіб покращення маркетингової інноваційної політики. Вісник Харківського національного аграрного університету ім.В.В. Докучаєва. Серія «Економічні науки», №1, 2019. С. 3-12.

3. Богдан Н.М., Краснокутська Ю.В., Кравець О.М. Дослідження задоволеності споживачів якістю послуг у системі маркетингу підприємств туріндустрії. Східна Європа: економіка, бізнес та управління. 2021. Вип. 2(29). С. 49–56.
4. Петруня Ю.Є., Петруня В.Ю. Маркетинг : навчальний посібник. 3-тє вид., переробл. і доповн. Дніпропетровськ : Університет митної справи та фінансів, 2016. 362 с.

*Мишенін Є. В., д.е.н., проф., Інститут агроекології та природокористування НААН, м.Київ, Україна*

## **СОЦІАЛЬНО-ЕКОЛОГІЧНИЙ МАРКЕТИНГ В СИСТЕМІ СТАЛОГО СІЛЬСЬКОГО РОЗВИТКУ**

Сучасний розвиток соціальної та екологічної сфери сільських територій необхідно орієнтувати населення на максимальне задоволення потреб населення за місцем проживання.. Нехтування даним фактором призводить дуже часто до негативних соціальних, економічних та екологічних явищ. Деструктивна соціально-еколого-економічна політика агрогосподарювання, яка проводилась на сільських територіях впродовж довгого часу, призвела до того, що проживання та робота в сільській місцевості є неprestижними.

Зокрема, аналіз соціального та екологічного потенціалу сільського розвитку свідчить, що сьогодні відбувається деградація трудової свідомості населення, а також погіршення екологічної якості аграрного природного середовища. Це вимагає запровадження в системі сталого сільського розвитку соціально-екологічного маркетингу.

Слід відмітити, що існує поняття “некомерційний маркетинг», яке визначає сферу соціальної взаємодії, що містить у собі спрямовану діяльність різноманітних суб’єктів агрогосподарювання на досягнення економічних цілей, тобто одержати заздалегідь визначений прибуток. Основним завданням діяльності некомерційного маркетингу має бути досягнення певних результатів шляхом задоволення потреб конкретної цільової аудиторії на основі дотримання основних маркетингових принципів при активному застосуванні специфічних маркетингових інструментів (1-2).

Концепція соціально-екологічного маркетингу в системі сталого сільського розвитку відображує інноваційний підхід до маркетингової діяльності, якого потребує розвиток цивілізованих ринкових та еколого-економічних відносин в агрогосподарюванні. Соціально-екологічний маркетинг не може повністю ліквідувати соціально-еколого-економічні проблеми сільського розвитку, які виникають в межах ринкових та еколого-економічних відносин. Однак, застосування соціально-екологічних технологій маркетингу значною мірою може позитивно впливати на економічну, соціальну та екологічну сфери сільських територій (зокрема, мінімізувати виробничі та екологічні витрати). Застосування принципів соціально-екологічного маркетингу дозволить більш ефективно адаптувати соціальну та екологічну сферу сільських територій до збалансованих потреб і запитів споживачів (зокрема, соціальних та екологічних послуг та товарів) (3).

Соціально-екологічного маркетингу в системі сталого сільського розвитку необхідно розуміти більш широко, а саме: як концепцію впливу на соціально-еколого-економічний розвиток, підвищення соціальної та екологічної якості життя населення.

Соціально-екологічного маркетингу повинен бути націлений на оптимальне використання обмежених фінансових ресурсів держави з метою більш повного (оптимального) задоволення соціально-еколого-економічних потреб сільського населення, а також залучення його до діяльності, спрямованої на стабілізацію та збалансований розвиток соціальної та екологічної сфери, стійкий розвиток агрогосподарювання. Соціально-екологічний маркетинг— це комплексне планування і здійснення всесторонньої діяльності, пов’язаної з практичною реа-



лізацією принципів сталого розвитку на різних рівнях просторового сільського розвитку (національному, регіональному, локальному).

Основними завданнями соціально-екологічного маркетингу в системі сталого сільського розвитку є такі:

1. Підвищення інтегральної ефективності діяльності сільськогосподарських бізнес-підприємницьких структур як наслідок результативного функціонування роботи соціальної сфери сільських територій та покращення екологічної якості агроприродного середовища.
2. Впровадження в практику діяльності бізнес-підприємницьких структур соціальної та агроприродної сфери найбільш ефективних форм, методів, інструментів та механізмів фінансового менеджменту (зокрема, ризик-менеджменту); систем контролю та контролінгу за якістю соціальної та екологічної роботи.
3. Збалансована адаптація соціально-екологічної сфери села до умов ринкової економіки з оптимальними витратами.
4. Результативне та ефективне використання сільських фінансів, а також впровадження інноваційно-інвестиційних програм.
5. Сприяння задоволенню соціально-екологічних територіально-просторових потреб сільського населення та підвищенню рівня використання соціального, агроприродного потенціалу.

Впровадження соціально-екологічного маркетингу в системі сталого сільського розвитку сфери передбачає вирішення таких основних питань:

1. Визначення соціально-еколого-економічних потреб та інтересів цільових ринків
2. Конструктивне регулювання зміни поведінки цільових аудиторій у потрібному напрямі шляхом просування ідей маркетингу.
3. Оцінка інтегральної ефективності проведення заходів щодо зміни поведінки цільових аудиторій в системі сталого сільського розвитку.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Борисова Т. М. Концептуальна схема некомерційного маркетингу. *Стратегія економічного розвитку України* : зб. наук. праць. Київ : КНЕУ, 2014. – № 34. – С. 170–176.
2. Курбацька Л. М. Сутність некомерційного маркетингу та його види. *Маркетинг як найважливіша складова функціонування системи аграрного бізнесу* : матеріали VIII Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. ( Дніпро, 26-27 жовтня 2020 р.). Дніпро : ПП Інтеграл, 2020. – С. 20-33. <http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/4322>

*Ярова І.Є., к.е.н., доц., СумДУ, м.Суми, Україна, Мішенін Є.В., д.е.н., проф., Інститут агроекології та природокористування НААН, м.Київ, Україна*

#### **АКТУАЛЬНІ СОЦІАЛЬНО-ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ПРОБЛЕМИ СІЛЬСЬКОГО РОЗВИТКУ**

Характер та пріоритети сільського розвитку визначаються глобалізацією, змінами у технологіях та організаційних структурах компаній і галузей, зниженням транспортних витрат, посиленням конкуренції між територіями за інвестиційні ресурси, розвитком телекомунікаційних та інформаційних систем, зниженням політичного впливу селян.

Сьогодні ефективність соціально-економічного зростання в сільських регіонах залежить від ступеня їх багатofункціональності. Трансформація сільської економіки (з урахуванням глобалізації) створює нові параметри сільського розвитку, які передбачають не лише інвестиції у нові сільськогосподарські технології, а й диверсифікацію економічних структур і підвищення рівня життя. Водночас, в Україні сільські території характеризуються серйозними проблемами у сфері розвитку людських ресурсів, які пов'язані з низькою якістю харчування, медичного обслуговування, освіти, а також екологічними параметрами агроприродного сере-

довища.

Сьогодні стало вже очевидно, що завдання класичної аграрної (сільськогосподарської) політики (як і будь-якої іншої секторної політики) суперечать основним принципам сталого сільського розвитку. Практика довела, що аграрна політика майже ніяк не позначається на економічних аспектах сільського розвитку, при цьому екологічні наслідки її реалізації для сільських територій є, як правило, негативними. Таким чином, виникає потреба в розробленні політики, що враховуватиме соціально-економічні та екологічні аспекти сільського розвитку і в рамках якої аграрний сектор, підтримуючи рівень життя і доходів вітчизняних виробників, одночасно використовуватиме екологічно орієнтовані виробничі методи, забезпечуючи споживачів якісними продуктами, а сільські громади – якісним, диверсифікованим середовищем проживання.

Специфіка реформування національної економіки обумовлює особливу важливість переосмислення положень економічної науки, що пов'язані з розумінням ролі та сутності соціальної сфери у життєдіяльності суспільної системи в цілому і в сільській місцевості зокрема, з виявленням можливостей її використання для формування мотиваційного механізму господарювання з метою підвищення ефективності діяльності сільськогосподарських підприємств. Потребують поглибленого дослідження питання, пов'язані з ефективним функціонуванням організаційно-економічного механізму соціальної сфери села в умовах недостатності інформаційного забезпечення, а також нестабільності параметрів соціально-економічного розвитку.

Потрібно більшою мірою гармонізувати цілі і завдання розвитку сільського господарства та сільських територій, оскільки сьогодні домінують галузеві інтереси, що особливо проявляється при вирішенні питань бюджетного фінансування сільського розвитку. Таким чином, важливе значення мають формування та реалізація цілеспрямованої політики розвитку сільських територій, і, очевидно, комплекс пов'язаних з цим завдань має бути окремо виділений у рамках аграрної, соціальної та регіональної політики. Надалі «сільські» аспекти кожної політики слід узгодити між собою, синтезувати їх в єдину політику сільського розвитку.

*Хоменко Ю.Ю., магістрант, Лишенко М.О., д.е.н., професор, СНАУ, Суми, Україна*

## **ОРГАНІЗАЦІЯ МАРКЕТИНГУ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ПІДПРИЄМСТВІ: ПРОБЛЕМИ ТА ВИКЛИКИ**

У контексті управління сільськогосподарським підприємством, організація виступає як ключова складова управлінського процесу, відіграючи суттєву роль у впорядкуванні та координатії маркетингових аспектів. Зокрема, організація маркетингу включає в себе різноманітні напрями, такі як вирішення завдань процесу, встановлення оптимальної структури, розподіл ролей в лідерстві, забезпечення функціональної координації та інші.

В аспекті управління організацією маркетингу на сільськогосподарському підприємстві проведено дослідження, що охоплює вітчизняних та іноземних науковців, таких як Коваленко Г., Чукіна І., Лишенко М. О., Макаренко Н. О. та інші.

Традиційно, під організацією маркетингової діяльності розуміється створення спеціалізованого відділу, який вимагає формування кваліфікованого персоналу з відповідними знаннями, навичками та вміннями. Цей відділ отримує певний статус всередині підприємства для координації маркетингових ініціатив у відповідності з вимогами ринку та потребами споживачів [2].

Загалом, створення відділу маркетингу на сільськогосподарському підприємстві є стратегічним кроком, спрямованим на підвищення конкурентоспроможності та стійкості в умовах сучасного ринкового середовища. [1]. Однак, у сільськогосподарських підприємствах може бути ефективним неінтегрований підхід до розподілу маркетингових завдань між різними відділами відповідно до їхніх компетенцій, особливо якщо обсяги ресурсів обмежені.

Проблема організації маркетингу на сільськогосподарських підприємствах полягає в об-

межених бюджетних ресурсах та потребі інтеграції маркетингового відділу з іншими підрозділами. Для вирішення цих проблем можуть бути використані різні підходи, включаючи залучення зовнішніх фахівців для проведення маркетингових досліджень та розробки рекламних кампаній.

Однією з проблем організації маркетингу на сільськогосподарських підприємствах є недостатня кваліфікація персоналу, що займається маркетинговою діяльністю. Для вирішення цієї проблеми можуть бути використані різні підходи, включаючи навчання та підвищення кваліфікації персоналу, залучення зовнішніх фахівців та створення спеціалізованого відділу маркетингу.

Ще однією проблемою є недостатня увага до маркетингових аспектів управління сільськогосподарським підприємством. Це може призвести до недооцінки ринкових потреб та невідповідності продукції попиту. Для вирішення цієї проблеми необхідно забезпечити взаємодію між маркетинговим відділом та іншими підрозділами підприємства, а також враховувати маркетингові аспекти при прийнятті управлінських рішень.

Іншою проблемою є недостатня увага до маркетингових досліджень та аналізу ринку. Для вирішення цієї проблеми необхідно залучати зовнішніх фахівців для проведення маркетингових досліджень та аналізу ринку, а також забезпечувати постійний моніторинг ринкових тенденцій та потреб споживачів.

Одним з викликів організації маркетингу на сільськогосподарських підприємствах є нестабільність ринкових умов та зміна споживчих вимог. Для вирішення цього виклику необхідно забезпечувати гнучкість маркетингових стратегій та оперативну реакцію на зміни в ринковому середовищі.

Отже, організація маркетингу на сільськогосподарському підприємстві є важливим фактором для досягнення високих показників ефективності та підтримання стабільного зростання. Зростаюча складність ринкового середовища, розмаїття споживчих вимог та стрімкий розвиток інновацій ставлять перед підприємствами завдання постійного апгрейду своїх маркетингових стратегій.

Важливими аспектами успішної організації маркетингу на сільськогосподарському підприємстві є вибір оптимального напрямку маркетингу, врахування конкретних умов та властивостей бізнесу, а також відповідне управління маркетинговим процесом. Для досягнення успіху в конкурентному середовищі необхідно враховувати низку факторів, таких як масштаби діяльності, особливості управлінської філософії, наявність ресурсів та рівень розвитку підприємства.

Організація маркетингу на сільськогосподарському підприємстві може бути обмежена фінансовими ресурсами та доступністю кваліфікованого персоналу. Тому вибір оптимального способу організації маркетингу повинен бути обґрунтованим та зорієнтованим на специфіку бізнесу.

У висновку можна підкреслити, що успішна організація маркетингу на сільськогосподарському підприємстві вимагає комплексного підходу, що охоплює не лише традиційні методи, але й враховує сучасні тенденції та інструменти, що активно впроваджуються в бізнес-процеси.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Коваленко Г. О., Чукіна І. В. Вдосконалення управління маркетинговою діяльністю аграрних підприємств. *Ефективна економіка*. 2021. № 1. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8517>
2. Лищенко М. О., Макаренко Н. О. Теоретичні основи маркетингової концепції управління та формування стратегії розвитку підприємства в умовах сталості. *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2023. Том 8. № 1. С. 33 – 40.

## ЕКОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

В системі сталого розвитку сільського господарства важливим питанням є розуміння екологічних засад агрогосподарювання, оскільки екологічно деструктивне виробництво ставить під загрозу агроресурсну базу та природно-ресурсний потенціал сільських територій. Доцільно виділяти такі фактори екологічної деградації:

1. *Біодиверсифікованість*. Впродовж наступного десятиріччя від п'яти до десяти відсотків видів зазнаватимуть ризику зникнення через знищення середовища їх існування, у т.ч. і за рахунок експансії сільськогосподарського виробництва.

2. *Деградація ґрунтів*. Сьогодні 35 відсотків світової території суші знаходиться під загрозою опустелювання.

3. *Зміна клімату*. Парникові гази можуть підвищити середню температуру світової поверхні на 1,5-4,5 градуса за Цельсієм впродовж наступних 50 років (1).

Таким чином, глобальні екологічні виклики спричиняють необхідність суттєвої зміни соціально-еколого-економічних основ агропродовольчої системи (агровиробничих систем). Необхідно формувати та розвивати інноваційний шлях до сталої, екологічно безпечної та еластичної до ринкових й соціально-екологічних потреб агросистеми. Збалансовані агропродовольчі системи мають задовольняти такі основні критерії: економічну життєздатність та ефективність; забезпечення населення екологічно чистим та поживним продовольством, сприяння збільшенню природно-ресурсного потенціалу та екологічної якості довкілля.

Вирішення проблем, пов'язаних із забезпеченням сталості, збалансованості сільського господарства, потребує визнання цілісності природи та господарських агроєкосистем. Важливо розуміти принципи функціонування господарських агроєкосистем, щоб зробити їх більш залежними від сонячного світла, а не від мінеральних ресурсів. Агроєкологи мають намагатися забезпечити ефективну циркуляцію енергії та матеріалів всередині агроєкосистем. При цьому виникає необхідність запровадження програмно-цільового підходу, який би включав дослідження сільського господарства на рівні ферми чи екосистеми, комплексний аналіз його ресурсних та енергетичних потоків, загальну біологічну стабільність ферми, еко-деструктивні зміни в ґрунті впродовж часу. Даний підхід дозволяє втілити комплексні природні відносини у сільське господарство. Замість удосконалення одного сорту за 1 раз, цілісна еколого-біологічна перспектива припускає пошук набору рослин і тварин, які в сукупності дають високі синергетичні еколого-економічні результати.

Необхідно сказати, що транснаціональні корпорації, які використовують досягнення генної інженерії в агровиробництві, вийшли на ринок передчасно, оскільки молекулярна біологія є достатньо молодою наукою. При цьому в галузі, яка прискорює впровадження незрілої технології, використовуються подвійні стандарти. У разі бажання закріпити генетично модифікований організм у своїй власності проголошується, що він є новим, а при прагненні уникнути відповідальності за соціально-екологічний ризик той самий генетично модифікований організм може проголошуватись як природний. Комерційне «незріле» використання досягнень генної інженерії, по суті, є великомасштабним експериментом, об'єктами якого є природа та населення. Соціально-екологічний ризик генної інженерії у сільському господарстві має оцінюватися у межах достатньо масштабного використання її результатів. Не можна виправдати використання результатів маломасштабних експериментів у лабораторіях чи на полях та їх поширення на аграрні рієки та екосистеми. Також відмітимо, що всі експерименти концентруються лише на рослинах, а не на тому, що трапиться з довкіллям, де вирощуватимуться нові комерційні культури.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мішенін Є. В., Косодій Р. П., Бутенко В. М. Соціально-економічні та фінансові проблеми сталого сільського розвитку: монографія. Суми: ТОВ»ТД «Папірус», 2011. 334 с.

УДК 004.75

*Сіденко А. С., магістрант, СНАУ, Суми, Україна*

**ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОХОРОНИ  
НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ДЕРЖАВНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ  
ІНСПЕКЦІЇ**

Сучасні технології дозволили автоматизувати значну частину процесу екологічного управління, що сприяє своєчасному виявленню екологічних порушень і прийняттю ефективних управлінських рішень. Державна екологічна інспекція має на меті забезпечення сталого розвитку шляхом раціонального використання природних ресурсів та зменшення екологічних ризиків. Однак відсутність єдиної інтегрованої інформаційної системи суттєво обмежує можливості оперативного контролю та аналізу ситуації. Основні проблеми розробки:

1. Інформація про стан довкілля часто збирається різними державними установами, використовуючи різні формати та технологічні платформи, тому здійснюється фрагментація даних. Це ускладнює інтеграцію даних в єдину систему та аналіз екологічної ситуації.
2. Низька автоматизація процесів має значну частину даних, яка все ще обробляється вручну, що створює ризик помилок і уповільнює процес реагування на екологічні виклики.
3. Складність масштабування інформаційної системи, яка вже використовується, часто не може ефективно масштабуватися, щоб охопити нові регіони або типи даних, що впливає на гнучкість і адаптивність.

Розробка стратегічних підходів до вирішення проблем розробки інформаційної системи охорони навколишнього природного середовища державної екологічної інспекції включає в себе комплекс заходів, спрямованих на подолання технічних, організаційних та інформаційних бар'єрів, що перешкоджають ефективній інтеграції та автоматизації процесів екологічного моніторингу, забезпечення безпеки даних та розширення функціональних можливостей системи для своєчасного реагування на екологічні загрози. Напрями для вирішення проблем:

1. Створення єдиної платформи для інтеграції існуючих даних і систем у єдину інформаційну екосистему, яка забезпечить доступність даних для всіх зацікавлених сторін. Це включає розробку стандартів обміну даними між різними системами.
2. Автоматизація збору та обробки даних, для використання датчиків для моніторингу стану атмосферного повітря, водних та земельних ресурсів, що знизить потребу в ручній обробці та підвищить точність вимірювань.
3. Впровадження сучасних технологій обробки даних, зокрема, використання великих даних (Big Data) та машинного навчання для аналізу екологічних трендів і передбачення можливих загроз.
4. Використання захисту інформації для використання сучасних засобів шифрування та багаторівневої аутентифікації для захисту екологічної інформації від несанкціонованого доступу.

Впровадження сучасної інформаційної системи для моніторингу довкілля дозволить значно покращити ефективність роботи державної екологічної інспекції. Це сприятиме своєчасному виявленню екологічних порушень, захисту навколишнього середовища та збереженню природних ресурсів. Запропоновані напрями вирішення проблем дозволять не тільки збільшити швидкість і точність реагування на екологічні порушення, але й сприятиме більш ефективному прийняттю рішень щодо збереження та раціонального використання природних ресурсів.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25.06.1991 р. № 1264-XII: станом на 29 черв. 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264->

[12#Text](#) (дата звернення: 07.10.2024).

2. Андріївна К., Сергіївна А. Екологічне положення України. проблеми правового регулювання. *Grail of science*. 2023. № 28. С. 107–110. URL: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.09.06.2023.16> (дата звернення: 08.10.2024).

УДК 621.311.1

*Вольвач Т.С., асистент, СНАУ, Суми, Україна*

## **МОДЕРНІЗАЦІЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ У НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ: ШЛЯХ ДО ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ**

У сучасних умовах енергоефективність стає не просто важливим аспектом, а стратегічним пріоритетом для розвитку освітньої інфраструктури. Навчальні заклади, особливо великі університетські кампуси та школи, споживають значну кількість енергоресурсів. Вони потребують енергії для підтримки комфортних умов навчання, що включає опалення, вентиляцію, освітлення та роботу електронних пристроїв. Проте традиційні енергетичні системи в таких закладах часто застарілі та не відповідають сучасним стандартам ефективності, що веде до перевитрат енергії та зростання витрат на її споживання.

Модернізація енергетичних систем в освітніх закладах дозволяє не тільки значно скоротити експлуатаційні витрати, але й зробити внесок у глобальні зусилля щодо зменшення викидів парникових газів. Сучасні технології, такі як сонячні панелі, теплові насоси та системи управління енергоспоживанням, дозволяють навчальним закладам знижувати залежність від традиційних енергетичних ресурсів. Крім того, це робить їх більш незалежними від коливань цін на енергоносії та економічної нестабільності, що також важливо в умовах зростаючої економічної та енергетичної кризи. Використання відновлюваних джерел енергії, наприклад, сонячної енергії, є одним із найперспективніших напрямків. Встановлення сонячних панелей на дахах шкіл чи університетів дозволяє покривати частину або й повністю енергетичні потреби закладу. У поєднанні з акумуляторними системами зберігання енергії такі рішення дають можливість закладам забезпечувати автономне енергопостачання, зменшуючи залежність від зовнішніх джерел. Це особливо важливо у віддалених регіонах або в місцях, де доступ до стабільної енергомережі є проблемним.

Інший ключовий аспект – це впровадження інтелектуальних систем управління енергоспоживанням, які здатні автоматизувати процеси керування енергією та підвищити ефективність її використання. Такі системи можуть враховувати різні фактори, як-от кількість осіб у приміщенні, природне освітлення та погодні умови, що дозволяє оптимізувати використання електроенергії та тепла. Наприклад, датчики руху можуть автоматично регулювати освітлення в аудиторіях, коли вони порожні, або регулювати температуру в приміщеннях залежно від наявності людей.

Модернізація енергетичних систем має і важливий освітній аспект. Освітні заклади є місцем, де формується свідомість майбутніх поколінь, і тому вони мають бути прикладом сталого розвитку та раціонального використання ресурсів. Інвестиції в енергоефективні технології не лише підвищують комфорт і знижують витрати, але й служать наочним прикладом для студентів та учнів. Це дозволяє їм вивчати новітні технології та усвідомлювати важливість екологічного підходу до енергоспоживання, що може стати частиною навчальної програми. Залучення студентів до проєктів модернізації, наприклад через лабораторні дослідження чи проєктну роботу, сприяє формуванню енергетичної культури та екологічної відповідальності.

У багатьох країнах світу вже є приклади успішної модернізації енергетичних систем у навчальних закладах. Наприклад, у скандинавських країнах більшість нових шкіл будуються з використанням принципів енергоефективності – з використанням геотермальних систем, сонячних панелей та систем рекуперації тепла. Це дозволяє їм бути майже енергетично незалежними та служити прикладом для інших регіонів. В Україні такі проєкти тільки набирають

популярності, але є значний потенціал для їх реалізації.

Отже, модернізація енергетичних систем навчальних закладів є важливою складовою сталого розвитку. Вона сприяє не лише зниженню енергоспоживання та фінансових витрат, але й допомагає формувати екологічно свідому молодь. Інвестиції в енергоефективність сьогодні – це інвестиції в майбутнє країни та планети загалом.

УДК 621.548

*Ляшко М. Ю., магістр, СНАУ, Суми, Україна.*

## **СТРУКТУРНІ ОСОБЛИВОСТІ КОМБІНОВАНИХ ВІТРОВИХ ТУРБІН**

*Вступ.* Комбіновані вітрові турбіни є інноваційними пристроями для виробництва електроенергії, що поєднують декілька різних технологій генерації енергії з вітру. Основна мета такого комбінування полягає в підвищенні ефективності використання енергії вітру та розширенні можливостей турбіни в умовах різної швидкості вітру.

*Розглянемо структурні особливості цих турбін.*

*1. Мульти-роторна конструкція.* Однією з основних структурних особливостей комбінованих вітрових турбін є наявність декількох роторів. Замість одного великого ротора, як це властиво традиційним вітровим турбінам, комбіновані турбіни можуть мати кілька менших роторів, які працюють одночасно. Така конструкція дозволяє збільшити площу, що захоплює вітер, і зменшити втрати енергії. Окрім того, декілька роторів можуть працювати ефективніше на різних швидкостях вітру, що підвищує загальну продуктивність.

*2. Вертикально-горизонтальна комбінація.* Деякі комбіновані турбіни поєднують як горизонтальні, так і вертикальні осі обертання. Вітротурбіни з горизонтальною віссю (HAWT) ефективніші на високих швидкостях вітру, тоді як турбіни з вертикальною віссю (VAWT) краще працюють при низьких швидкостях або в умовах змінного напрямку вітру. Комбінація цих двох типів дозволяє значно підвищити ефективність генерації енергії в різних кліматичних умовах.

*3. Аеродинамічна оптимізація лопатей.* Лопаті комбінованих турбін можуть мати вдосконалену форму та матеріали для покращення аеродинамічних властивостей. Використання легких та міцних композитних матеріалів дозволяє зменшити вагу турбіни і знизити навантаження на конструкцію, що важливо для збільшення терміну служби турбіни. Крім того, лопаті можуть мати спеціальні пристрої для зменшення турбулентності та підвищення коефіцієнта захоплення енергії.

*4. Система адаптивного управління.* Сучасні комбіновані турбіни часто обладнуються системами управління, що дозволяють змінювати кути нахилу лопатей, орієнтацію турбіни відносно напрямку вітру та інші параметри в режимі реального часу. Це дозволяє підвищити ефективність роботи при змінних умовах вітру і мінімізувати зношування механічних частин.

*5. Інтеграція з іншими джерелами енергії.* Окремим напрямком розвитку комбінованих вітрових турбін є інтеграція з іншими джерелами відновлюваної енергії, такими як сонячні панелі або гідротурбіни. Такі системи дозволяють збалансувати виробництво енергії в залежності від природних умов і забезпечити стабільніше енергопостачання.

*Висновок.* Комбіновані вітрові турбіни є важливим напрямком у розвитку відновлюваної енергетики завдяки своїм структурним особливостям і інноваціям. Вони поєднують різні типи вітроенергетичних технологій, що дозволяє підвищити ефективність роботи за різних умов вітру і збільшити загальну потужність генерації. Мульти-роторні конструкції, поєднання горизонтальних і вертикальних осей обертання, а також вдосконалені аеродинамічні форми лопатей дозволяють максимізувати використання енергії вітру.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кузнецов, С. П. Вітрові електростанції: сучасні технології та перспективи розвитку. – Київ: Наукова думка, 2018. – 320 с.
2. Іванов, О. В., Петров, М. С. Аеродинаміка вітрових турбін з комбінованими роторними системами // Енергетика майбутнього. – 2020. – Т. 5, № 3. – С. 55-65.
3. Бойко, Т. І. Інновації у вітровій енергетиці: комбіновані технології та їхнє застосування // Відновлювана енергетика України. – 2021. – № 2. – С. 22-30.
4. Конструкції та матеріали для лопатей вітрових турбін: збірник наукових статей / За редакцією В. Г. Кравченк
5. Вітрові турбіни комбінованого типу та перспективи їхнього розвитку / Національний центр вітроенергетики України. – Київ: Центр енергетичних досліджень, 2022. – 150 с.

УДК 621.311

*Вольвач Т. С., асистент, СНАУ, Україна*

## ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В УКРАЇНІ

Енергоефективність є ключовим елементом стратегії сталого розвитку України, оскільки зменшення енергоспоживання та підвищення ефективності використання енергоресурсів сприятиме не лише економічному зростанню, але й екологічній безпеці. В умовах залежності від імпорту енергоносіїв та високого рівня енергетичних втрат у промисловості та побуті, Україна повинна активніше впроваджувати сучасні енергоефективні технології, реформувати енергетичну інфраструктуру та стимулювати використання відновлюваних джерел енергії. Це дозволить знизити навантаження на економіку, підвищити енергетичну незалежність країни, зменшити шкідливі викиди та покращити якість життя громадян.

Енергоефективність в Україні має вирішальне значення не тільки в контексті внутрішніх викликів, але й у рамках євроінтеграційних процесів. Відповідно до Угоди про асоціацію з ЄС та Договору про заснування Енергетичного співтовариства, Україна зобов'язалася досягати цілей, пов'язаних зі скороченням енергетичних витрат і впровадженням стандартів енергоефективності, що діють у країнах Європейського Союзу.

Пріоритетними напрямками для підвищення енергоефективності в Україні є наступні.

Модернізація житлового фонду. Багато будівель в Україні не відповідають сучасним стандартам енергоефективності, що призводить до надмірного споживання енергії. Проведення термомодернізації багатоквартирних будинків та приватних осель може значно знизити втрати тепла та витрати на опалення.

Впровадження енергоефективних технологій, автоматизації та модернізації обладнання може допомогти підприємствам знизити енергетичні витрати та підвищити їх конкурентоспроможність.

Розвиток відновлюваної енергетики. Враховуючи великий потенціал України у використанні сонячної, вітрової та біоенергетики, країна має можливість суттєво зменшити залежність від викопних палив. Програми підтримки "зеленої" енергетики, такі як "зелений тариф", стимулюють інвестиції у відновлювані джерела енергії.

Підвищення обізнаності громадян та бізнесу. Програми інформування, освітні кампанії та фінансові стимули для впровадження енергоефективних рішень у побуті й бізнесі є важливим фактором для формування культури енергоощадності в Україні.

Зменшення втрат в енергетичних мережах. Втрата енергії під час її транспортування залишається значною проблемою для енергетичної системи України. Інвестиції в модернізацію мереж електропостачання та теплопостачання здатні підвищити ефективність енергетичної системи загалом.

Таким чином, активні реформи в сфері енергоефективності не лише допоможуть Україні підвищити енергетичну безпеку, але й стануть важливим кроком на шляху до побудови екологічно стійкого майбутнього, зменшуючи викиди парникових газів і сприяючи переходу на



низьковуглецеву економіку.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Басок Б. І., Базєєв Є. Т., Дубовський С. В. Енергетика і глобальне потепління. Київ: Наук. думка. 2023. 170 с. ISBN 978-966-00-1841-9
2. Карп І. М., Нікітін Є. Є., Басок Б. І., Дубовський С. В. та ін. Стан та шляхи розвитку систем централізованого теплопостачання в Україні. Київ: Наук. думка. Т. 2. 2022. 200 с. ISBN 978-966-00-1828-8

УДК 621.316

*Божко А.В., магістрант, Юрченко О.Ю., старший викладач, СНАУ, Суми, Україна*

### НЕГАТИВНИЙ ВПЛИВ ВИЩИХ ГАРМОНІК НА РОБОТУ ЕЛЕКТРОПРИЙМАЧІВ

Вищі гармонійні складові в струмах нелінійних електроспоживачів призводить до негативних, а іноді і катастрофічних наслідків. Можливий перегрів і руйнування нульових робочих провідників кабельних ліній внаслідок їх перевантаження струмами третьої гармоніки. Це відбувається тоді, коли струми в нульових робочих провідниках значно перевершують струми фазних провідників, а захист від струмових перевантажень в колах нульових провідників не передбачена. Варто відзначити також прискорене старіння ізоляції при підвищенні робочої температури струмонесучих провідників [1]. Нульовий робочий провідник не захищений від перегріву автоматичними вимикачами або запобіжниками.

До появи приладів з імпульсними блоками живлення в системах електропостачання струм містив лише основну гармоніку (50 Гц). Отже, струм в нульовому робочому провіднику не міг перевершувати струм у найбільш навантаженій фазі, тобто захист на фазних провідниках одночасно захищала від перегріву і нульовий робочий провідник. Крім того, в процесі експлуатації нерівномірність розподілу струмів по фазах повинна бути не більше 10%. Тому при визначенні тривало допустимих струмів за умов нагрівання проводів та кабелів, нульовий робочий провідник системи трифазного струму, заземлювальні і нульові захисні провідники в розрахунок не приймаються, оскільки струм в цих провідниках при наявності лінійних електроспоживачів істотно менше струмів у фазних провідниках [2]. У разі нелінійних електроспоживачів струми в нульових робочих провідниках перевищують фазні (гранично - в 1,73 рази, коли ширина імпульсу струму дорівнює 60 електричним градусам).

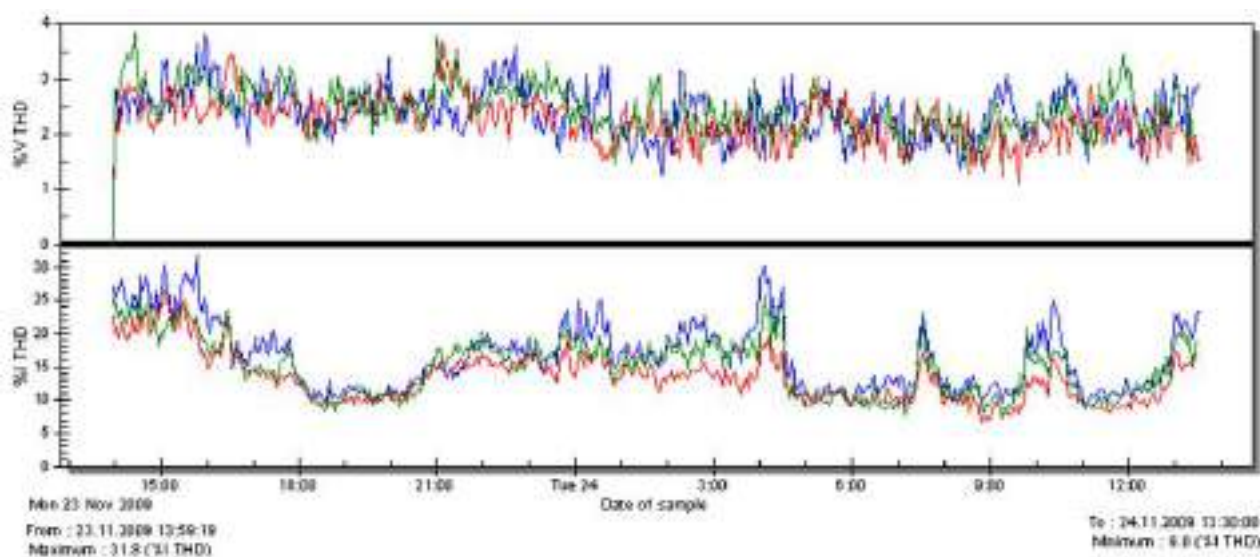


Рисунок 1 - Зміни коефіцієнтів спотворення синусоїдальності фазних напруг і струмів

Коефіцієнти спотворення струмів і напруг досить сильно змінюються протягом доби

(рис. 1). Тому значення тривало допустимих струмів у разі нелінійних електроспоживачів повинні бути знижені. На корпусах електрообладнання, підключеного до нульового проводу, можуть виникати напруги, які надають при дотику подразнюючу вплив на людину. Однак у випадках використання протяжних ліній малого перерізу може виникати небезпечна (більше 50 В) напруга дотику на корпусах електроприймачів в системі TN-C, коли функції нульового захисного і нульового робочого провідників об'єднані в одному провіднику. При системі TN-S подібний ефект теоретично може виникнути при протіканні по нульовому захисному провіднику струму значної величини (при короткому замиканні). Наслідком характеру струму, споживаного імпульсною навантаженням, є спотворення синусоїди напруги, що діє на затискачах навантаження [3].

Несинусоїдальні струми, протікаючи по опору, викликають падіння напруги на ньому. В результаті, на затискачах нелінійного електроспоживачі, а також на затискачах всіх інших електроспоживачів, включених паралельно йому, з'являється несинусоїдальна напруга, зазвичай - «пласка» синусоїда. Деформація синусоїди напруги живлення призводить до зниження значення амплітуди вхідної напруги, в наслідок цього знижується напруга на конденсаторі.

Зниження рівня напруги на конденсаторі, з якого здійснюється живлення високочастотного перетворювача, а далі і кіл постійного струму, може призвести до зниження рівня випрямленої напруги. Але в більшості імпульсних джерел живлення передбачена система стабілізації вихідної напруги, наприклад методом широтно-імпульсного регулювання [4]. Зниження рівня вхідної напруги в допустимих межах не викликає зниження рівня вихідного постійної напруги.

При методі широтно-імпульсного регулювання зниження вхідної напруги викликає збільшення тривалості імпульсів струму високочастотного перетворювача по відношенню до тривалості пауз. Це означає збільшення струму, споживаного високочастотним перетворювачем в середньому за період і збільшення швидкості розряду конденсатора. Більший струм, споживаний високочастотним перетворювачем, збільшуються теплові втрати в елементах імпульсного джерела живлення. Так, зниження вхідної напруги на 10% викличе збільшення струму на 11%, а теплових втрат - на 23%.

Гармоніки, що генеруються нелінійним навантаженням, створюють додаткові втрати в трансформаторах. Ці втрати можуть призвести до значних втрат енергії і бути причиною виходу з ладу трансформаторів внаслідок перегріву.

Протікання по обмотках трансформатора несинусоїдальних струмів, внаслідок поверхневого ефекту і ефекту близькості, призводить до збільшення активного опору обмоток трансформатора і, як наслідок, до додаткового нагрівання. Термін служби трансформатора залежить від нагрівання його частин і не дозволяє при несинусоїдальному струмі використовувати трансформатор на всю його номінальну потужність, її доводиться занижувати. Наприклад, повне завантаження трансформатора може наступити при використанні лише 80% номінальної потужності, зазначеної в його паспортних даних. Якщо не враховувати перевищення температури і спробувати використовувати трансформатор відповідно з його номінальними даними, термін його служби цілком може скоротитися з 40 років до 40 днів.

Крім того, високочастотні гармоніки струму - це причина появи вихрових струмів в обмотках трансформатора, що викликає додаткові втрати потужності і перегрів трансформатора. Для лінійних навантажень, втрати на вихрові струми становлять в загальних втратах приблизно 5%, з нелінійним навантаженням вони іноді зростають в 15-20 разів.

Висновки. Вищі гармонійні складові в струмах нелінійних споживачів електроенергії можуть спричиняти негативні, а іноді й катастрофічні наслідки. Все це призводить до перегріву та пошкодження нульових робочих провідників кабельних ліній через їх перевантаження струмами третьої гармоніки.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Harmonic Trend in the USA: A Preliminary Survey. I.M. Nejdawi, A.E. Emanuel, D.J. Pileggi,

- M.J. Corridor, R.D. Archambeault // IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 14, I 4, 1999, pp. 1488-1494.
2. IEEE STD 399-1997, IEEE Recommended Practice for Industrial and Commercial Power Systems Analysis (IEEE Brown book) (ANSI).
  3. ДЕСТ 13109-97 “Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення”.
  4. Лютий О.П. Комплексний аналіз несиметрії і несинусоїдальності в системах електропостачання з різкозмінним наван-таженням / О.П. Лютий. – Технічна електродинаміка, 2002, ч. 2. – С. 104–107.

UDC 004.946

*Vasylenko O.O., Ph.D., Associate Professor, Sumy National Agrarian University*

### **THE FIELD OF LABOR PROTECTION IN UNIVERSITIES**

Currently, students cannot be considered truly insured against accidents at work, because the Social Insurance Fund for Accidents at Work and Occupational Diseases (FSSNVPZ) of Ukraine determines insurance payments to the victims (or persons representing them) based on the wages of the victim, and in most cases, students are not included in the staff of the enterprise as employees during their educational or industrial practice. The main task of the management of agricultural universities in modern conditions is the organization of the educational process (practice) so that they learn technological processes and participate in them under the constant supervision of professors and teaching staff, masters of industrial training, heads of laboratories, specialists of educational and industrial units, other experienced specialists. The conditions for the safe implementation of the educational process should be regulated by labor protection documents developed and approved in the agricultural university: regulations, instructions, duties, lists. It is necessary to implement an occupational health and safety management system (OSH) adapted to international standards ISO 9001, ISO 14001, BS OH SAS18001, ISO 50001, ISO 27001, ISO 22000, ISO 28000 in the agricultural university. OSH should cover both the workforce and the entire student body, and involve not only the management and specialists of the labor protection service (department) of the agricultural university, but also other officials and employees in the implementation of labor protection measures. Employees should be familiarized with their occupational health and safety obligations, and students with occupational safety requirements during the educational process. The educational process in agrarian higher educational institutions involves conducting various types of practical training both in the universities themselves and in structural subdivisions - educational and research farms (RDF) and other separate subdivisions (VP) - botanical gardens, agronomic research stations, forest research stations and carrying out various laboratory works. Many thousands of scientific and pedagogical workers, auxiliary and service personnel, students are daily exposed to the danger of the influence of various negative factors. The agrarian sector of production is characterized by the presence of various harmful (unfavorable) and dangerous factors that threaten the life and health of workers, can lead to occupational diseases and injuries at workplaces (on a forest plot, a farm, in a field, a greenhouse, a repair shop). Therefore, at the request of a number of basic law enforcement documents regulating occupational safety and hygiene in all agricultural universities, the position of occupational safety engineer or head of the occupational safety department is included in the staff list. In his work, he is guided by the Constitution of Ukraine, a number of Laws of Ukraine, codes, NPAOP, DSTU, regulations, orders, lists, recommendations, lists of works, conventions, norms, general requirements, rules, forms. In total - 67 documents. The work of an occupational health and safety specialist at an agricultural university must be directed in the following main areas: - organizational principles of the occupational health and safety management system; - organization of labor protection training; - organizational principles of labor protection work in the educational process; - the procedure for investigating accidents that have occurred; - organizational aspects of the fire safety system; - organizational principles of electrical safety; - ensuring sanitary and hygienic

standards in the educational process; - ensuring occupational health and safety standards during practical training. By taking measures to prevent and reduce production risks, it is necessary to prevent the participation of higher education graduates who are in practice in agricultural universities to perform work of increased danger or under unfavorable conditions of the production environment, in the presence of unremedied harmful and dangerous production factors.

УДК 621.313.333

*Стегній В.О., бакалаврант, СНАУ, Суми, Україна*

## **ЗАХИСТ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ ВІД АВАРІЙНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ**

Захист асинхронних двигунів від аварійних режимів роботи є критично важливим завданням для забезпечення їх надійності та ефективності в промислових процесах. Асинхронні електродвигуни є основними елементами в багатьох сферах виробництва, однак їх експлуатація може супроводжуватися численними ризиками, які призводять до поломок, зупинок і навіть загроз для безпеки персоналу. Аварійні режими можуть включати перевантаження, короткі замикання, втрати фази, перегрів, а також збої в електроживленні. Кожен з цих режимів може негативно вплинути на роботу двигуна, скорочуючи його термін служби і викликаючи значні фінансові витрати.

Перевантаження є одним із найпоширеніших аварійних режимів, що виникає, коли навантаження на двигун перевищує його номінальні параметри. Це може призвести до перегріву обмоток, що в свою чергу спричиняє їх вихід з ладу. Щоб запобігти перевантаженню, використовуються автоматичні вимикачі та реле перевантаження, які відключають двигун при досягненні критичного рівня струму. Теплові реле контролюють температуру обмоток і реагують на її підвищення, що також допомагає уникнути перегріву.

Збої в електроживленні можуть негативно вплинути на роботу асинхронних двигунів. Нестабільність напруги або частоти живлення може призвести до зменшення крутного моменту та збільшення втрат. Використання систем контролю напруги дозволяє автоматично вимикати двигун при виявленні відхилень від нормальних параметрів. Це забезпечує стабільну роботу двигуна та зменшує ризик пошкоджень.

Короткі замикання є ще одним небезпечним аварійним режимом, що може спричинити миттєве пошкодження обмоток. Для захисту від короткого замикання використовуються захисні автоматичні вимикачі, які швидко реагують на зміни в електричному колі. Вони здатні відключити двигун ще до того, як відбудеться серйозне пошкодження, що суттєво знижує ризики.

Втрати фази, які виникають при відключенні однієї з фаз живлення, призводять до асиметричної роботи двигуна, що може викликати механічні пошкодження. Системи, які моніторять стан кожної фази, можуть автоматично вимикати двигун при виявленні втрати фази, запобігаючи можливим наслідкам.

Перегрів двигуна може бути викликаний як тривалими перевантаженнями, так і недостатнім охолодженням. Сучасні технології моніторингу дозволяють в режимі реального часу контролювати температуру, що дозволяє виявляти проблеми на ранніх стадіях. Вбудовані контролери і сенсори, які використовуються в системах моніторингу, здатні аналізувати різні параметри роботи двигуна та сигналізувати про можливі несправності.

Для забезпечення унеможливлення ураження струмом обслуговуючого персоналу та виключення нещасних випадків, широко застосовуються пристрої захисного вимкнення. Дані пристрої використовуються як диференційні вимикачі або диференційні автоматичні вимикачі в поєднанні з електричними апаратами. На відміну від автоматичних вимикачів, диференційні автомати реагують не тільки на перегрів ізоляції внаслідок короткого замикання та перевантаження, а й на витік струму, що є небезпечним для обслуговуючого персоналу.

Комплексний підхід до захисту асинхронних двигунів включає інтеграцію всіх зазначених методів у єдину систему, що дозволяє здійснювати ефективний контроль за станом

обладнання. Впровадження сучасних технологій автоматизації, а також системи дистанційного моніторингу роблять процеси більш прозорими і знижують ймовірність виникнення аварійних ситуацій.

Загалом, забезпечення належного захисту асинхронних двигунів від аварійних режимів роботи є важливою складовою безпеки та ефективності промислових процесів. Впровадження новітніх технологій та систем моніторингу дозволяє своєчасно виявляти і запобігати аваріям, що суттєво підвищує надійність і довговічність електричних приводів. Зміцнення систем захисту також сприяє зменшенню витрат на обслуговування та ремонти, що, в свою чергу, позитивно позначається на економічній ефективності підприємств.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Соколов М.М. Петров Л.П., Масанділов Л.Б., Ладензон В.А. Електромагнітні перехідні процеси в асинхронному електроприводі. – М.: Енергія, 2007. – 200 с.
2. Таран В.П. Діагностування електрообладнання. – Київ: Техніка, 2003. - 200с.
3. Технічна механіка. Підручник. Калетнік Г.М., Булгаков В.М., Черниш О.М., Кравченко І.Є., Солоня О.В., Цуркан О.В. – К.: «Хай-Тек-Прес», 2011. – 340 с.
4. Федосєєв А.М. Релейний захист електричних систем. Підручник для вузів. – М.: Енергія, 2006. – 560с.

УДК 621.311

*Вольвач Т.С., асистент, СНАУ, Суми, Україна*

### **ВИКОРИСТАННЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛІВ В УКРАЇНІ**

Фотоелектричні модулі є важливим компонентом енергетичної стратегії України, що спрямована на досягнення енергетичної незалежності та підвищення частки відновлюваної енергії в енергетичному балансі. У 2024 році вони продовжують активно впроваджуватися як у приватному, так і в комерційному секторах, завдяки державній підтримці, міжнародним інвестиціям і технологічним інноваціям

Використання фотоелектричних модулів в Україні активно розвивається на тлі зростаючого інтересу до відновлюваних джерел енергії, а також у контексті посилення потреби в енергетичній незалежності країни. Фотоелектричні модулі (ФЕМ), або сонячні панелі, використовують ефект перетворення сонячної енергії в електричну, що дозволяє створювати стійкі та екологічні джерела енергії. Їхнє застосування в Україні охоплює кілька ключових напрямків: комерційне використання фотоелектричні модулі активно використовуються на промислових і комерційних об'єктах для зменшення витрат на електроенергію та підвищення енергонезалежності підприємств. Багато компаній у різних секторах економіки, включаючи аграрний, виробничий та ІТ-сектори, інтегрують сонячні панелі для покриття частини своїх енергетичних потреб. З кожним роком зростає кількість приватних домогосподарств, які встановлюють сонячні панелі на дахах будинків або на прибудинкових територіях. Це дає можливість не лише знизити витрати на електроенергію, але й отримувати додатковий дохід від продажу надлишкової електроенергії в мережу за "зеленим тарифом" або іншими схемами. Встановлення ФЕМ у приватному секторі також стимулюється державними програмами підтримки та пільговими кредитами на енергоефективність. Малі та середні сонячні електростанції (СЕС) в Україні продовжують зростати інвестиції в малі та середні сонячні електростанції, особливо в південних регіонах, які мають сприятливі кліматичні умови.

Інтеграція з системами накопичення енергії. Завдяки розвитку технологій зберігання енергії, фотоелектричні модулі стають більш ефективними. Акумуляторні системи дозволяють накопичувати електроенергію, що виробляється вдень, і використовувати її вночі або під час пікових навантажень. Це робить сонячну енергію більш доступною і надійною для споживачів у різні періоди доби. Інноваційні рішення та нові технології на ринку України з'являються нові типи фотоелектричних модулів, які відзначаються вищою ефективністю та три-

валішим терміном експлуатації.

Перспективи розвитку в Україні потенціал для використання фотоелектричних модулів дуже високий завдяки сприятливим кліматичним умовам, особливо в південних областях, таких як Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька та Дніпропетровська. З кожним роком зростають державні та міжнародні інвестиції в цю галузь. Крім того, подальша інтеграція з європейськими енергетичними ринками дозволить країні розширити експорт відновлюваної електроенергії, створеної за допомогою сонячних панелей.

Екологічна та соціальна складова використання фотоелектричних модулів сприяє зменшенню викидів парникових газів та зниженню залежності від традиційних енергетичних ресурсів, таких як вугілля та газ. Це важливо в контексті боротьби зі зміною клімату та виконання міжнародних зобов'язань України за Паризькою кліматичною угодою. Крім того, розвиток сонячної енергетики створює нові робочі місця та стимулює розвиток технологічного сектору країни.

УДК 636.4.033

Чанцев В. В., магістрант, Савойський О. Ю., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна

### ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ СОНЯНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ УМОВ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Електрозабезпечення фермерських господарств є важливим аспектом ефективного ведення сільського господарства, особливо в умовах Сумської області України, де сонячна енергія може стати надійним і екологічним джерелом електроенергії. Використання сонячних панелей на фермах не лише знижує витрати на електрику, але й сприяє сталому розвитку аграрного сектору.

В Сумській області, яка має значну кількість сонячних днів на рік, впровадження сонячних технологій може істотно поліпшити енергетичну незалежність фермерських господарств. Основною величиною, яка буде впливати на кількість виробленої електричної енергії від геліосистеми, є значення інсоляції сонячної радіації. На рисунку 1. показано залежності середньомісячного значення інсоляції сонячної радіації на квадратний метр протягом року для Сумського регіону. За даними рис. 1 можна зробити висновок, що регіон демонструє сприятливі умови для генерації сонячної енергії, що робить її економічно вигідною альтернативою традиційним джерелам енергії.

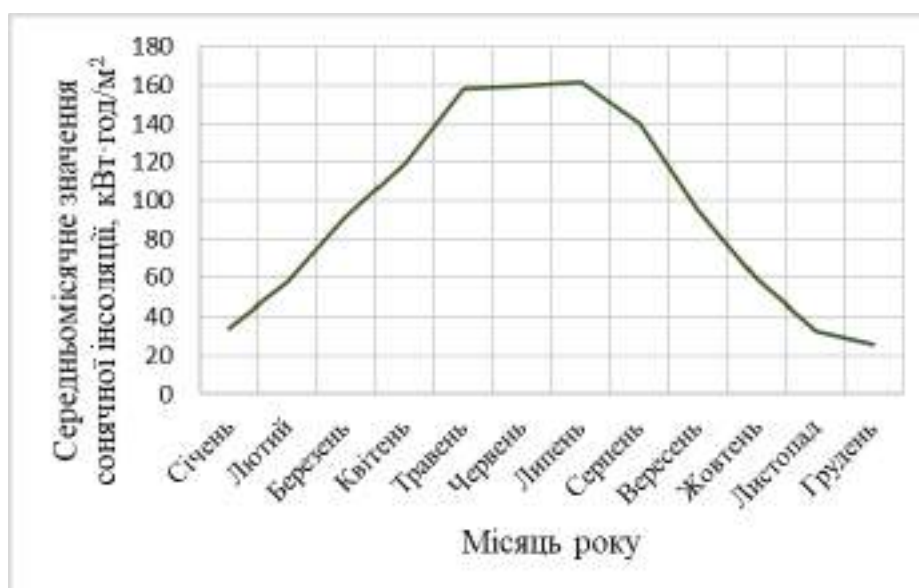


Рис. 1. Середньомісячні значення інсоляції сонячної радіації на квадратний метр протягом року для Сумського регіону

Системи електрозабезпечення, що базуються на сонячній енергії, можуть включати не лише самі панелі, але й акумулятори для зберігання електроенергії. Це дозволяє фермерським господарствам мати доступ до електрики навіть у нічний час або під час похмурої погоди. Встановлення таких систем забезпечує безперебійне електропостачання для різноманітних сільськогосподарських потреб: поливу, обробки ґрунту, освітлення та охолодження.

Однією з переваг сонячних електростанцій є їх низькі експлуатаційні витрати. Після початкових інвестицій у встановлення системи, фермери можуть значно зменшити свої витрати на електрику. Більше того, використання відновлювальних джерел енергії підвищує екологічну відповідальність агрокомпаній і сприяє покращенню іміджу серед споживачів.

Необхідно також врахувати, що впровадження сонячних технологій вимагає певних знань і навичок. Фермерам слід отримати інформацію про правильний вибір обладнання, його установку та обслуговування. Для цього можуть бути корисні консультації з фахівцями, участь у навчальних програмах та семінарах.

Використання сонячної енергії в аграрному секторі може стати запорукою успіху для фермерських господарств Сумської області, забезпечуючи їх стабільним, економічно вигідним і екологічно чистим джерелом енергії. Зростаючий попит на екологічно чисті продукти та технології тільки підкреслює необхідність переходу до сталого сільського господарства, що спирається на відновлювальні джерела енергії.

УДК 628.12

*Стоцький Я. В., магістрант, Рясна О. В., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна*

## **ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ НАСОСА СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ**

Підвищення ефективності роботи електроприводів насосів у системі водопостачання виробничих приміщень є важливим завданням для оптимізації енергоспоживання, зменшення витрат та забезпечення стабільної роботи технологічних процесів. Одним із ключових підходів до підвищення ефективності є правильний вибір насосного обладнання. Насос має відповідати реальним потребам системи за продуктивністю і натиском, щоб уникнути перевитрати енергії. Крім того, використання сучасних енергоефективних двигунів класу IE3 або IE4 дозволяє зменшити втрати енергії за рахунок мінімізації нагрівання і зношування. Одним із найефективніших рішень для регулювання роботи насосів є застосування частотних перетворювачів. Вони дають змогу змінювати швидкість обертання двигуна відповідно до поточного водоспоживання, що допомагає уникнути перевантажень і перевитрати енергії. Частотні перетворювачі також забезпечують плавний пуск і зупинку насоса, зменшуючи зношування механічних частин і підвищуючи термін служби обладнання. Завдяки цим технологіям можна знизити споживання електроенергії на 20-60%.

Системи автоматизації та інтелектуального управління насосами також відіграють важливу роль у підвищенні енергоефективності. Використання автоматичного контролю тиску дозволяє підтримувати постійний тиск у мережі, адаптуючи роботу насосів до змінного водоспоживання. Крім того, аналіз моделей споживання води протягом доби допомагає налаштувати роботу насосів залежно від пікових та мінімальних навантажень, що дозволяє знизити енергоспоживання та уникнути перевантажень. Для зменшення гідравлічних втрат у системі водопостачання важливо оптимізувати діаметри трубопроводів, щоб знизити втрати тиску, а також використовувати насоси з більш ефективними робочими колесами, які мають поліпшену гідродинамічну форму. Ці заходи сприяють зниженню опору потоку води та підвищенню загальної продуктивності системи.

Ще одним підходом до підвищення ефективності є впровадження енергозберігаючих технологій, таких як рекуперація енергії. У деяких системах можна використовувати надлишкову енергію, що виникає під час гальмування насосів або зниження швидкості пото-

ку, для повернення її до мережі або використання в інших процесах. Це допомагає зменшити загальне споживання електроенергії. Також важливим є уникнення теплових втрат через ізоляцію трубопроводів, особливо якщо мова йде про передачу води на великі відстані або роботу з високими температурами.

Регулярне технічне обслуговування є ще одним важливим фактором, що впливає на ефективність роботи насосних установок. Перевірка стану підшипників, мастильних матеріалів, очищення фільтрів і регулярний моніторинг стану електродвигунів дозволяють вчасно виявляти несправності та запобігати аваріям, що забезпечує тривалу і стабільну роботу системи. Модернізація старих насосних систем може мати значний вплив на підвищення їх ефективності. Встановлення нових, більш продуктивних насосів та двигунів із високими показниками енергоефективності, інтеграція з інтелектуальними системами управління або заміна застарілих елементів на нові технологічні рішення можуть значно знизити енерговитрати та підвищити надійність роботи системи. І так, для підвищення ефективності роботи електроприводів насосів у системах водопостачання виробничих приміщень можна використовувати широкий спектр заходів: від застосування частотних перетворювачів та автоматизованих систем управління до модернізації гідравлічних компонентів і регулярного технічного обслуговування. Кожен з цих підходів сприяє зниженню енергоспоживання, підвищенню надійності та збільшенню строку експлуатації обладнання.

УДК 621.548.4

*Ляшко М. Ю., магістр, СНАУ, Суми, Україна.*

## **АНАЛІЗ КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ВІТРОУСТАНОВОК**

*Вступ.* Аналіз комбінованих систем на основі вітроустановок є важливим аспектом розвитку відновлюваних джерел енергії, що спрямований на забезпечення стабільності енергопостачання та підвищення ефективності використання енергії вітру. Вітрові електростанції мають велику потенційну потужність, однак вони залежать від мінливості вітру, що створює виклики для стабільного забезпечення електроенергією. Для вирішення цієї проблеми в сучасних енергосистемах все частіше використовують комбіновані системи, які поєднують вітроустановки з іншими джерелами енергії або накопичувальними системами.

*Особливості комбінованих систем.*

Комбіновані енергосистеми дозволяють інтегрувати різні типи відновлюваних джерел енергії, що компенсують недоліки один одного. Основні варіанти таких систем включають:

1. Вітро-сонячні системи: Цей тип систем поєднує енергію вітру та сонця, що дозволяє збалансувати енергопостачання протягом доби і сезонів. Сонячні панелі ефективно працюють в сонячні дні, коли може бути недостатньо вітру, тоді як вітрові установки забезпечують електроенергію в хмарну погоду та вночі.

2. Вітро-акумуляторні системи: Використання акумуляторних систем для зберігання енергії дозволяє накопичувати надлишки енергії в періоди сильного вітру і використовувати її під час затишшя. Це забезпечує стабільне електропостачання та дозволяє знизити залежність від інших джерел енергії.

*Переваги комбінованих систем.*

**Підвищена стабільність:** Комбіновані системи дозволяють уникати різких коливань у виробництві енергії за рахунок використання кількох джерел, що значно підвищує стабільність електропостачання.

1. **Оптимізація використання ресурсів:** Інтеграція різних видів джерел енергії забезпечує більш ефективне використання природних ресурсів та знижує втрати енергії.

2. **Зменшення викидів:** За рахунок збільшення частки відновлюваних джерел енергії в комбінованих системах знижується залежність від викопного палива, що допомагає зменшити викиди парникових газів і боротися зі змінами клімату.

*Виклики та перспективи.*



Попри численні переваги, комбіновані системи на основі вітроустановок стикаються з низкою викликів:

**1. Технологічна складність:** Інтеграція різних типів енергосистем вимагає розвитку складних управлінських алгоритмів і оптимізаційних методів для забезпечення максимальної ефективності.

**2. Фінансові витрати:** Хоча використання відновлюваних джерел енергії є довгостроковою інвестицією, початкові витрати на створення комбінованих систем можуть бути високими, особливо при використанні систем зберігання енергії.

*Висновки.* Комбіновані системи на основі вітроустановок є ключовим елементом майбутнього енергетичного сектора, що дозволяє ефективно використовувати природні ресурси і забезпечувати стабільність енергопостачання. Для подальшого розвитку необхідно вирішити питання технологічної інтеграції, зниження витрат та удосконалення регуляторної бази. Комбінування вітрової енергії з іншими джерелами або накопичувальними технологіями має великий потенціал для сталого розвитку енергетики.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пелешенко Ю.І. Вітроенергетичні системи: навчальний посібник. – Київ: НТУУ "КПІ", 2015. – 324 с.
2. Брукс А. Гібридні системи відновлюваної енергетики. Перспективи і виклики: стаття у журналі "Енергетика і сталий розвиток". – 2020. – №5. – С. 42-50.

UDC 004.946

*Vasylenko O.O., Ph.D., Associate Professor, Sumy National Agrarian University*

### CRITICAL RISKS OF THE ENVIRONMENTAL CONDITION OF THE SUMY REGION TAKING INTO ACCOUNT THE COEFFICIENT OF PROGRESS

In 2022, the Environmental Protection Program of the Sumy Region was developed and approved - a system of principles, priority directions and specific tasks in the field of environmental protection. The main goal of the program is the implementation of the state environmental policy, the stabilization and improvement of the ecological state of the environment and the reduction of environmental risks by ensuring the protection, rational use and reproduction of natural resources of the Sumy region, in particular: improving the quality of atmospheric air; improvement of the management system for the protection and use of water resources; increasing environmental culture, knowledge and awareness of the population of the region; increasing the efficiency of management of the surrounding natural environment of the region.

We strive to inspire communities to take action through our successful litter clean-up campaigns, which empower individuals to preserve the beauty of our natural world.

Sumy region inevitably chooses the path of sustainable, ecologically safe and comfortable social and economic development. The regional development strategy of the Sumy Oblast provides for the equivalence of its economic, social and environmental components. And today, more than ever, we need a balanced and prudent state policy regarding the effective use of natural resources, their saving and preservation to ensure the capacity and balanced development of united territorial communities. The assessment of the state of the environment in the Sumy region shows that there are practically no natural components of the ecosystem that are not subject to constant negative anthropogenic influence. On the one hand, the environmental situation in the region is generally satisfactory, the environmental indicators of life activity are better than in most other regions of the country and significantly better than the average for the Sumy region. This determines the definition of Sumy Oblast as a fairly favorable region for living and working.

The time to act for our planet is now; you can be the change it desperately needs!

Imagine a world where lush forests thrive, crystal-clear waters flow, and endangered species flourish again. This vision starts with us, united in purpose. The Ecological Servants Project pro-

motes sustainability, conservation, and global environmental justice. This includes safeguarding endangered species and their habitats, minimizing carbon footprints, advocating for sustainable practices, and addressing challenges such as desertification, ocean pollution, and climate change.

On the other hand, it can be noted that in the Sumy region there are environmental risks and problems regarding the state of the air basin, surface water bodies and underground waters, lands and forests. The level of environmental pollution in the region is not objectively determined, and existing environmental risks and problems, under the condition of effective and purposeful work in this direction, can be significantly reduced. On the territory of Sumy region, a policy aimed at preserving the environment safe for the existence of living and non-living nature, protecting the life and health of the population from the negative impact caused by pollution of the natural environment, achieving a harmonious interaction of society and nature, protection, rational use and reproduction is being implemented natural resources. The presence of a large number of industrial complexes, the concentration of units and high-power installations on them, the use of dangerous chemicals in the production increases the probability of man-made hazards. Every year in our country and, in particular, in the Sumy region, emergency situations of a natural, man-made, social nature occur, which lead to injuries, the death of many people and significant material losses. In view of the above, the priority direction in the work of the units of the State Emergency Service of Sumy Region, the Training and Methodological Center of Civil Protection and Life Safety of Sumy Region and other interested organizations is the prevention of emergency situations and the elimination of their consequences. training of all segments of the population in emergency situations, prevention of accidents at work and in everyday life.

УДК 621.311.1

*Вольвач Т.С., асистент, СНАУ, Суми, Україна*

## **МОДЕРНІЗУВАННЯ УКРАЇНСЬКОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В ПЕРІОД ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ**

Бойові дії призвели до значного пошкодження та руйнування критичної енергетичної інфраструктури, вчасності руйнуванню, пошкодженнь електромереж, електропідстанцій, котельень, ТЕЦ, ГЕС, АЕС, газових мереж, теплотрас, систем водопостачання та водовідведення. Викраденню енергетичного обладнання різних галузей енергосистеми України. Їх пріоритетне відновлення вимагатиме значних фінансових та людських ресурсів.

Методи «зеленої економіки» - мінімального вуглецевого сліду та низької залежності від викопного палива, пріоритетними при створенні та відновленні нового енергетично-економічного фундаменту України. Вбачаючи темпи будівництва систем відновлювальної енергії та цінової вартості обладнання в порівнянні з іншими галузями енергетики. Пріоритетність покладено в основу програми Green Deal декарбонізації ЄС і, відповідно має бути забезпечена в Україні, яка претендує на членство в ЄС.

Дослідження швейцарською компанією Lazard відображають показники постійного зменшення вартості електроенергії ВДЕ від традиційних генерацій. Причому, кожного року різниця на користь відновлювальних джерел тільки зростає.

Компанія Wärtsilä прорахувала для України різні сценарії розвитку електроенергетики до 2050 року та відобразила у своєму досліді, що вигідніше для України будувати нові електростанції на відновлювальних джерелах енергії. Сценарій, котрий забезпечує найдешевшу електроенергію, передбачає частку ВДЕ у кількості 83% до 2050 року. Водночас сценарій з будівництвом АЕС призведе до значного подорожчання електроенергії та в цей же час не вирішить проблем екологічно безпечного захоронення відпрацьованого ядерного палива.

На прикладі Запорізької АЕС, можемо побачити ще один недолік атомної енергетики – можливість захоплення ворогом значної електрогенераційної потужності. Водночас електростанції на відновлювальних джерелах енергії знижують такий ризик за рахунок більшого розміщення по території країни.

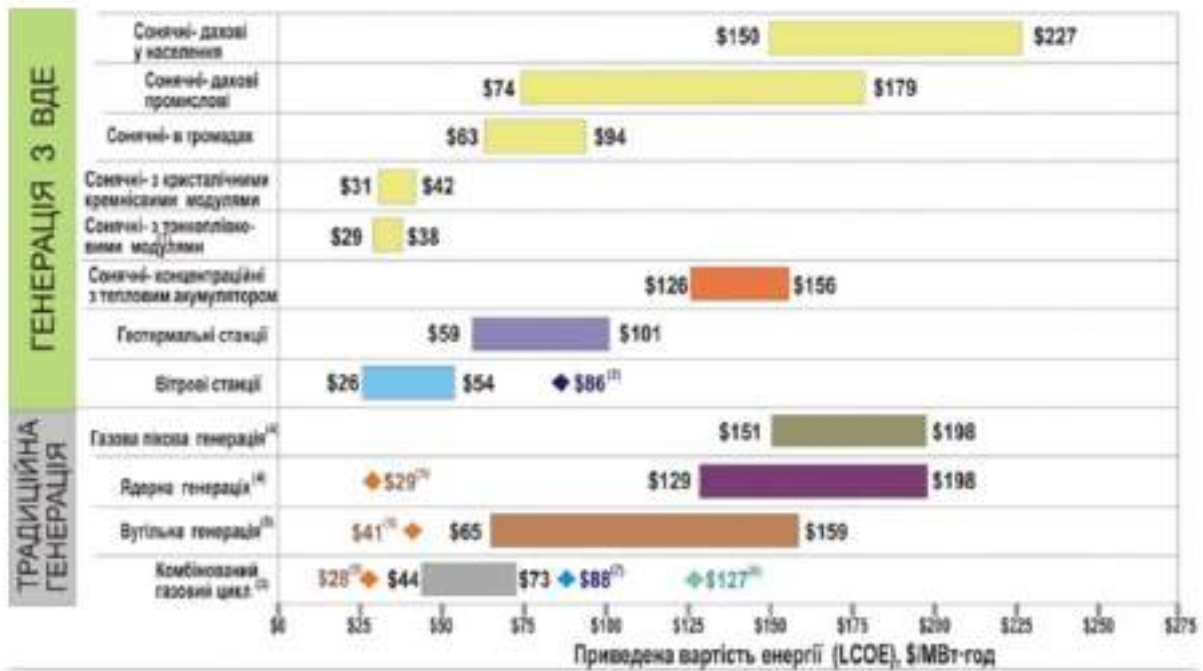


Рис. 1. Приведена вартість електроенергії від генерації різного типу (за матеріалами LAZARD)

Крім того терміни проектування, підготовки та будівництва значно швидші. Ризики кліматичних змін на тлі воєнного стану в країні дещо відійшли в тінь, проте не зникли та тільки будуть посилюватись з часом при подальшому глобальному потеплінні.

УДК 636.4.033

Чанцев В. В., магістрант, Савойський О. Ю., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна

### ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ЯК ОСНОВА АВТОНОМНОГО ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ДЛЯ СУЧАСНИХ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ

Автономні енергетичні системи, засновані на використанні відновлювальних джерел енергії, стають все більш актуальними в умовах сучасних фермерських господарств. Це обумовлено необхідністю забезпечити стабільне енергопостачання, зменшити залежність від традиційних джерел енергії та знизити негативний вплив на навколишнє середовище. Особливий інтерес представляють ферми, розташовані у віддалених регіонах, де доступ до центральної електромережі обмежений або відсутній. Саме тому дослідження автономних систем енергопостачання з використанням відновлювальних джерел енергії стає важливою складовою сталого розвитку сільського господарства.

До основних відновлювальних джерел енергії, які можуть бути використані для автономного енергопостачання фермерських господарств, відносяться сонячна енергія, енергія вітру та біомаса. Кожне з цих джерел має свої переваги та недоліки, які слід враховувати при розробці енергетичної системи. Сонячна енергія є найбільш поширеним і доступним джерелом, особливо в регіонах з великою кількістю сонячних днів. Сонячні панелі можуть генерувати достатньо електроенергії для забезпечення потреб ферми, однак їх ефективність знижується в хмарну погоду або взимку. Вітрові турбіни можуть бути додатковим або основним джерелом енергії, якщо фермерське господарство розташоване в місцевості з постійними вітрами.

Біоенергетичні системи, засновані на переробці органічних відходів ферми, таких як гній або залишки рослинності, також можуть відігравати важливу роль в енергозабезпеченні. Такі

системи дозволяють не лише виробляти електроенергію або тепло, але й сприяти зменшенню кількості відходів та їх утилізації. Крім того, використання біомаси дозволяє отримати додаткові ресурси у вигляді добрив для рослин, що підвищує екологічну ефективність ферми.

Важливою складовою ефективної роботи автономних енергосистем є наявність акумулюючих пристроїв, які дозволяють зберігати надлишки енергії, виробленої протягом дня, для використання вночі або в періоди зниженої продуктивності джерел енергії. Літій-іонні акумулятори є одним з найбільш перспективних рішень для зберігання енергії, завдяки їх високій ефективності та довговічності. Разом з тим, важливо розглянути питання управління системами енергозберігання, щоб забезпечити оптимальне використання енергії та уникнути її втрат. Okремо слід звернути увагу на економічний аспект впровадження автономних систем енергопостачання. Первинні інвестиції в установку відновлювальних джерел енергії можуть бути значними, однак у довгостроковій перспективі ці системи дозволяють зекономити значні кошти за рахунок зниження вартості електроенергії та експлуатаційних витрат. Багато країн також пропонують субсидії та інші форми підтримки для фермерів, які впроваджують енергозберігаючі технології, що робить цей підхід ще більш привабливим.

Загалом, автономні системи енергопостачання на основі відновлювальних джерел енергії представляють собою перспективне рішення для фермерських господарств, спрямоване на забезпечення їхньої енергетичної незалежності, підвищення екологічної стійкості та ефективності. Технологічний прогрес у сфері відновлювальних джерел енергії та зберігання енергії відкриває нові можливості для сільського господарства, дозволяючи не лише підвищити продуктивність, але й знизити негативний вплив на довкілля.

Дослідження можливостей автономного енергопостачання для фермерських господарств показують, що такі системи є не лише екологічно чистими, але й економічно вигідними у довгостроковій перспективі. Таким чином, впровадження відновлювальних джерел енергії в аграрний сектор є важливим кроком до підвищення енергонезалежності та екологічної стійкості фермерських господарств.

УДК 620.92

*Крисько В.О., бакалавр, СНАУ, Суми, Україна*

## **ВИРОБНИЦТВО ПЕЛЕТ ІЗ ВРАЖЕНОЮ ГНИЛЮ ДЕРЕВИНИ**

Виробництво пелет із враженою гнилю деревини стало важливим напрямом у сфері відновлювальної енергетики та утилізації відходів лісової промисловості. Пелети, як біопаливо, використовуються для опалення, генерації електроенергії та в інших промислових процесах. Використання деревини з враженою гнилю не лише зменшує витрати на сировину, але й сприяє екологічній санації, знижуючи обсяги відходів, які можуть негативно впливати на навколишнє середовище.

Деревина, вражена гнилю, є результатом природних процесів або шкідників, які призводять до розкладу. Незважаючи на її знижені механічні властивості, така деревина може бути використана для виробництва пелет після належної обробки. Перший етап виробництва включає в себе збір, сортування та подрібнення сировини. Подрібнення до дрібних часточок (зазвичай до розміру 1-2 см) є необхідним для забезпечення однорідності та якісного спікання під час пресування.

Процес виробництва пелет включає такі ключові етапи:

- подрібнення: на цьому етапі деревину подрібнюють до необхідного розміру, що дозволяє зменшити вологість та підготувати сировину до подальших етапів.
- мушіння: вологість вихідної сировини повинна бути знижена до 10-15% для забезпечення ефективності процесу грануляції. Для цього використовуються сушильні установки, які можуть працювати на відходах самого виробництва.

- грануляція: після сушіння подрібнена деревина проходить через гранулятор, де під високим тиском і температурою формується пелета. На цьому етапі важливо контролювати температуру, щоб уникнути розкладання лігніну, який забезпечує міцність пелет.
- охолодження: готові пелети підлягають охолодженню, що дозволяє знизити їх температуру та зберегти форму. Це також зменшує ризик розподілу вологості в упаковці.

Використання враженої гнилю деревини для виробництва пелет має значні екологічні переваги. По-перше, це сприяє утилізації відходів, які в іншому випадку могли б потрапити на звалище. По-друге, переробка такої деревини зменшує викиди парникових газів, оскільки спалювання пелет вважається нейтральним з точки зору вуглецю.

Економічна ефективність виробництва пелет із враженою гнилю деревини може бути проілюстрована за допомогою формули розрахунку собівартості продукції:

$$C = \frac{T + M + E}{P}$$

де С — собівартість 1 тонни пелет,

Т — витрати на сировину,

М — витрати на матеріали (електроенергія, вода тощо),

Е — експлуатаційні витрати (зарплата, амортизація обладнання),

Р — обсяг виробництва (тонн пелет).

Розрахувавши економічну ефективність, підприємство має змогу оцінити свою рентабельність та виявити можливості для зменшення витрат.

Виробництво пелет із враженою гнилю деревини — це інноваційний і екологічно чистий підхід до використання вторинних сировин. Цей процес не лише зменшує кількість відходів, але й забезпечує доступ до дешевшого джерела пального. У зв'язку з глобальними змінами клімату та зростаючою потребою в екологічно чистих джерелах енергії, виробництво пелет стає все більш актуальним. Також дане виробництво має потенціал для розвитку завдяки інноваційним технологіям. Одним із перспективних напрямів є інтеграція процесів біоенергетики та біоекономіки, що дозволяє використовувати відходи не лише для виробництва пелет, а й для отримання інших енергетичних ресурсів, таких як біогаз.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шевченко, В.І., & Левицька, Т.Є. (2018). "Виробництво пелет з відходів лісового господарства." *Науковий вісник НЛТУ України*, **28(1)**, 51-58.
2. Мороз, В.І., & Гриб, В.Я. (2017). "Аналіз технологічного процесу виробництва пелет." *Лісівництво і агролісомеліорація*, **6**, 34-39.
3. Коваленко, І. (2019). "Економічні аспекти виробництва та використання пелет в Україні." *Економіка та управління підприємствами*, **5(2)**, 24-30.
4. Дерев'янка, О.В., & Костюк, І.Л. (2020). "Сировинна база для виробництва пелет в Україні." *Вісник Одеського національного університету*, **25(2)**, 122-128.

УДК 628.12

Стоцький Я. В., магістрант, Рясна О. В., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна

### ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМАХ ВОДОПОСТАЧАННЯ НА ОСНОВІ ЧАСТОТНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

Частотні перетворювачі (ЧП) широко використовуються в системах керування насосами для водопостачання завдяки їхній здатності забезпечувати ефективну роботу насосного обладнання, економію енергії та підвищення надійності системи. Однією з основних переваг використання ЧП є економія енергії. Частотні перетворювачі дозволяють регулювати швидкість обертання електродвигунів насосів залежно від потреби у водопостачанні. Зниження швидкості обертання відповідно зменшує витрату електроенергії. Це особливо ефективно для систем, де потреба у воді змінюється протягом дня. Відповідно до закону кубічних ха-

ракетистик, зменшення швидкості на 20% може призвести до економії енергії на 50%. Крім того, частотні перетворювачі дозволяють забезпечити більш точне регулювання тиску в системі водопостачання, що запобігає перепадам тиску, які можуть негативно вплинути на роботу системи, та знижує ризик аварійних ситуацій. Завдяки можливості точної регуляції швидкості обертання насосів, системи з частотними перетворювачами можуть автоматично підлаштовуватися під змінні умови експлуатації, такі як коливання споживання води чи зміна рівня води в резервуарах.

Також варто зазначити, що робота насосів на знижених швидкостях дозволяє значно знизити рівень шуму і вібрацій, що позитивно впливає на умови експлуатації, особливо в житлових районах чи промислових зонах, де ці фактори мають значення. Впровадження частотних перетворювачів у системи керування насосами водопостачання надає низку переваг, серед яких основними є економія енергії, збільшення строку служби обладнання, підвищення надійності та зниження експлуатаційних витрат. Графічні залежності наочно демонструють ефективність цих пристроїв у порівнянні з традиційними методами керування насосами. Зміна напірних характеристик насосного агрегату при зміні частоти обертання ілюструє рис. 1, на якому крива 1 відповідає номінальній (при номінальній частоті обертання приводу) напірній характеристиці, а криві 2-4 – напірним характеристикам при зниженій частоті обертання.

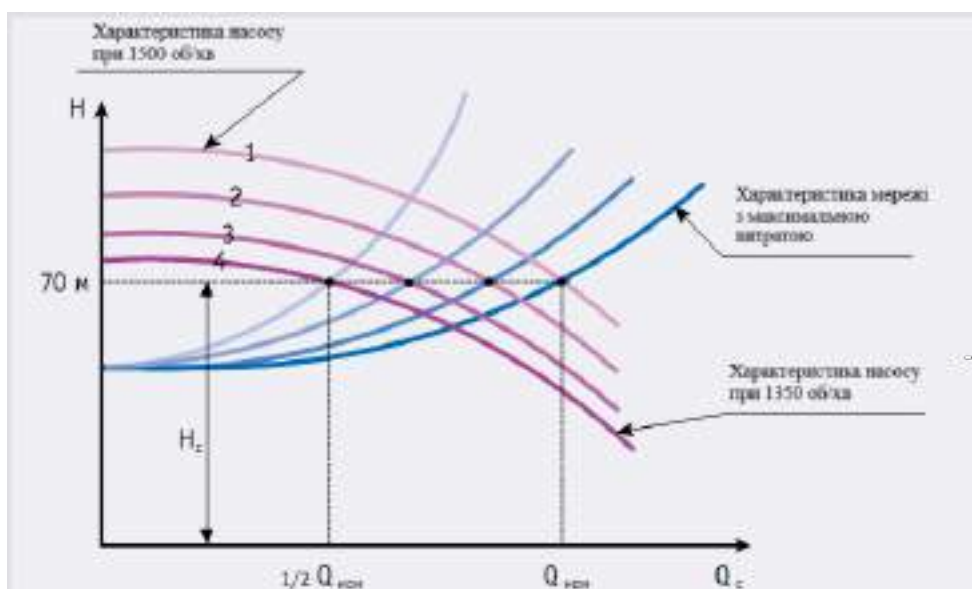


Рисунок 1. Характеристика насосного агрегату та мережі з частотним регулюванням

Якщо організувати роботу приводу насосного агрегату таким чином, щоб він при зміні параметрів технологічного процесу (витрати в мережі та тиску на вході агрегату) змінював частоту обертання, то в результаті можна без значних енергетичних втрат стабілізувати тиск у мережі споживачів. При такому способі регулювання виключаються втрати напору (немає дросельних елементів), а отже, і втрати гідравлічної енергії.

УДК 621.311.1

Вольвач Т.С., асистент, СНАУ, Суми, Україна

## РОЛЬ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СУЧАСНОЇ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ПРОМИСЛОВОСТІ

В даний час не можна уявити собі життя та діяльність сучасної людини без застосування електрики. Електрика вже давно й міцно увійшла у всі галузі народного господарства та у побут людей. Основна перевага електричної енергії - відносна простота виробництва, передачі, дроблення та перетворень. Правильне проектування системи електропостачання

об'єктів житлового, промислового та громадського призначення є основою електричної безпеки та способом економічного розподілу коштів. Адже вдалий проект лише врахує всі витрати, але також забезпечить надійну і, отже, тривалу експлуатацію системи електропостачання. Усі електромонтажні роботи повинні проводитись у точній відповідності до плану робіт, складеного компетентним спеціалістом. Як такий план виступає проектна документація, яка має врахувати безліч деталей.

Промислове електропостачання на самому об'єкті починається з ввідного розподільного пристрою, який надходить на нього енергію перетворює на необхідні параметри і розподіляє по всіх електричних об'єктах, що діють на підприємстві. Це заключний етап процесу, що має назву «електропостачання промислових підприємств», та інших споруд, у тому числі й житлових будинків. Але при проектуванні та розробці мережі електропостачання є ще один надзвичайно важливий момент, який необхідно враховувати. Будь-яке промислове електропостачання об'єктів має обов'язково ґрунтуватися на пристроях заземлення та захисту від блискавки.

Електричною станцією називається підприємство, де виробляється електрична енергія. На цих станціях різні види енергії (енергія палива, падаючої води, вітру, атомна та ін) за допомогою електричних машин, званих генераторами, перетворюються на електричну енергію. Залежно від виду первинної енергії, що використовується, всі існуючі електричні станції поділяються на такі основні групи: теплові, гідравлічні, атомні, вітряні та ін. Приймачем електроенергії (електроприймачем, струмоприймачем) називається електрична частина виробничої установки, що отримує електроенергію від джерела і перетворює її на механічну, теплову, хімічну, світлову енергію, в енергію електростатичного та електромагнітного поля.

За технологічним призначенням приймачі електроенергії класифікуються залежно від виду енергії, який даний приймач перетворює електричну енергію: електродвигуни приводів машин та механізмів; електротермічні установки; електрохімічні установки; установки електроосвітлення; установки електростатичного та електромагнітного поля, електрофільтри; пристрої іскрової обробки, пристрої контролю та випробування виробів (рентгенівські апарати, установки ультразвуку тощо). Сукупність електричних станцій, ліній електропередачі, підстанцій, теплових мереж та приймачів, об'єднаних загальним та безперервним процесом вироблення, перетворення, розподілу теплової та електричної енергії, називається енергетичною системою. Електричною мережею називається сукупність електроустановок для передачі та розподілу електроенергії, що складається з підстанцій та розподільних пристроїв, з'єднаних лініями електропередачі, та працює на певній території. Електрична мережа об'єкта електропостачання, яка називається системою електропостачання об'єкта, є продовженням електричної системи.

Отже, електрика дійсно стала основною частиною нашого життя в даний час. Вона забезпечує енергією багато з пристроїв. Електрику використовують в кожному будинку, для світла. Велику роль в нашій країні приймають електричні станцією, за допомогою яких виробляється електрична енергія.

UDC 004.946

*Vasylenko O.O., Ph.D., Associate Professor, Sumy National Agrarian University*

## **EMERGENCY SITUATIONS AND THEIR PREVENTION IN SUMY REGION**

European system of emergency prevention and fire prevention; improvement of the response system to fires, emergency situations and other dangerous events, reduction of the time of arrival of fire and rescue units to the place of call (up to 10 minutes in the city and up to 20 minutes in the countryside); reduction of losses of the national economy and population in the event of fires, emergency situations, dangerous hydrometeorological phenomena; creation of an optimal management system of the unified state system of civil protection and improvement of the efficiency of its functioning.

The analysis of emergency situations and fires in the Sumy region as a whole shows that the main reasons and conditions that contribute to the increase of emergency situations and fires are related to a number of such indicators, in particular: the significant distance of populated areas from the place of deployment of operational and rescue units of the State Emergency Service of Ukraine, which complicates the timely arrival of special fire vehicles to the place of fire (arrival at the place of call in 10 minutes in the city and 20 minutes in the countryside is planned by the Strategy of Reforming the State Service for Emergency Situations, approved by the Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine. Deterioration of the technical condition of the housing stock, reduction of appropriations for the implementation of necessary fire prevention measures; untimely repair of electrical networks, heating systems; untimely cleaning of basements and attics and implementation of measures to prevent unauthorized access to them. failure to ensure the necessary temperature regime in residential buildings by communal services during the heating season, which leads to the additional use of non-standard electronic heating devices in apartments; disconnection of individual citizens from energy supply due to non-payment of electricity, which leads to the use of candles, kerosene lamps and the use of the appropriate fuel in them; insufficient awareness of the population about emergency situations and fires and ways to prevent them due to the inability of individual citizens to subscribe to periodicals and watch or listen to television and radio broadcasts; an increase in the number of cases of untimely arrival at the scene of a fire in rural areas, due to the lack of a sufficient number of local fire brigades; the deterioration of the state of external fire-fighting water supply in settlements and objects, all of the above led to the conclusion that "the existing system of the State Emergency Service does not allow to fully fulfill the tasks assigned to the Service to implement the state policy in the field of civil protection, to ensure the appropriate level life safety of the population, its protection from emergency situations, fires and other dangerous events"(1) Therefore, the Strategy of reforming the State Emergency Service system is supposed to be implemented as soon as possible in three stages during 2017-2020. According to the data of the State Emergency Service of Ukraine, 221 fires were registered in the Sumy region in 2017. Material losses from the fires amounted to over UAH 2 million. 12 people died as a result of the fires. During 2017, an average of 2 fires occurred every day in the Sumy region. Transfer of property complexes of state fire -rescue units and other property of the State Emergency Service from state to communal ownership. Entrusting local self-government bodies with powers to ensure fire safety of settlements and territories. Stimulation of citizens' participation in local and voluntary fire protection. Strengthening the responsibility of managers of economic entities for violation of fire and man-made safety requirements by introducing effective administrative sanctions. Thus, in order to ensure fire safety in the Sumy region and prevent emergency situations, it is necessary to ensure: an appropriate level of safety of the population, protection of economic entities and territories from the threat of emergency situations; creation of an effective modern

УДК 621.316

*Божко А.В., магістрант, Юрченко О.Ю., старший викладач, СНАУ, Суми, Україна*

### **ВПЛИВ НЕСИНУСОЇДАЛЬНОСТІ СТРУМУ НА РОБОТУ РІЗНИХ ТИПІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ**

В умовах несинусоїдальності струму погіршуються умови роботи батарей конденсаторів, призначені для компенсації реактивної потужності навантаження, тобто для підвищення коефіцієнта потужності електроустановки установки. Однак в умовах несинусоїдальності струму батареї конденсаторів одночасно є елементами, абсорбуючими гармоніки з усієї мережі, тому що опір конденсатора обернено пропорційно частоті [1].

Батареї конденсаторів змінюють нормальний шлях гармонік струму від нелінійного споживача до джерела живлення, замикаючи частину цього струму через себе. Так як опори елементів мережі мають індуктивний характер, то при застосуванні установок компенсації реактивної потужності та наявності нелінійних електроспоживачів з'являється ймовірність



прояву резонансних явищ (як по струму, так і по напрузі) на окремих елементах системи електропостачання. Спостерігається скорочення терміну служби електрообладнання через інтенсифікацію теплового та електричного старіння ізоляції. При робочих температурах в ізоляційних матеріалах протікають хімічні реакції, що призводять до поступової зміни їх ізоляційних і механічних властивостей. З ростом температури ці процеси прискорюються, скорочуючи термін служби обладнання [2]. У конденсаторах втрати енергії пропорційні частоті, тому несинусоїдальний струм призводить до їх додатковому нагріванню. В електричних машинах струми нульової послідовності створюють додаткове підмагнічування сталі, що призводить до погіршення їх характеристик і додатковому нагріванню сердечників (статори асинхронних двигунів, магнітопроводи трансформаторів).

Сутність електричного старіння - у виникненні так званих часткових розрядів, які поширюються лише на частину ізоляційного проміжку, наприклад часткові розряди в газових включеннях. Часткові розряди пов'язані з розсіюванням енергії, наслідком якого є електричне, механічне та хімічне впливу на навколишній діелектрик. У результаті розвиваються місцеві дефекти в ізоляції, що призводить до скорочення терміну служби.

Має місце необґрунтоване спрацьовування запобіжників і автоматичних вимикачів внаслідок додаткового нагріву внутрішніх елементів захисних пристроїв. Цей процес обумовлений протіканням несинусоїдальних струмів, і, отже, дією поверхневого ефекту і ефекту близькості. У практиці зустрічаються випадки необґрунтованих спрацьовувань вибраних відповідно до вимог ПУЕ автоматичних вимикачів, що захищають лінії живлення комп'ютерного обладнання (при навантаженні, що становить 80-85% уставки теплового розчеплювача автоматичного вимикача).

Старіння ізоляції провідників і кабелів обумовлено протіканням несинусоїдального струму, що приводить до підвищеного нагріву зовнішньої поверхні жил кабелю внаслідок поверхневого ефекту і ефекту близькості.

Перешкоди в мережах телекомунікацій можуть виникати там, де силові кабелі та кабелі телекомунікацій розташовані відносно близько. Внаслідок протікання в силових кабелях високочастотних гармонік струму, в кабелях телекомунікацій можуть наводитися перешкоди. Магнітні поля вищих гармонік прямої і зворотної послідовності частково компенсують один одного, тому найбільше впливають на телекомунікації гармоніки, кратні трьом. Чим вище порядок гармоніки, тим більше рівень перешкод, наведених ними в телекомунікаційних кабелях.

Існують деякі особливості вимірювання в електричних колах з несинусоїдальними струмами та напругами. Зазвичай для вимірювання струмів використовують струмовимірювальні кліщі. Якщо охопити нульовий робочий провідник «звичайними» струмовимірювальні кліщами, вони можуть показати невірний результат, тому що працюють в частотному діапазоні 50 Гц і зареєструвати вищі гармоніки струму не можуть. Отже, вони показують тільки діюче значення основної гармоніки струму. Фактичне діюче значення струму при цьому може виявитися на 25 - 50% більше і перевищить тривало допустимий струм, обраний за умовами термічної стійкості проводів і кабельних ліній. Тому необхідно застосовувати вимірювальні інструменти та прилади з широким частотним діапазоном і реєструючими справжнє діюче значення вимірюваного струму (прилади з функцією True RMS).

Як відомо, у системах електропостачання у зв'язку із збільшенням споживачів електроенергії, які працюють в імпульсному режимі, а також систем з широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ), частотних перетворювачів в системах електроприводів з асинхронними двигунами, нелінійних навантажень, тиристорних перетворювачів і т.п. виникає високий рівень вищих гармонік.

У зв'язку з цим питання вимірювання електричної енергії в цих умовах залишається актуальним, незважаючи на те, що питань вимірювання електричної енергії, як при синусоїдальних режимах, так і в умовах несинусоїдальності електромагнітних процесів, присвячено значну кількість робіт [2].

Для обліку електричної енергії в системах електропостачання в даний час застосовують-

ся лічильники електроенергії. Вони будуються на основі аналогово-цифрових перетворювачів з використанням мікропроцесорних обчислювачів, тобто в процесі обчислення електроенергії застосовується дискретизація вимірювань за часом і квантування вхідних сигналів, пропорційних поточним значенням струму і напруги на навантаженні, що неминує породжує похибка обчислення енергії.

Відомо, що при одних і тих же значеннях навантаження в умовах несинусоїдальних режимів в колах з ШІМ, основна похибка електронних лічильників електроенергії в кілька десятків разів перевищує їх основну похибку при синусоїдальному режимі.

У зв'язку з тим, що ПП використовуються в основному для живлення асинхронних двигунів (АД) з метою регулювання оборотів, був проведений експеримент по визначенню втрат потужності в АД при живленні його від ПП Mitsubishi E500 FR-E540-5, 5K-EC. Для експериментальних досліджень був використаний асинхронний двигун AP100L2Y3 (ном. потужність 5.5 кВт, 3000 об/хв). Як навантаження АД застосований навантажений на нагрівач генератор постійного струму зі змішаним збудженням. Попередньо проводилося вимірювання потужності споживаної АТ і навантаженням при синусоїдальному режимі. Після обробки експериментальних даних було встановлено, що при живленні АД від ПП при інших рівних умовах втрати потужності в АД зростають на 30% в порівнянні з синусоїдальним режимом. Це призводить до зміни теплового режиму роботи АД і необхідності зниження його навантаження [3].

Допустимий вміст гармонік оцінюється коефіцієнтом гармонік  $K_g$ . Для промислових мереж  $K_g < 5\%$ , тобто в цьому випадку крива напруги на екрані осцилографа візуально не відрізняється від синусоїди і ця напруга тривало допустимо на затискачах будь-якого приймача електричної енергії.

Періодичні несинусоїдальні величини можуть бути представлені часовими діаграмами, тригонометричним рядом Фур'є, а також еквівалентними синусоїдами. Найбільш наочними, що дають повне уявлення про несинусоїдальну величину є часові діаграми, тобто графіки залежності миттєвих значень від часу.

Висновки. Несинусоїдальних струми викликають додаткові втрати потужності, погіршують характеристики двигунів, створюють великі перешкоди в лініях зв'язку, каналах телемеханіки.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. IEEE STD 1100-1999, IEEE Recommended Practice for Powering and Grounding Electronic Equipment (IEEE emerald book) (ANSI).
2. Harmonic Mitigating Transformer Energy Saving Analysis. MIRUS International Inc. Oct., 1999, pp. 48-54.
3. ДЕСТ 13109-97 "Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення".

УДК: 621.313 (075.8)

*Тесленко О.В., магістрант, Чепіжний А.В., к.т.н., доцент, СНАУ, м. Суми, Україна*

#### **АНАЛІЗ ТЕПЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ПРИ ВИПРОБУВАННЯХ ДВИГУНА МЕТОДОМ ШТУЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ З УРАХУВАННЯМ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ**

Асинхронні двигуни (АД) користуються великою популярністю в різних галузях промисловості завдяки простоті конструкції, високій надійності та економічності експлуатації [1, 2].

Проблема підвищення енергоефективності залишається важливою, особливо з огляду на потребу зменшення енергетичних втрат і поліпшення теплових характеристик. Один із дієвих способів дослідження теплових режимів двигуна – це застосування методу штучного на-

вантаження. Цей метод дозволяє не тільки вивчити вплив теплових процесів на електричний двигун, але й підвищити його енергоефективність. Все це сприяє до покращення загальної довговічності та продуктивності.

Аналіз теплових характеристик АД є важливим для забезпечення його ефективної роботи. Одним із ключових аспектів такого аналізу є визначення теплових зон електричного двигуна під час його роботи, особливо при випробуваннях методом штучного навантаження. Цей метод передбачає контроль над робочим навантаженням електричного двигуна, що дозволяє точно виміряти теплові втрати, які виникають у результаті роботи в обмотках та елементах конструкції. Випробування дають змогу оцінити реальні умови експлуатації та розробити ефективні способи охолодження.

Поточні значення втрат активної потужності та ККД АД можна отримати тільки під час його навантаження. В умовах реальної експлуатації з робочою машиною це завдання є досить складним. Тому застосовують метод штучного навантаження, що передбачає виконання ряду операцій, спрямованих на навантаження електричного двигуна різними способами. Це дозволяє визначити ККД при номінальній потужності і напрузі.

Для реалізації цього процесу використовуються різні методи [3]:

- електромеханічний метод – використання генератора або іншої машини для створення навантаження на двигун;
- електричний метод – застосування активних або реактивних навантажувальних пристроїв (наприклад, реостатів);
- гальмівний метод – навантаження двигуна за допомогою гальмівних механізмів (електромагнітне гальмо або вихрові струми);
- метод циркуляції енергії – використання двох двигунів, один з яких працює як навантажувач для іншого.

Кожен з цих методів дозволяє досліджувати ефективність роботи електричного двигуна та його теплові характеристики.

Дослідження ефективності та теплових характеристик АД при штучному навантаженні складається з наступних етапів, а саме вибір методу штучного навантаження (електричний, електромеханічний, гальмівний або метод циркуляції енергії), створення навантаження (підключення двигуна до обраної системи), збирання даних (вимірювання температури в обмотках, втрат потужності, та ККД) та аналіз результатів (визначення впливу теплових режимів на ефективність двигуна та пропозиції щодо оптимізації).

Отже, аналіз теплових характеристик АД методом штучного навантаження дозволяє зробити ефективну оцінку розподілу теплового випромінювання в обмотках і корпусі електричного двигуна, а також допомагає визначити теплові втрати.

Дослідження може виявити, що теплові процеси мають значний вплив на загальну енергоефективність двигуна. Оптимізація систем охолодження й зменшення втрат енергії при підвищенні теплових режимів може сприяти покращенню ККД та надійності АД в реальних умовах експлуатації.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Квітка С.О., Вовк О.Ю., Волошина А.А., Стребков О.А. Розробка системи забезпечення ресурсоенергозберігаючого експлуатаційного режиму роботи асинхронного електродвигуна. Енергетика і автоматика. 2016. № 4 (30). С. 89-97.
2. Овчаров В.В. Вовк О.Ю. Теоретичні передумови комплексного діагностування асинхронних електродвигунів. Праці Таврійського державної агротехнічної академії. Мелітополь, 2001. Вип. 1, т. 21. С. 4-6.
3. Вовк О.Ю. Періодичне діагностування асинхронних електродвигунів за енергетичними показниками. Сучасний стан та перспективи розвитку електротехнічних систем: матеріали І Всеукр. наук.-практ. Інтернет конференції пам'яті В. В. Овчарова. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 37-38.

## **ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ СПОЖИВАЧІВ**

Підвищення якості електричної енергії в системах електропостачання сільськогосподарських споживачів є однією з ключових проблем, яка безпосередньо впливає на ефективність роботи аграрного сектора. Якість електричної енергії характеризується такими параметрами, як стабільність напруги, частоти, гармонійний склад, а також наявність перешкод і викривлень у хвилі струму. Відхилення цих параметрів від нормативних значень може призвести до нестабільної роботи обладнання, зниження продуктивності, збільшення витрат на експлуатацію і ремонт техніки, а також до прямих втрат електроенергії.

Однією з найбільших проблем, що впливають на якість електропостачання сільськогосподарських споживачів, є нерівномірне навантаження на електричні мережі протягом року. Сільськогосподарські підприємства мають високо виражену сезонність у споживанні електроенергії, що пов'язано з активними періодами польових робіт, збирання врожаю та використання складного електротехнічного обладнання, як-от насоси, вентиляційні системи, освітлення тощо. У пікові моменти це може призводити до значних перевантажень мереж, падіння напруги та частоти, що, своєю чергою, впливає на роботу електричних машин і обладнання. Погіршення якості електроенергії також часто пов'язане з недостатньою пропускну здатністю або застарілим станом мережевої інфраструктури в сільській місцевості. В багатьох регіонах електропередавальні мережі не були адаптовані до зростаючих потреб сучасного аграрного сектора. Наприклад, використання застарілих трансформаторних підстанцій і ліній електропередач призводить до втрат енергії в процесі транспортування, що негативно позначається на стабільності електропостачання.

Один з найбільш ефективних шляхів покращення якості електричної енергії полягає у впровадженні автоматизованих систем контролю та регулювання електропостачання. Сучасні технології дозволяють оперативно коригувати параметри електроенергії, підтримуючи стабільні значення напруги та частоти навіть за умов значних коливань навантаження. Наприклад, застосування автоматичних регуляторів напруги або стабілізаторів допомагає уникнути критичних перепадів, що можуть бути згубними для чутливого обладнання. Крім того, важливим аспектом є модернізація самої електричної інфраструктури. Заміна застарілих трансформаторів на більш енергоефективні моделі, реконструкція ліній електропередач, використання нових ізоляційних матеріалів та енергоощадних технологій суттєво підвищують загальну надійність і ефективність електропостачання. Інтеграція систем моніторингу якості електричної енергії, які здатні відслідковувати відхилення параметрів у режимі реального часу, також має велике значення. Такі системи дозволяють не тільки своєчасно реагувати на проблеми, але й прогнозувати можливі збої, що значно знижує ризик аварійних ситуацій.

Не менш важливою є оптимізація розподілу навантажень у мережі. У сільському господарстві, особливо у великих фермерських господарствах, споживання енергії є дуже нерівномірним, і пікові навантаження можуть перевищувати допустимі норми. Для вирішення цієї проблеми використовують системи управління навантаженням, які дозволяють рівномірно розподіляти споживання електроенергії протягом доби або сезону. Це допомагає уникнути перевантажень і зменшує втрати в мережі.

Важливою складовою підвищення якості електроенергії є також впровадження відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні та вітрові електростанції. Використання таких технологій у сільському господарстві дозволяє зменшити залежність від централізованого електропостачання та забезпечити додаткове джерело енергії, яке може бути використане під час пікових навантажень. Окрім цього, відновлювані джерела енергії сприяють зниженню викидів парникових газів, що робить сільськогосподарські підприємства більш екологічно чистими.

## **ОСОБЛИВОСТІ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОСТІ ПРИ ВИРІШЕННІ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ НАВАНТАЖЕНЬ СЕРЕД ДЖЕРЕЛ РОЗОСЕРЕДЖЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ**

Вперше проблема багатокритеріальної оптимізації виникла в економічних дослідженнях. Однак надалі стало очевидним, що подібна проблема дуже часто має місце й у технічних задачах. Певним чином це стосується й електроенергетичних задач, які у переважній більшості носять комплексний характер, тому що пов'язані одночасно зі зміною втрат потужності й електричної енергії, показників надійності електропостачання й якості електричної енергії, пропускну здатності елементів електричних мереж, тощо. Оцінити всі перераховані чинники одним єдиним узагальненим критерієм є не можливим (найчастіше). У подібних ситуаціях введення додаткових критеріїв дає можливість ефективно скоротити область невизначеності одержуваних рішень, проте обумовлює складність математичних моделей, які можуть із достатнім ступенем адекватності відображати процес, що розглядається, у тому числі та його багатокритеріальний характер. У цій ситуації рішення задачі оптимізації або прийняття рішення пов'язане зі значними труднощами, причому концептуального характеру, основна з яких – обґрунтований вибір принципу оптимальності. Сформулювати єдиний принцип оптимальності для задач багатокритеріального прийняття рішень не є можливим, тому що поняття векторного оптимуму не визначено. Єдиний можливий шлях розв'язання цієї задачі пов'язаний із звуженням області Парето.

При розробці методів розв'язання задачі багатокритеріальної оптимізації, які практично всі носять евристичний характер, необхідно вирішити низку принципівих проблем. По-перше, у даних задачах локальні критерії найчастіше мають різну фізичну природу й, як наслідок цього, – різні масштаби вимірювання. Це не дає можливості здійснювати безпосереднє порівняння якості одержуваних результатів за кожним критерієм. У зв'язку з цим спочатку необхідно здійснити нормалізацію локальних критеріїв, тобто привести їх розмірність до єдиного (найчастіше безрозмірного) масштабу вимірювання.

По-друге, принцип оптимальності у даних задачах, по суті, має дати відповідь на питання, в якому сенсі оптимальне рішення є кращим за всі інші допустимі рішення, та, таким чином, має визначити правила пошуку цього рішення.

По-третє, у результаті аналізу фізичного змісту багатьох практичних задач, з'ясовується, що різні локальні критерії мають не однакову важливість із точки зору досягнення кінцевого результату. Тому, той факт, що окремі локальні критерії мають більш високий пріоритет по відношенню до інших, необхідно враховувати при виборі принципу оптимальності та визначенні області можливих рішень, віддаючи певну перевагу тим чи іншим показникам. Нестача ясності у понятті «оптимальне рішення» є основною методологічною складністю у рішенні багатоцільових задач.

Досвід практичного застосування процедур багатокритеріального прийняття рішень при розгляді достатньо широкого кола задач, переконливо продемонстрував обґрунтованість й ефективність застосування для цих цільових функцій методу запропонованого Р. Беллманом і Л. Заде. Метод засновано на теорії нечітких множин.

Перевагами методу є:

- зрозуміле та однозначне визначення критерію оптимальності, як максимального ступеня виконання (досягнення) всіх цільових функцій;
- можливість одночасного урахування як якісних і кількісних факторів, та їх диференціації за ступенем важливості;
- автоматичне отримання рішень, які належать області Парето, що гарантовано є остаточним рішенням задачі.

Застосування підходу Беллмана-Заде до прийняття рішень у нечіткому оточуючому середовищі відповідає принципу гарантованого результату та забезпечує конструктивні лінії в

отриманні гармонійних рішень.

Підхід Беллмана-Заде – це ефективний (із обчислювальної точки зору) так само як і вимогливий (із точки зору отримання рішень з області Парето) метод аналізу багатокритеріальних моделей.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Веремійчук Ю.А., Опришко В.П., Притискач І.В., Ярмолюк О.С. Оптимізація функціонування інтегрованих систем енергозабезпечення споживачів. Київ, видавничий дім «КІЙ», 2020. 186 с.
2. Шидловський А.К. Енергоефективність і відновлювальні джерела енергії. Київ: Українські енциклопедичні знання, 2007. 560 с.
3. Маляренко В. А. Енергетика і навколишнє середовище. Харків: САГА, 2008. 364 с.

UDC 004.946

*Vasylenko O.O., Ph.D., Associate Professor, Sumy National Agrarian University*

### **MAIN MEASURES OF LABOR PROTECTION IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS**

By taking measures to prevent and reduce production risks, it is necessary to prevent the participation of higher education graduates who are in practice in agricultural universities to perform work of increased danger or under unfavorable conditions of the production environment, in the presence of unremedied harmful and dangerous production factors. Currently, students cannot be considered truly insured against accidents at work, because the Social Insurance Fund for Accidents at Work and Occupational Diseases (FSSNVPZ) of Ukraine determines insurance payments to the victims (or persons representing them) based on the wages of the victim, and in most cases, students are not included in the staff of the enterprise as employees during their educational or industrial practice. The main task of the management of agricultural universities in modern conditions is the organization of the educational process (practice) so that they learn technological processes and participate in them under the constant supervision of professors and teaching staff, masters of industrial training, heads of laboratories, specialists of educational and industrial units, other experienced specialists. The conditions for the safe implementation of the educational process should be regulated by labor protection documents developed and approved in the agricultural university: regulations, instructions, duties, lists. It is necessary to implement an occupational health and safety management system (OSH) adapted to international standards ISO 9001, ISO 14001, BS OH SAS18001, ISO 50001, ISO 27001, ISO 22000, ISO 28000 in the agricultural university. OSH should cover both the workforce and the entire student body, and involve not only the management and specialists of the labor protection service (department) of the agricultural university, but also other officials and employees in the implementation of labor protection measures. Employees should be familiarized with their occupational health and safety obligations, and students with occupational safety requirements during the educational process. The educational process in agrarian higher educational institutions involves conducting various types of practical training both in the universities themselves and in structural subdivisions - educational and research farms (RDF) and other separate subdivisions (VP) - botanical gardens, agronomic research stations, forest research stations and carrying out various laboratory works. Many thousands of scientific and pedagogical workers, auxiliary and service personnel, students are daily exposed to the danger of the influence of various negative factors. The agrarian sector of production is characterized by the presence of various harmful (unfavorable) and dangerous factors that threaten the life and health of workers, can lead to occupational diseases and injuries at workplaces (on a forest plot, a farm, in a field, a greenhouse, a repair shop). Therefore, at the request of a number of basic law enforcement documents regulating occupational safety and hygiene in all agricultural universities, the position of occupational safety engineer or head of the occupational safety department is included in the staff list. In his work, he is guided by the Constitution of Ukraine, a number of Laws of Ukraine, codes, NPAOP, DSTU, regu-

lations, orders, lists, recommendations, lists of works, conventions, norms, general requirements, rules, forms. In total - 67 documents. The work of an occupational health and safety specialist at an agricultural university must be directed in the following main areas: - organizational principles of the occupational health and safety management system; - organization of labor protection training; - organizational principles of labor protection work in the educational process; - the procedure for investigating accidents that have occurred; - organizational aspects of the fire safety system; - organizational principles of electrical safety; - ensuring sanitary and hygienic standards in the educational process; - ensuring occupational health and safety standards during practical training.

УДК 621-316-72

Урсаленко М.С., магістрант, Рясна О.В., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна

## АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ СИСТЕМИ СЕРВІСНОГО ЦЕНТРУ MASTER

У даній роботі представлено результати комплексного дослідження вентиляційної системи сервісного центру Master, розташованого в місті Суми Сумської області. Сервісний центр спеціалізується на ремонті та обслуговуванні широкого спектру електронної техніки, включаючи комп'ютери, мобільні пристрої та офісне обладнання. Метою дослідження було проведення всебічного аналізу існуючої системи вентиляції, оцінка її ефективності та розробка рекомендацій щодо оптимізації її роботи з урахуванням специфіки діяльності центру.

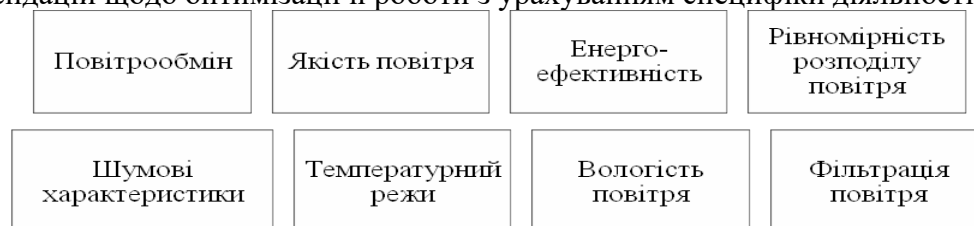


Рисунок 1 – Головні критерії аналізу ефективності вентиляційної системи

На першому етапі дослідження було проведено детальний аудит наявної вентиляційної системи. Це включало вивчення технічної документації, візуальний огляд обладнання, а також серію вимірювань ключових параметрів роботи системи. Результати аудиту виявили ряд суттєвих недоліків існуючої системи. По-перше, було встановлено, що в деяких робочих зонах спостерігається недостатній повітрообмін, що призводить до накопичення шкідливих речовин та погіршення умов праці.

По-друге, аналіз енергоспоживання показав, що існуюча система характеризується високими експлуатаційними витратами. Енергоефективність системи виявилася на 30% нижчою порівняно з сучасними аналогами, що призводить до значних перевитрат електроенергії.

Третім важливим аспектом стала оцінка відповідності системи вентиляції санітарно-гігієнічним нормам та стандартам охорони праці. Було виявлено, що в окремих зонах сервісного центру параметри мікроклімату (температура, вологість, швидкість руху повітря) не повністю відповідають вимогам ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» [2].

На основі проведеного аналізу було розроблено комплекс технічних рішень для оптимізації роботи вентиляційної системи. Ключовими запропонованими заходами є:

1. Встановлення спеціалізованих витяжок для зон пайки з вискоелефективними фільтрами для уловлювання частинок припою та флюсу.
2. Впровадження системи локальної фільтрації повітря в зонах заправки картриджів для видалення дрібнодисперсного тонера.
3. Встановлення системи рекуперації тепла, що дозволить знизити витрати на нагрів припливного повітря в холодний період року. Попередні розрахунки показують, що це може забезпечити економію енергії на опалення до 40%.

4. Впровадження системи автоматизованого управління вентиляцією на базі датчиків VOC та температури. Це дозволить оптимізувати роботу системи залежно від фактичного навантаження та забезпечити більш ефективне використання енергії.
5. Модернізація існуючих вентиляторів шляхом заміни їх на більш енергоефективні моделі з ЕС - двигунами. Очікується, що це призведе до зниження споживання електроенергії системою вентиляції на 25-30%.
6. Оптимізація системи повітророзподілу шляхом встановлення додаткових вентиляційних решіток та зміни конфігурації повітроводів для забезпечення більш рівномірного розподілу свіжого повітря по приміщеннях сервісного центру.
7. Впровадження системи моніторингу якості повітря з можливістю віддаленого контролю та управління параметрами вентиляції, з урахуванням специфічних забруднювачів від процесів ремонту електроніки.

Таблиця 1 – Результати аналізу

Критерій оцінки	Нормативне значення	Фактичне значення	Відхилення, %	Рекомендації
Повітрообмін, м <sup>3</sup> /год	2500	2100	-16%	Збільшити продуктивність вентиляторів
Концентрація VOC, мг/м <sup>3</sup>	<0.5	0.65	+30%	Покращити локальні витяжки в зонах пайки
Концентрація паїв олова, мг/м <sup>3</sup>	<0.05	0.07	+40%	Встановити спеціалізовані фільтри
Концентрація тонера, мг/м <sup>3</sup>	<5	6.5	+30%	Вдосконалити систему фільтрації в зоні заправки картриджів
Енергоспоживання, кВт·год/м <sup>2</sup> на рік	<45	60.75	+35%	Впровадити енергоефективне обладнання
Рівномірність розподілу повітря, %	>90%	75%	-17%	Оптимізувати розташування вентиляційних решіток
Рівень шуму, дБ	<50	55	+10%	Встановити шумопоглинаючі елементи
Температура повітря, °С	21-23	19-25	±2	Вдосконалити систему автоматизації
Відносна вологість, %	40-60	35-65	±5	Встановити системи контролю вологості
Ефективність фільтрації дрібнодисперсного пилу, %	>99%	95%	-4%	Замінити фільтри на більш ефективні

Проведене дослідження не лише виявило існуючі проблеми вентиляційної системи сервісного центру Master, але й запропонувало комплексне рішення для їх усунення з урахуванням специфіки ремонту електронної техніки. Реалізація розроблених рекомендацій дозволить значно підвищити енергоефективність системи, поліпшити умови праці персоналу та забезпечити відповідність об'єкта сучасним стандартам якості повітря у приміщеннях сервісних центрів електроніки[3]. Отримані результати можуть бути корисними для оптимізації вентиляційних систем інших подібних об'єктів.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ-Н Б В.2.5-43:2010. Настанова з улаштування систем вентиляції та кондиціонування повітря будинків і споруд. Київ, 2010.
2. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Київ, 1999.
3. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М. Математичне моделювання та оптимізація теплового режиму будівлі. М.: АВОК-ПРЕСС, 2022.



## ОГЛЯД НАЙПОШИРЕНІШИХ МЕТОДІВ ТЕПЛООВОГО ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

У загальному випадку, кожна система теплового захисту конструктивно складається з таких основних компонентів: блоку моніторингу, який надає інформацію про поточну температуру обмотки, і виконавчого блоку, який обробивши сигнал з наданою інформацією, порівнює її з заданим порогом перегріву, при перевищенні допустимої температури відключає електродвигун або подає відповідний сигнал.

При апаратній реалізації ці два функціональні блоки можуть бути об'єднані в один єдиний модуль. Реалізація виконавчого блоку зазвичай є досить простою і складається з таких компонентів як електромеханічні та логічні. Електромеханічний блок може бути реалізований, наприклад, у вигляді релейного захисту, заснованого на електромеханічних або електронних реле та пусках.

При створенні системи теплового захисту виникає така основна проблема як реалізація та застосування моніторингового блоку, так як його точність і надійність критично важливі для коректної роботи всієї системи. Базується моніторинговий блок на прямому вимірюванні температурної величини, або на непрямому методі, через моніторинг певних фізичних параметрів, які мають результуючий вплив на нагрівання обмотки.

Проектування моніторингового блоку ділиться на такі групи:

- непрямі методи, що включають вимірювання струму статора;
- методи, засновані на використанні вбудованих термодатчиків;
- методи з використанням теплової моделі електродвигуна;
- методи, що базуються на аналізі електричних параметрів машин;
- гібридні, що можуть комбінувати вищезазначені методи.

Непрямі методи теплового захисту засновані на моніторингу струму статора. Дані методи широко застосовуються для захисту від струмів перевантаження та перевантажених режимів роботи. Проте зазначені методи не передбачені для прямого вимірювання температури обмоток статора, що може призвести до ненадійного захисту у випадках значного перегріву, (наприклад, при тривалому запуску двигуна під навантаженням). Також ці методи не враховують умов навколишнього середовища, а саме зміну температури, або умов охолодження та теплопередачі, що стосується і теплового захисту асинхронних двигунів.

Серед простих методів теплового захисту є ті, що базуються на прямому вимірюванні температури з використанням температурних датчиків, вбудованих у обмотку статора чи ротора. Зазвичай датчики розміщують у виступаючих кінцевих котушках обмотки статора, на стороні, протилежній вентилятору. Однак, цей підхід рідко застосовується в електроприводах через значні недоліки, такі як необхідність установки датчиків на етапі виробництва, що може бути складним і дорогим для малих машин. Іншим важливим недоліком є локальність показань датчиків і значна теплова інерція між датчиком і обмоткою, що ускладнює своєчасне відключення машини при різкому підвищенні температури обмотки. Таким чином, методи, що використовують вбудовані температурні датчики, не завжди забезпечують надійний тепловий захист електричних машин, особливо в нестабільних або аварійних режимах.

Ще один спосіб визначення температури обмотки електродвигуна є використання теплової моделі електродвигуна. Ця модель дає змогу розрахувати температури в різних частинах електродвигуна. Алгоритм аналізу різних частин двигуна та моніторинг струму в режимі реального часу і конструкційних параметрів машини, дозволяє точно розрахувати фізико-термічні процеси обмотки електродвигуна. Точність таких розрахунків залежить від складності теплової моделі електродвигуна; точніші моделі вимагають детального знання всіх внутрішніх теплових параметрів та точного опису процесів нагрівання і охолодження, що ускладнює реалізацію розрахунку в режимі реального часу. Через це на практиці часто використовують спрощені теплові моделі.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Y. LeCun, L. Bottou, Y. Bengio, P. Haffner, Gradient-based learning applied to document recognition, Proc. IEEE 86 (11) (1998) 2278–2324.
2. Лежнюк П.Д., Комар В.О. Регулювання напруги в електричних системах. Навчальний посібник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008.–171с.
3. Матвійчук В. А. Електротехнології в АПК: навчальний посібник / В. А. Матвійчук, О. Є. Рубаненко, І. П. Стаднійчук. ВНАУ – Вінниця:ТОВ «ТВОРИ», 2020. – 272 с.
4. Матвійчук В. А. Діагностування електрообладнання: навчальний посібник / В. А. Матвійчук, О. Є. Рубаненко, І. О. Гунько. ВНАУ – Вінниця:ТОВ «ТВОРИ», 2020. – 140 с.

УДК 621.3.004.163

*Руденко Д. М., магістрант, Савойський О. Ю., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна*

## ЩОДО НЕОБХІДНОСТІ ЗДІЙСНЕННЯ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В МЕРЕЖАХ 0,4 КВ

Моніторинг якості електричної енергії в мережах 0,4 кВ є важливим аспектом ефективного управління електропостачанням, оскільки саме в цих мережах відбувається живлення більшості кінцевих споживачів – від житлових будинків до малого і середнього бізнесу. Постійне спостереження за параметрами електроенергії необхідне для забезпечення надійної та безперебійної роботи обладнання, попередження аварійних ситуацій, а також для підвищення енергоефективності. Якість електричної енергії визначається низкою параметрів, серед яких напруга, частота, рівень гармонік, просідання та підвищення напруги, флікер, асиметрія фаз і багато інших. Відхилення цих показників від встановлених нормативів може спричинити серйозні наслідки. Наприклад, просідання напруги (перенапруги) може призвести до виходу з ладу побутових приладів або промислового обладнання, що негативно впливає на їх ресурс і стабільність роботи. Гармонійні спотворення викликають підвищений нагрів трансформаторів, кабелів і двигунів, що знижує їх ефективність і призводить до додаткових витрат на ремонт або заміну обладнання.

Однією з причин необхідності моніторингу є зростання кількості сучасної електроніки, яка дуже чутлива до якості живлення. Чутливе обладнання, таке як комп'ютери, сервери, засоби зв'язку або медичні прилади, потребує високої стабільності параметрів живлення, і будь-які короточасні порушення можуть викликати втрату даних або навіть поломки. Промислові установки також піддаються впливу неякісної електроенергії: виробничі лінії можуть виходити з ладу або працювати зі збоями через нестабільну напругу.

Моніторинг якості електроенергії в мережах 0,4 кВ дозволяє не лише фіксувати поточний стан, а й аналізувати тенденції. Це дає змогу прогнозувати можливі проблеми і вживати превентивні заходи для їх усунення. Наприклад, якщо в певному районі регулярно спостерігаються перенапруги, це може свідчити про недостатню пропускну здатність мережі або про інші технічні недоліки. Вчасне виявлення таких проблем дозволяє оператору мережі провести модернізацію або налаштування обладнання, щоб уникнути аварійних ситуацій у майбутньому.

Інтеграція автоматизованих систем моніторингу забезпечує швидке реагування на критичні відхилення параметрів електроенергії. Ці системи можуть працювати в режимі реального часу, автоматично збираючи дані з різних точок мережі, аналізуючи їх і передаючи інформацію операторам для прийняття оперативних рішень.

Економічні переваги моніторингу якості електроенергії також очевидні. Своєчасне виявлення та усунення проблем із якістю електроенергії допомагає знизити втрати енергії, підвищити ККД обладнання і зменшити витрати на ремонт або заміну пошкоджених приладів. Крім того, забезпечення стабільного електропостачання підвищує задоволеність споживачів, знижує кількість скарг на неякісну електроенергію і покращує загальну надійність

енергосистеми. Слід також зазначити екологічний аспект моніторингу якості електроенергії. Покращення енергоефективності за рахунок стабільного електропостачання дозволяє зменшити витрати енергії та скоротити викиди парникових газів, що сприяє досягненню екологічних цілей, таких як скорочення впливу на зміну клімату.

Таким чином, моніторинг якості електричної енергії в мережах 0,4 кВ є не лише технічним завданням, але й стратегічною необхідністю для забезпечення стабільного, безпечного та ефективного енергопостачання. Він сприяє підвищенню надійності роботи обладнання, зменшенню аварійних відключень, оптимізації витрат та зниженню впливу на довкілля. У сучасному світі, де електроенергія є життєво важливим ресурсом, якісний моніторинг її параметрів стає одним із ключових факторів успішної експлуатації електромереж.

*Бабенко Б.В., студент, Савченко М.Ю., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

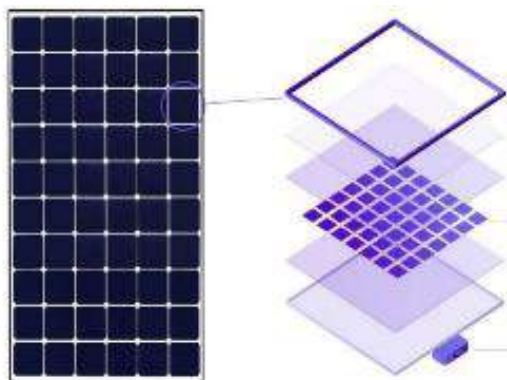
## СОНЯЧНА ЕНЕРГІЯ: ЕКОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ СУЧАСНОСТІ

Сонячна енергетика є одним із найперспективніших та найшвидше розвиваються напрямків у галузі енергетики. Сонце може слугувати джерелом як електричної, так і теплової енергії. Цей вид енергії є екологічно чистим, оскільки під час його виробництва не виникає шкідливих викидів, що особливо актуально в умовах глобальних змін клімату.

Сонячні панелі – це пристрої, що перетворюють сонячне випромінювання на постійний струм. Виготовлені з напівпровідників, зазвичай кремнію, вони генерують електрику завдяки різниці потенціалів, яка виникає під впливом світла та тепла.

Сонячні панелі працюють на основі фотогальванічного ефекту, відкритого в 1839 році французьким фізиком Едмоном Беккерелем, який показав, що деякі матеріали генерують електричний струм під впливом світла.

Сучасні технології, такі як сонячні трекери, можуть автоматично налаштовувати положення панелей, підвищуючи виробництво електрики на 20-50% у порівнянні з нерухомими системами. Нові матеріали, зокрема перовскіти, здатні забезпечити ефективність до 25-30% і знизити витрати на виробництво.



Крім того, багато космічних супутників, включно з Міжнародною космічною станцією, живляться від сонячних панелей, оскільки в космосі немає атмосферних перешкод, що підвищує їхню ефективність.

Будова сонячної панелі: рама, скло, інкапсулянт, кремнієва пластина, інкапсулянт, тильна частина, розподільча коробка

Існує три основні типи сонячних фотомодулів:

1. **Монокристалічні панелі:** Виготовлені з одного кристала кремнію, мають високу ефективність, компактні, але дорожчі.
2. **Полікристалічні панелі:** Складаються з кількох кристалів, менш ефективні, дешевші та потребують більше місця.
3. **Тонкоплівкові панелі:** Легкі та гнучкі, виготовлені з тонкого шару фоточутливих матеріалів, але менш ефективні, що підходить для специфічних умов.

Сонячні панелі мають свої переваги та недоліки. До їхніх основних плюсів належать екологічність, оскільки вони виробляють електрику без викидів парникових газів, а також економія на витратах на електроенергію завдяки зменшенню рахунків. Також варто відзначити зростаючу доступність технологій і державну підтримку, що сприяє популярності сонячних панелей, а можливість генерувати електрику в віддалених регіонах забезпечує енергетичну незалежність.

Однак існують і недоліки: початкові витрати на встановлення можуть бути значними, а

ефективність панелей знижується в похмурі дні та вночі. Хоча витрати на обслуговування зазвичай незначні, панелі потребують регулярної перевірки та очищення, а їх термін служби складає 25-30 років, після чого все ж доведеться здійснити заміну.

Сонячні панелі сприяють сталому розвитку і зменшують негативний вплив на навколишнє середовище. Незважаючи на недоліки, їхні переваги — екологічність, економічна вигода та доступність — роблять їх привабливими для споживачів. Подальший розвиток технологій підвищить їхню ефективність і знизить витрати, що забезпечить їх перспективність у майбутньому.

УДК 621.316

*Сіренко В.Ф., к.т.н., доцент, Лисенко В. В., завідувачка методичним кабінетом, Майборода В. Г., магістрант, СНАУ, Суми, Україна*

## **АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТИКИ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ**

Автоматизовані системи контролю та діагностики силових трансформаторів є невід'ємною частиною сучасних енергетичних мереж, що постійно розвиваються. Силові трансформатори, як ключовий компонент електроенергетичних систем, забезпечують ефективну передачу електроенергії на різні відстані при мінімальних втратах. Проте, зважаючи на складність експлуатації, високі навантаження і суворі умови роботи, ці пристрої є вразливими до зносу і поломок. Для запобігання аваріям, мінімізації простоїв і збільшення терміну служби обладнання впровадження автоматизованих систем моніторингу стає критично важливим аспектом управління електричними мережами.

Одним із найважливіших завдань автоматизованих систем є забезпечення безперервного моніторингу стану ізоляції трансформаторів. Силовий трансформатор залежить від якості ізоляції для забезпечення надійної роботи, оскільки погіршення її характеристик може призвести до короткого замикання або руйнування основних компонентів. Автоматизовані системи аналізують такі показники, як рівень вологості в ізоляційному маслі, вміст розчинених газів та різні фізико-хімічні характеристики рідин. Наприклад, метод хроматографії газів дозволяє виявляти гази, що виділяються при різних пошкодженнях внутрішніх компонентів трансформатора. Це дає можливість виявляти можливі проблеми на ранніх стадіях і вчасно реагувати.

Контроль за тепловими процесами також є невід'ємною частиною систем діагностики. Нагрівання є природним процесом під час роботи трансформатора, але перевищення допустимих температур може спричинити деградацію ізоляції, прискорення зносу компонентів і навіть аварійні ситуації. Автоматизовані системи використовують термодатчики для безперервного вимірювання температури трансформатора в реальному часі. Крім того, передові системи можуть аналізувати температурні профілі з урахуванням навантаження, яке відчуває трансформатор, і прогнозувати можливість перегріву в майбутньому. У разі виявлення перегріву система може автоматично активувати охолоджувальні пристрої або сигналізувати про необхідність втручання персоналу.

Автоматизація процесів контролю дозволяє значно знизити витрати на експлуатацію та обслуговування обладнання. Традиційно, трансформатори проходили регулярні планові перевірки, що вимагало зупинки обладнання та викликало збої в роботі енергомереж. Використання автоматизованих систем діагностики дозволяє оптимізувати ці процеси. Тепер технічне обслуговування може здійснюватися тільки за потреби, на основі реальних даних, що забезпечує як економію ресурсів, так і підвищену ефективність роботи.

Ще однією важливою перевагою автоматизованих систем є можливість віддаленого моніторингу і діагностики. Обслуговуючий персонал може контролювати стан трансформаторів без необхідності фізичного доступу до них, що особливо важливо на великих енергетичних об'єктах або в небезпечних для людини зонах. Такі системи також можуть бути інте-

гровані в загальні диспетчерські системи керування електромережею, що дозволяє централізовано контролювати і керувати всією інфраструктурою.

Впровадження автоматизованих систем контролю та діагностики силових трансформаторів дозволяє значно підвищити надійність, ефективність і безпеку роботи енергетичних систем. Ці технології забезпечують довгострокову стабільність електропостачання, знижуючи ризики аварій та простоїв. У майбутньому ці системи стануть ще більш інтегрованими в загальні енергетичні мережі, що сприятиме подальшому розвитку «розумних» мереж (Smart Grid) і нових інноваційних рішень у сфері електроенергетики.

УДК 620.92

*Крисько В.О., бакалавр, СНАУ, Суми, Україна*

## **ВИРОБНИЦТВО БІОДИЗЕЛЯ З ВИТРАЧЕНИХ ЗАЛИШКІВ КАВИ**

Біопаливо з відходів кавової продукції в останні роки привернуло значну увагу вчених і дало поштовх зростанню досліджень цього інноваційного підходу. Використана кавова гуща є цінним джерелом ліпідів, що в свою чергу можуть бути перетворені на біопаливо за допомогою різних модифікаційних процесів.

Ліпіди, що містяться у відходах кавової гущі, також можуть бути видобуті за допомогою апаратів з N-гексаном як найбільш ефективним розчинником для екстрагування жирів з кавової гущі. Інші типи розчинників, які можуть використовуватися, включають етиловий екстракт, N-гептан та N-октан. Вміст жиру у відходах кавової гущі може варіюватися залежно від виду зерна, типу обсмаження та методу екстракції, але в цілому вміст жиру варіюється від 13% до 14%. Це порівнюється з вмістом жиру в інших олійних рослинах, таких як соя, який коливається від 10 до 22%. Дослідження також продемонстрували, що використані кавові гущі можуть видобувати значну кількість масла, що робить їх перспективними сировинними матеріалами для виробництва біопалива; наприклад, результати досліджень повідомляли про утворення приблизно 102 мг біодизелю на 1 г використаної кавової гущі, що є перспективним.

Однак були виявлені деякі проблеми, пов'язані з ефективним відновленням розчинників та необхідністю додаткових очисних кроків у процесі екстракції та перетворення масла з відходів кавової гущі в біодизель, що може підвищити виробничі витрати. Були досліджені альтернативні методи екстракції, такі як екстракція з використанням надкритичних рідин та застосування ферментів для полегшення вивільнення масла з використаних кавових гущ. Екстракція за допомогою надкритичного діоксиду вуглецю (SC-CO<sub>2</sub>) використовувалася як екологічно чистий і ефективний метод для екстракції ліпідів з використаної кавової гущі. Деякі дослідження демонструють, що екстракція масла з використанням надкритичної рідини та ко-розчинника зменшує час, необхідний для отримання максимального виходу масла, практично вдвічі. Ферментативний гідроліз, з іншого боку, використовує ферменти для розкладання складних ліпідів у відходах кавової гущі на простіші компоненти, полегшуючи подальший процес трансестерифікації. Ці методи мають потенційні переваги у зменшенні використання розчинника та покращенні загальної сталості виробництва біодизелю з використаної кавової гущі. Після видобутку масла з відходів кавової гущі, масло перетворюється на біодизель за допомогою процесу трансестерифікації. Більшість досліджень використовують двоетапний процес трансестерифікації, що передбачає естерифікацію кислотою, як перший етап, і після цього лужною трансестерифікацією. Кислотна естерифікація допомагає перетворити вільні жирні кислоти, які містяться у кавовому маслі, на естери, що робить їх придатними для подальшої лужної трансестерифікації. Ці процеси зазвичай передбачають використання метанолу та каталізатора, такого як натрій гідроксид (NaOH) або калій гідроксид (KOH), для полегшення хімічних реакцій. Також було застосовано виробництво біодизелю з використаних кавових гущ через трансестерифікацію з використанням іммобілізованої ліпази, що призвело до високих виходів та чистоти біодизелю.

Були розглянуто такі проблеми, пов'язані з використанням використаної кавової гущі для виробництва біодизелю. До них відноситься варіація вмісту масла у відходах кавової гущі, що становить велику перешкоду, роблячи важко досягнення сталості та високих показників виходу кавового масла. Крім того, екстракційний процес на основі розчинників, механічний або з використанням надкритичної рідини, має проблеми з ефективністю та стандартизацією через цю варіабельну проблему. Досліджено попередню обробку для вивчення її впливу на покращення виходу масла, енергетичних витрат та виробничих витрат. Наприклад, вчені досліджували вплив методів попередньої обробки використаних кавових гущ на вихід кавового масла, і вони повідомляли про вищий вихід кавового масла на 17% у попередньо оброблених кавових гущах та вихід кавового масла на 13% у непопередньо оброблених кавових гущах.

У дослідженнях використання біопального з відходів кавової продукції виявлено, що кавова гуща є перспективним джерелом ліпідів, які можуть бути перетворені на біодизель. Вміст жиру у цих відходах коливається від 13% до 14%, що порівняно з іншими олійними рослинами. Екстракція олії з кавової гущі може здійснюватися за допомогою різних розчинників, проте методи, такі як екстракція з надкритичними рідинами і ферментативний гідроліз, пропонують екологічнішу альтернативу, покращуючи ефективність процесу. Процес трансестерифікації, зокрема двоетапний, є ключовим етапом у перетворенні олії на біодизель. Проте існують проблеми, пов'язані з варіабельністю вмісту олії в кавовій гущі та ефективністю екстракційних процесів. Попередня обробка відходів може значно підвищити вихід олії. Загалом, біопаливо з кавової гущі має потенціал для розвитку, але потребує подальших досліджень для оптимізації технологій екстракції та перетворення.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Григор'єва, Т. В., & Козлов, В. О. (2018). "Використання відходів кавової продукції для виробництва біопального." *Вісник аграрної науки Причорномор'я*.
2. Куценко, А. В., & Хорольський, І. В. (2019). "Перспективи переробки кавових відходів на біопаливо." *Екологічний вісник*.
3. Cheong, J. Y., et al. (2020). "Green extraction of oil from spent coffee grounds using supercritical carbon dioxide." *Journal of Cleaner Production*.
4. Deng, Y., et al. (2021). "Production of biodiesel from waste coffee grounds oil: Optimization and characterization." *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*.

UDC 004.946

Vasylenko O.O., Ph.D., Associate Professor, Sumy National Agrarian University

#### **PRODUCTION ENVIRONMENT AND ITS INFLUENCE ON HUMAN HEALTH AND PERFORMANCE**

A favorable protective factor is also a high level of physical fitness, which allows you to avoid additional energy costs associated with physical activity in the cold. It must be remembered that vulnerable groups of workers, for example, elderly or minor workers, as well as those with disabilities, should not be involved in work under such conditions. It should not be forgotten that a decrease in body temperature is not only the main indicator of the degree of frostbite, but also the main cause of disorders in cold injury.

Heat transfer by the human body is mainly due to radiation and evaporation of moisture from the surface of the skin. The lower the air temperature and the speed of its movement, the more heat is given off by radiation. Together with sweat, the body loses water, vitamins, and mineral salts, as a result of which it becomes dehydrated, and the metabolism is disturbed. Therefore, employees of "hot" workshops are provided with carbonated salted water. Air humidity significantly affects the return of heat by evaporation. Evaporation becomes difficult due to high humidity and heat transfer decreases. A decrease in humidity improves the process of heat transfer by evaporation. However,

too low humidity causes the mucous membranes of the respiratory tract to dry out. Air mobility determines the level of heat transfer from the surface of the skin by convection and evaporation. In hot industrial premises at a moving air temperature of up to 35 °C, the movement of air contributes to an increase in heat transfer by the body. As the temperature rises, the moving hot air itself will give its heat to the human body, causing it to heat up. Moving air at a low temperature causes hypothermia of the body. Sudden temperature fluctuations in a room that is blown with cold air (draft), significantly disrupt the thermoregulation of the body and can cause colds. The body's ability to adapt to weather conditions is significant, but not limitless. The microclimate (meteorological conditions) of the production premises has a significant influence on the state of the worker's body and his working capacity, which is understood as the climate of the internal environment of this premises, which is determined by temperature, relative humidity, air movement and thermal radiation of heated surfaces, which collectively affect the thermal state of the body a person In the process of work, a person is in constant thermal interaction with the production environment. Under normal microclimatic conditions, a constant body temperature (36.6 °C) is maintained in the worker's body thanks to thermoregulation. The amount of heat generated in the body depends on the physical load of the worker, and the level of heat transfer depends on the microclimatic conditions of the production premises. The upper limit of thermoregulation of a person at rest is considered to be 30–31 °C at a relative humidity of 85% or 40 °C at a relative humidity of 30%. When performing physical work, this limit is much lower. Thus, when performing heavy work, thermal equilibrium is maintained at an air temperature of 12–14 °C. The body's resistance to cooling decreases when a person is physically tired; hypothermia is more likely to occur in conditions of high air humidity or strong wind. As part of a One Health educational project, two secondary schools –in opposite parts of the world – created photo books to document instances of One Health in their homes, neighborhoods, and communities for exchange with each other. Students from the two schools, Lehman High School in the Bronx, New York, and Vision Secondary School in Kisoro, Uganda, also wrote text to accompany the photos and explain their significance and relationship to One Health. This dialogue between students is the most recent phase in the Kiboko Projects cultural exchange program.. The first priority for every manager should be the preservation of life, health and working capacity of employees. Performance of work under reduced temperature conditions does not contain objects of increased danger, but compliance with safety rules must be observed.

УДК 664.8.047.3

*Козін В.М., к.т.н., доцент, Савойський О. Ю., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна*

### **ВИЗНАЧЕННЯ ПИТОМОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ОПОРУ ЯБЛУЧНОЇ СИРОВИНИ В ПРОЦЕСІ ЗНЕВОДНЕННЯ**

Дослідженню електрофізичних параметрів фруктової сировини, зокрема, в процесі прямого електронагріву, присвячено ряд експериментальних робіт [1–4]. Однак, в зв'язку з особливостями фруктів (різні ступені зрілості, хімічний склад в залежності від сорту і плодів одного сорту) пряме використання отриманих результатів даних робіт неможливе. Крім того, найчастіше даного роду експерименти проводилися тільки на стадії попередньої обробки сировини без поглибленого вивчення кінетики зневоднення та фізичних процесів, що відбуваються всередині біологічного об'єкту протягом процесу сушіння. Це дозволяє стверджувати, що доцільним є проведення дослідження, присвяченого визначенню впливу температури та вологовмісту на електрофізичні параметри, зокрема, електричного опору сировини.

При електротермічній обробці, зокрема, додатковому нагріву високоволової сировини безпосереднім пропусканням електричного струму через матеріал, необхідним електрофізичним параметром є питома об'ємна потужність:

$$N_s = \frac{E^2}{\rho}, \quad (1)$$

де  $E$  – напруженість електричного поля, В/м;  $\rho$  – питомий електричний опір, Ом·м.

Із отриманого виразу (1) видно, що чим менший питомий електричний опір сировини, тим більша потужність може бути підведена додатково до конвективного теплового потоку. Іншими словами, питомий електричний опір сировини є основним електрофізичним параметром, від якого залежить ефективність нагріву сировини в процесі сушіння. Проведені дослідження електричної провідності фруктової сировини в роботі [5] вказують, що на електричну провідність фруктових та овочевих соків впливають концентрація сухих розчинних речовин (вітаміни, мінерали, цукри та ін.) та температура. Під час сушіння запропонованим способом [6] концентрація сухих розчинних речовин, яка напряму залежить від вологовмісту досліджуваної сировини, так і її температура змінюються протягом всього часу сушіння, що вказує на зміну питомого електричного опору в процесі зневоднення.

В якості об'єктів досліджень динаміки зміни питомого електричного опору сировини в процесі зневоднення було обрано яблука ранньолітнього та літнього терміну дозрівання сортів «Ред Мак», «Мантет» та «Геліос», вирощені в умовах Сумського регіону (Україна).

Результати дослідження питомого електричного опору нарізаних яблук досліджуваних сортів при різних значеннях їх вологовмісту та температури показали, що початкові значення їх питомих електричних опорів практично однакові. Початковий питомий опір яблук при температурі 20 °С та вологовмісті 8 кг/кг знаходиться в межах 195–220 Ом·м, що свідчить про високу провідність матеріалу. Зі зменшенням вологовмісту з 8 до 6 кг/кг питомий електричний опір сировини дещо знижується. Зі зменшенням вологовмісту до 6 кг/кг при температурі 20 °С величина питомого електричного опору знизилася на 25–30 % в порівнянні з початковими значеннями. Це пояснюється внутрішнім переміщенням соку від клітин до поверхні сировини, що дає збільшення вільної вологи в зразку. Зі зменшенням вологовмісту нижче 6 кг/кг питомий електричний опір поступово зростає. Очевидно, це пояснюється зменшенням кількості вільної вологи в зразках, а також збільшенням концентрації електрично нейтральних моно- та дисахаридів (цукрів), які значно впливають на зменшення провідності соку.

Водночас із підвищенням температури спостерігається значне зниження питомого електричного опору. Так, в усіх випадках при нагріванні сировини від 25 до 55 °С значення питомого опору зменшується в 10–13 разів. Зниження опору сировини пояснюється різким виходом клітинного соку в результаті підвищення проникності оболонок клітин під дією температури та явища електроплазмолізу, що виникає при пропусканні змінного електричного струму через рослинні об'єкти.

Встановлений факт, що при нагріві до 60–65 °С питомий опір падає до мінімального значення і при подальшому нагріванні зразків практично не змінюється. Це пояснюється повним руйнуванням цитоплазматичних оболонок та летальним впливом високої температури на життєдіяльність клітин. Тому нагрів сировини вище 55–60 °С в процесі сушіння може значно погіршити якість готового продукту.

В результаті обробки отриманих результатів в програмному середовищі Statistica 12 отримано наступні рівняння залежності величини питомого електричного опору яблучної сировини від її вологовмісту та температури:

– для яблук сорту «Геліос»:

$$\rho = 946,2556 - 129,2027X - 21,8327t_{zp} + 7,7891X^2 + 0,8168X \cdot t_{zp} + 0,1484t_{zp}^2, \quad (2)$$

– для яблук сорту «Мантет»:

$$\rho = 880,6729 - 121,4554X - 20,4984t_{zp} + 7,337X^2 + 0,768X \cdot t_{zp} + 0,1407t_{zp}^2, \quad (3)$$

– для яблук сорту «Ред Мак»:

$$\rho = 884,3821 - 115,8796X - 21,4133t_{zp} + 7,011X^2 + 0,7374X \cdot t_{zp} + 0,1519t_{zp}^2, \quad (4)$$

де  $X$  – вологовміст, кг/кг;  $t_{zp}$  – температура сировини, °С.

Отримані математичні вирази дозволяють проводити регулювання та керування температурним режимом в процесі сушіння яблучної сировини. Невисокі значення величини пи-



тогомо опору соковмісної сировини можуть вказувати на доцільність використання прямого електричного нагріву для інтенсифікації процесу конвективного сушіння. Тому подальшим етапом досліджень є розробка енергозберігаючого апарату сушіння фруктів з використанням прямого електричного нагріву сировини.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Banti, M. (2020). Review on Electrical Conductivity in Food, the Case in Fruits and Vegetables. *World Journal of Food Science and Technology*, 4(4), 80. doi: <https://doi.org/10.11648/j.wjfst.20200404.11>.
2. Isci, A., Kutlu, N., Yilmaz, M. S., Arslan, H., Sakiyan, O. (2018). The effect of ohmic heating pretreatment on drying of apple. *Proceedings of 21th International Drying Symposium*. doi: <https://doi.org/10.4995/ids2018.2018.7375>.
3. Sarang, S., Sastry, S. K., Knipe, L. (2008). Electrical conductivity of fruits and meats during ohmic heating. *Journal of Food Engineering*, 87(3), 351–356. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.12.012>.
4. Савойський, О. Ю. (2020). Дослідження електроплазмолізу яблучної сировини в процесі комбінованого сушіння. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*, 20, 247-258. doi: <https://doi.org/10.31388/2078-0877-2020-4-247-257>.
5. Побережець, І. І., Побережець, В. І. (2016). Електропровідність яблучного та виноградного соків. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*, 89(1), 229-235. URL: <https://journal.udau.edu.ua/assets/files/89/Agro/Ukr/29.pdf>.
6. Яковлев В.Ф., Савойський О.Ю., Сіренко В.Ф. Спосіб комбінованого сушіння біологічних об'єктів: Патент України № 127324UA. Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, 2018.7.

УДК 621.3.004.163

*Руденко Д. М., магістрант, Савойський О. Ю., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна*

### ОЦІНКА ТА КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В МЕРЕЖАХ 0,4 КВ

Аналіз показників якості електричної енергії в мережах 0,4 кВ є важливим для забезпечення надійності електропостачання та безпечної роботи обладнання. Відповідно до ДСТУ EN 62586-2:2018, контроль якості електричної енергії базується на вимірюванні низки параметрів, які мають нормативні значення. Ці параметри включають частоту, напругу, відхилення напруги, рівень гармонійних складових, флікери, а також асиметрію напруги.

Частота електричної енергії в мережах повинна підтримуватись на рівні 50 Гц. Допустимі відхилення від номінального значення в нормальних умовах експлуатації не повинні перевищувати  $\pm 1\%$ , тобто частота має залишатися в межах 49,5–50,5 Гц. Короточасні відхилення можуть бути більшими під час аварійних ситуацій або при значних змінах навантаження і можуть досягати  $\pm 2\%$  (49–51 Гц). Якщо частота відхиляється від цих меж протягом тривалого часу, це може призвести до перегріву трансформаторів, відмови електричних машин і порушення синхронізації роботи обладнання.

Ще одним важливим параметром є напруга. У мережах 0,4 кВ номінальна фазна напруга становить 230 В, а лінійна – 400 В. Згідно з ДСТУ EN 62586-2:2018, допустимі відхилення напруги у нормальних умовах експлуатації складають  $\pm 10\%$ . Це означає, що фазна напруга повинна залишатися в межах 207–253 В, а лінійна — у межах 360–440 В. Відхилення напруги за ці межі може спричинити проблеми з роботою електричних приладів, зокрема, зменшувати їхній термін експлуатації або навіть призводити до їх пошкодження. Висока напруга може перевантажувати ізоляцію та компоненти системи, тоді як низька напруга може призводити до недостатнього електроживлення та збоїв в обладнанні.

Форма кривої напруги також має значення для якості електроенергії. Ідеальна форма – це синусоїдальна крива, проте через наявність нелінійних навантажень у мережі можуть ви-

никати гармонійні складові, що спотворюють форму сигналу. Стандарт встановлює, що загальний коефіцієнт гармонічних спотворень (THD) не повинен перевищувати 8%. Високий рівень гармонік може призводити до підвищеного нагрівання обладнання, зниження ефективності його роботи, збільшення енерговтрат та пошкодження чутливих пристроїв. Спотворення синусоїдальної форми напруги можуть також викликати збої в роботі систем автоматики та засобів керування. Окрім частоти та напруги, важливо враховувати коливання напруги, які спричиняють так звані флікери. Флікер – це періодичні коливання напруги, що можуть викликати мерехтіння освітлювальних приладів та збої в роботі електронного обладнання. Короткочасний індекс флікера (Pst) не повинен перевищувати 1,0, тоді як довготривалий індекс (Plt) не повинен перевищувати 0,8. Підвищені рівні флікерів впливають на якість життя користувачів і можуть бути ознакою недостатньої стабільності мережі.

Також важливо враховувати асиметрію напруги в трифазних мережах. Асиметрія виникає, коли напруга в одній або кількох фазах значно відрізняється від інших, що може призвести до несприятливих умов для роботи електродвигунів та інших симетричних навантажень. Стандарт передбачає, що коефіцієнт асиметрії не повинен перевищувати 2%.

Контроль якості електроенергії також включає моніторинг інших показників, таких як перехідні процеси (імпульси напруги) та різкі зміни напруги. Перехідні процеси, що виникають через переключення обладнання або зовнішні впливи, можуть викликати короткочасні сплески напруги, які пошкоджують електроніку. Стандарт встановлює вимоги до рівня таких імпульсів для мінімізації їх впливу на систему. Аналіз показників якості електричної енергії за допомогою спеціалізованих вимірювальних пристроїв є важливим кроком для забезпечення надійної роботи мереж 0,4 кВ. Регулярний моніторинг дозволяє виявляти та усувати відхилення від встановлених нормативів, що знижує ризики аварій, підвищує енергоефективність та продовжує термін служби електричних приладів.

УДК 621-316-72

*Урсаленко М.С., магістрант, Рясна О.В., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна*

## **МОДЕЛЮВАННЯ ПОВІТРЯНИХ ПОТОКІВ У ПРИМІЩЕННЯХ СЕРВІСНОГО ЦЕНТРУ MASTER**

Дане дослідження присвячене детальному моделюванню повітряних потоків у приміщеннях сервісного центру Master, розташованого в місті Суми, з метою оптимізації вентиляційної системи та покращення якості повітря в робочих зонах. Актуальність роботи обумовлена зростаючими вимогами до енергоефективності будівель та забезпечення комфортних умов праці, особливо в приміщеннях з підвищеним рівнем забруднення повітря, характерним для сервісних центрів електроніки, де присутні специфічні забруднювачі, такі як пари припою, тонер та леткі органічні сполуки (VOC) від розчинників [2].

Методологія дослідження базується на використанні сучасних методів обчислювальної гідродинаміки (CFD - Computational Fluid Dynamics). Для проведення симуляцій було обрано програмний комплекс ANSYS Fluent, який дозволяє створювати високоточні моделі руху повітря з урахуванням теплових процесів та розповсюдження забруднюючих речовин [1].

На першому етапі дослідження було створено детальну тривимірну модель приміщень сервісного центру. Модель включала основні елементи інтер'єру, обладнання для ремонту електроніки, зони пайки, заправки картриджів, а також існуючі елементи системи вентиляції. Особлива увага була приділена точному відтворенню геометрії вентиляційних отворів, повітропроводів та зон роботи персоналу.

Для забезпечення достовірності результатів моделювання було проведено серію натурних вимірювань параметрів повітря в різних точках приміщень сервісного центру. Вимірювалися такі параметри як швидкість руху повітря, температура, відносна вологість, концентрація VOC та дрібнодисперсного пилу. Отримані дані були використані для калібрування CFD-моделі та верифікації результатів симуляцій.

У ході дослідження було проведено моделювання повітряних потоків при різних режимах роботи вентиляційної системи, включаючи:

1. Штатний режим роботи існуючої системи.
2. Режим інтенсивної пайки.
3. Режим масової заправки картриджів.
4. Аварійний режим (відмова частини вентиляційного обладнання).

Для кожного з режимів були розраховані поля швидкостей повітря, розподіл температур та концентрацій забруднюючих речовин (VOC, пари припою, дрібнодисперсний пил) у об'ємі приміщень.

Аналіз результатів моделювання дозволив виявити ряд критичних проблем в існуючій системі вентиляції:

1. Наявність «мертвих зон» з недостатньою циркуляцією повітря, особливо в кутових ділянках приміщень та під робочими столами.
2. Нерівномірний розподіл температур, що призводить до локального перегріву повітря в зонах пайки та роботи з електронікою.
3. Підвищена концентрація VOC та дрібнодисперсного пилу у зоні дихання працівників, особливо при роботі з паяльним обладнанням та заправці картриджів.
4. Недостатня ефективність існуючої системи місцевих витяжок, що призводить до розповсюдження парів припою та тонера по всьому об'єму приміщення.

На основі отриманих даних було розроблено ряд рекомендацій щодо оптимізації вентиляційної системи (рисунок 1).

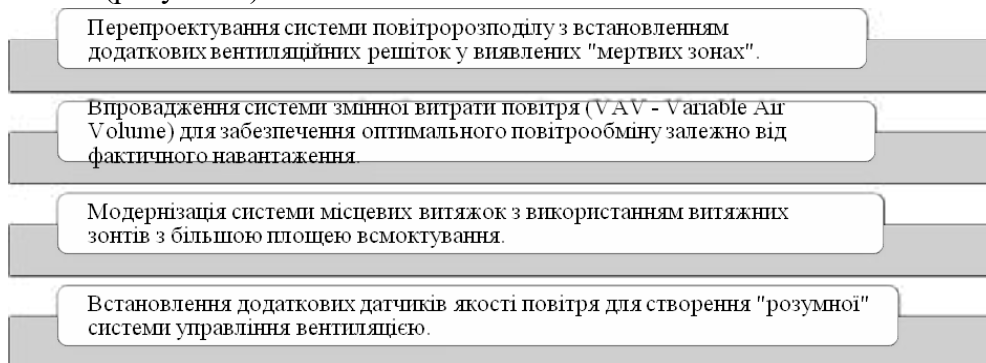


Рисунок 1 - Рекомендації щодо оптимізації вентиляційної системи

Для оцінки ефективності запропонованих змін було проведено повторне CFD-моделювання з урахуванням нової конфігурації вентиляційної системи. Результати показали:

- Зниження концентрації VOC в робочих зонах на 45% порівняно з початковою ситуацією.
- Більш рівномірний розподіл температур з відхиленням не більше  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  від заданого значення.
- Збільшення швидкості руху повітря в раніше виявлених "мертвих зонах" до рекомендованих значень (0,1-0,3 м/с).
- Зниження концентрації дрібнодисперсного пилу у зоні дихання працівників на 55% за рахунок оптимізації системи місцевих витяжок.
- Зменшення розповсюдження парів припою на 60% в зонах, віддалених від місць пайки [3].

Економічний аналіз запропонованих змін показав, що незважаючи на початкові витрати на модернізацію, очікуваний термін окупності складає близько 2,5 роки за рахунок зниження енергоспоживання та підвищення продуктивності праці персоналу. Додатковим фактором економічної ефективності є покращення якості ремонту електроніки за рахунок чистішого робочого середовища.

Таким чином, проведені дослідження з використанням методів CFD-моделювання дозволило не лише виявити недоліки існуючої вентиляційної системи сервісного центру Master, але й розробити науково обґрунтовані рекомендації щодо її оптимізації [3]. Реалізація запропонованих заходів дозволить значно покращити якість повітря в робочих зонах, підви-

щити енергоефективність системи вентиляції та забезпечити комфортні умови праці для персоналу, що особливо важливо для сервісних центрів електроніки з їх специфічними вимогами до чистоти повітря.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ASHRAE Handbook - HVAC Applications. Atlanta: ASHRAE, 2023.
2. Джеджула В.В. Енергозбереження промислових підприємств: методологія формування, механізм управління. Вінниця: ВНТУ, 2019.
3. Zhai Z.J., Zhang Z., Zhang W., Chen Q.Y. Evaluation of Various Turbulence Models in Predicting Airflow and Turbulence in Enclosed Environments by CFD: Part 1—Summary of Prevalent Turbulence Models. HVAC&R Research, 2021, 13(6), 853-870.

УДК 621.311

*Жогло В.В., магістрант, Ченіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

### ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

Технологічні процеси будь-якого виробництва в значній мірі залежать від якості електроенергії. У загальному випадку низька якість електроенергії може бути охарактеризована, як будь-які зміни в енергопостачанні, що призводять до порушень нормального ходу виробничого процесу або до пошкодження обладнання, трансформаторів, електродвигунів.

Так за даними зарубіжних досліджень втрати країн Європи від неякісної електричної енергії щорічно сягають десятки млрд. євро. Аналогічні дані по Україні на даний час відсутні, оскільки проблемою якості електричної енергії систематично займаються тільки науковці, і це при тому, що збитки від неякісної електричної енергії мають тенденцію щорічного зросту (в США, наприклад, за останні десять років вони подвоїлись).

Окрім цього широке впровадження розосереджених джерел енергії, як приватними споживачами та корпоративним сектором, так і безпосередньо генеруючими компаніями, формування віртуальних електростанцій пов'язано із необхідністю підтримання динамічного балансу між споживанням та генерацією електричної енергії на мікро- і макрорівнях. Це обумовлює появу принципово нових задач, вирішення яких не можна здійснити спираючись виключно на традиційні підходи, які використовуються для побудови електроенергетичних мереж централізованого характеру.

Проблеми живлення це будь-які відхилення параметрів напруги від встановлених стандартів значень якості електроенергії. Основні неполадки живлення, які становлять небезпеку для роботи електрообладнання відповідно наведеної класифікації (у дужках наведені найбільш поширені англійські еквіваленти) відображає вимоги міжнародного стандарту ГОСТ 13109-97, термінологічних стандартів ГОСТ 30372-95 та ДСТУ 3466-96\*:

1. Зникнення напруги – відсутність напруги в електромережі протягом більше двох періодів (40 мс). Наслідками зникнення напруги можуть бути: втрата, пошкодження даних на серверах і поточної інформації на робочих станціях, пошкодження файлової системи, порушення технологічного процесу, вихід з ладу апаратури.

2. Провал напруги – раптове зниження напруги в електричній мережі нижче величини 90% від номінального значення, за яким слідує відновлення напруги до початкового або близького до нього рівня за проміжок часу від десяти мілісекунд до декількох десятків секунд. Причиною провалу напруги можуть бути: включення енергоємного обладнання, запуск потужних електродвигунів, робота зварювальних апаратів і т. д. Можливі наслідки: скидання оперативної пам'яті; виникнення помилок, вихід з ладу апаратури, мерехтіння освітлення.

3. Перенапруга – раптове підвищення напруги в електричній мережі вище величини 110% від номінального значення, за яким слід відновлення напруги до початкового або близького до нього рівня за проміжок часу від десяти мілісекунд до декількох десятків секунд.

Причиною виникнення перенапруг може бути відключення енергоємного обладнання. Можливі наслідки: скидання оперативної пам'яті; виникнення помилок, вихід з ладу апаратури, мерехтіння освітлення.

4. Відхилення напруги – відхилення (зниження / підвищення) напруги в мережі від допустимих стандартів значень на тривалий час (більше десятків секунд). Виникає зазвичай через зростання споживання електроенергії в певні періоди часу при обмеженій потужності джерела електроенергії або довгих лініях електроживлення. Можливі негативні наслідки: додаткові втрати потужності в стабілізаторах, скорочення терміну служби блоків живлення, збої у виконанні програм.

5. Електромагнітна перешкода - виникнення у мережі високочастотних імпульсів, що накладаються на синусоїдальну форму напруги. Основними причинами виникнення електромагнітних перешкод є робота потужних електродвигунів, перемикачів релевної апаратури і силових комутаційних електроніки, мовлення суміжних станцій, магнітні бурі. Можливі наслідки: помилки, скидання оперативної пам'яті, «зависання» операційної системи, вихід з ладу накопичувачів на жорстких дисках;

6. Імпульс напруги – це короткочасне перевищення напруги вище 110% від номінального значення тривалістю 10-50 мкс (з часом фронту імпульсу 1-10 мкс). При цьому, амплітуда імпульсів перенапруги може досягати величин 6000 В. Причиною їх появи можуть бути удари блискавок, розряди статичної електрики. Такі високовольтні імпульси з дуже крутим переднім фронтом без перешкод минають захисні фільтри блоків живлення і потрапляючи в ланки системних плат, викликають скидання оперативної пам'яті і вихід з ладу мікросхем.

7. Відхилення частоти – відхилення частоти на величину більше 0,2 Гц від номінального значення (50 Гц). Причиною появи можуть бути: нестабільність джерела електроенергії, нестабільність частоти обертання ротора дизель-генератора. Можливі наслідки: перегрів і вихід з ладу блоків живлення, «зависання» операційної системи, програмні збої, втрата даних.

8. Тимчасове перенапруга – це короткочасне перевищення напруги вище 110% від номінального значення тривалістю 1000-5000 мкс. При цьому, амплітуда імпульсів перенапруги може досягати величин 4500 В. Причиною їх появи є комутаційні процеси потужнострумівих ланцюгів електропостачання, іскріння комутаційних апаратів. Можливі наслідки: скидання оперативної пам'яті і вихід з ладу мікросхем.

9. Несинусоїдальність напруги – характеризується двома основними показниками:

а) коефіцієнтом спотворення синусоїдальності кривої напруги (струму) – відношення діючих значень суми вищих гармонік напруг (струмів) до діючого значення напруги (струму) основної гармоніки або у спрощеному варіанті до номінальної напруги (струму);

б) коефіцієнтом гармоніки напруги (струму) – відношення діючого значення аналізованої гармоніки напруги (струму) до діючого значення змінної напруги (струму) або у спрощеному варіанті до номінальної напруги (струму). Крім перерахованих використовуються такі показники якості електроенергії, як: коефіцієнти форми і амплітуди кривих змінної напруги (струму), гармоніка напруги (струму), джерело гармонік напруги, струму, гармонійний резонанс. Небезпеку для електрообладнання представляють спотворення синусоїдальності кривої напруги більше 8% або наявність в кривій напруги гармонійних складових напруги непарного (парного) порядку, з коефіцієнтом гармонік більше 5%.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Стогній Б.С. Інтелектуальні електричні мережі електроенергетичних систем та їхнє технологічне забезпечення [Текст] / Б.С. Стогній, О.В. Кириленко, С.П. Денисюк // Технічна електродинаміка. – 2010. – № 6. – С. 44-50.
2. Кириленко О.В. Технічні аспекти впровадження джерел розподільної генерації в електричних мережах. [Текст] / Кириленко О.В., Павловський В.В., Лук'яненко Л.М. // Технічна електродинаміка. – 2011. – №1. – С. 46-51.
3. Коновал В.С. Дослідження впливу вітрової електростанції на режимі роботи електричної мережі / В.С. Коновал, А.Ю. Кучинський, О.І. Горак. – С. 64-69.

## **ОСОБЛИВОСТІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЗЕРНОВИХ СУШАРОК**

Близько 50 % врожаю, яке збирається на території України має підвищену вологість та потребує сушіння. Тільки після того як з свіжого збіжжя буде видалено весь надлишок вологості і воно буде доведено до сухого стану, можна розраховувати на довготривале зберігання і подальше використання продукту.

Сушіння зерна – складний, безперервний та енергоємний процес. Змінення технологічних параметрів сушіння (наприклад температурних режимів) впливає на його якісні параметри. Крім того на об'єктах переробки зернових кількість виконавчих механізмів та параметрів, що контролюються, неухильно зростає і оператор вже не в змозі самостійно керувати технологічними процесами завантаження, розвантаження, попередньої обробки.

З іншого боку зниження енергетичних витрат на сушіння зерна розглядається як найважливіша задача при розробці нових технологій сушіння та конструкцій зерносушарок. Впровадження нових або модернізація вже існуючих сушарок може вважатися достатньо ефективною, якщо досягнуто зниження питомих енерговитрат (при обов'язковому збереженні якості зерна).

У зв'язку з цим гостро постає питання комплексної автоматизації об'єктів переробки та зберігання зерна, як один з його головних шляхів підвищення якості зерна, економії енергії, зменшення впливу людського фактору, підвищення продуктивності підприємства.

Яка ж автоматизація сушарок потрібна? Зрозуміло що, при розробці нових та модернізації існуючих автоматичних систем, треба орієнтуватися на досвід провідних вітчизняних та іноземних розробників як самих систем автоматизації сушарок так і розробників елементної бази для їх виготовлення. Також потрібно ввести в поняття автоматизації сушіння зерна деяке обмеження, тому, що повна автоматизація процесу сушіння або зовсім неможлива або вкрай дорога. Це обумовлено тим, що повна автоматизація вимагає обліку та об'єднання в одне ціле великої кількості закономірностей процесів та параметрів, що контролюються, а повна та адекватна модель сушіння зерна ще не створена і не буде створена в передбаченні строки.

Найбільш поширеним є застосуванням напівавтоматичних систем управління, принцип дії яких полягає у тому, що оператор виводить процес на оптимальний режим і передає управління автоматиці, яка й буде підтримувати у подальшому процес на заданому режимі. Умови виведення режиму сушіння залежить не в останню чергу від виду та конструктивних особливостей сушарки для якої буде розроблятися автоматична система управління.

Весь процес сушіння контролюється електронним блоком управління, який впливає на швидкість руху зерна і температуру внутрішнього повітря. Електронний блок управління постійно отримує дані з датчиків вхідної та вихідної вологості, внутрішньої і зовнішньої температури повітря, датчиків рівня зерна у зернових колонах і декількох датчиків температури гарячого і холодного зерна. На основі цих даних видаються команди завантажувальному і розвантажувальному пристроям, зовнішньої паливної автоматики і пальнику.

На поведінку механізмів сушарки та конструктивних елементів, а звідси і дії автоматики, які пов'язані з проходженням гарячого (агента) та холодного повітря скрізь товщу зерна впливають також такі фактори як температура та вологість оточуючого повітря (кліматичний вплив) і відповідно вид і стан сировини, що обробляється.

При роботі в літній період актуальним є не тільки нагрів, а й охолодження зерна, і оскільки його температура при розвантаженні не повинна перевищувати навколишню температуру більше, ніж на 10°C. При цьому зовнішнє повітря всмоктується через зерновий шар нижніх рівнів, охолоджує його, відбираючи тепло і вологу, змішується з гарячим повітрям пальника і подається в верхні рівні нагріваючи зерно.

При роботі з зерном дуже забрудненим пилом або схильним до займання (наприклад насіння соняшнику) перевагу має режим, при якому охолодження зерна проводиться на ниж-

ньому рівні під дією надлишкового тиску, який створюється всередині рівня допоміжним вентилятором. У цьому режимі рекуперації не відбувається, тому що повітря, відібравши у зерна тепло і вологу, йде назовні разом з пилом.

Для інтенсивної і високотемпературної сушки кукурудзи, особливо в холодну пору року, застосовують режими коли вся сушарка використовується тільки для нагрівання зерна з подальшим контрольованим охолодженням на складі або в ємності, що вентилується. Оскільки на люках встановлені кінцеві вимикачі, відкриття люків відображається на екрані монітора а також автоматично визначається порядок підключення датчиків вимірювання температури зернового шару.

Для забезпечення ефективної та надійної роботи сушильного комплексу необхідно забезпечити наступне:

- зерно в сушарку має подаватися з буферного накопичувача (бункера або силосу), пов'язаного з завантажувальною норією сушарки безперервно. Якщо є можливість, цей бункер повинен бути вентильованим;

- норія подачі зерна в сушарку для забезпечення можливості автоматичного включення (відключення) подачі зерна норією по сигналу датчика рівня заповнення сушарки, повинна мати на вході дистанційно керований шибер;

- для забезпечення автоматичного перемикачання на циркуляційний (замкнутий) режим роботи на виході відвантажувальної норії повинен бути встановлений дистанційно керований шибер для поворотної подачі зерна в сушарку;

- зерно з сушарки має подаватися норією в відвантажувальний бункер або в сховище.

З опису принципу роботи систем автоматики стає зрозумілим твердження про складність розробки автоматичного комплексу, який міг би повністю урахувати не тільки фізико-математичні залежності а й логіку переміщення зерна при різних режимах сушіння, видах зерна, яке буде сушитися і вимог конкретного замовника до обладнання, яке буде встановлено, як на саму сушарку так і для її обслуговування.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Манасян, С.К. Моделювання і інтенсифікація процесу сушіння зерна // Механізація збирання, післязбиральної обробки і зберігання зерна: мат-ли 2-й Міжнар. наук.-практ. конференції «Хліборобська механіка в рослинництві» (м.Москва, ГНУ ВІМ, 17-18. 12. 2003р.) / Наук. тр. ВІМ. - Т.148. - М., 2003. - С.216-225.
2. Манасян, С.К. Синтез сушильної камери шахтної зерносушарки як об'єкта управління // Укр. КрасГАУ. - 2004. -№ 4. -С. 151-156.
3. Цугленок, Н.В. Функціональне опис процесу сушіння зерна / Н.В. Цугленок, С.К. Манасян, Н.Н. Конусів // Укр. КрасГАУ. - 2005. - № 8. - С. 217-221.
4. Цугленок, Н.В. Імітаційна модель функціонування сушильних установок / Н.В. Цугленок, С.К. Манасян, Н.В. Демський та ін. // Вестн. КрасГАУ. - 2007. -№ 3.-С.196-200.

УДК 621.311

*Мозгова Т. В., магістрантка, Савойський О. Ю., ст. викладач, Лисенко В. В., завідувачка методичним кабінетом, СНАУ, Суми, Україна*

### **АНАЛІЗ ПРИЧИН ВІДМОВ ЕЛЕМЕНТІВ РОЗПОДІЛЬЧИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ НАПРУГОЮ 6(10) – 110 КВ**

Розподільчі мережі напругою 6(10) – 110 кВ забезпечують значний обсяг передачі енергії на регіональному рівні та відіграють важливу роль в обслуговуванні промислових підприємств, державних установ, транспортної інфраструктури і населення. Через свою важливість такі мережі повинні функціонувати без збоїв і простоїв, оскільки перебої в постачанні електроенергії можуть викликати ланцюгові реакції, призводячи до значних економічних втрат та зупинки критично важливих процесів. Забезпечення безперебійного функціонування розпо-

дільчих електричних мереж є важливою умовою для підтримки стабільності всієї електроенергетичної системи країни. Тому аналіз причин відмов і пошук шляхів їхньої мінімізації стає стратегічним завданням, від виконання якого залежить надійність енергозабезпечення на всіх рівнях – від невеликих приватних домогосподарств до великих промислових об'єктів.

Основними елементами мереж такого класу напруги є трансформаторні підстанції, кабельні та повітряні лінії електропередач, вимикачі, роз'єднувачі, захисні пристрої, а також опори та інші конструктивні елементи. Відмови цих елементів можуть бути спричинені як технічними дефектами, так і зовнішніми факторами, що потребує ретельного аналізу для подальшої оптимізації експлуатації мереж та підвищення їхньої стійкості.

На рис. 1. наведена діаграма, яка ілюструє розподіл основних причин пошкодження елементів систем електропостачання (СЕП).

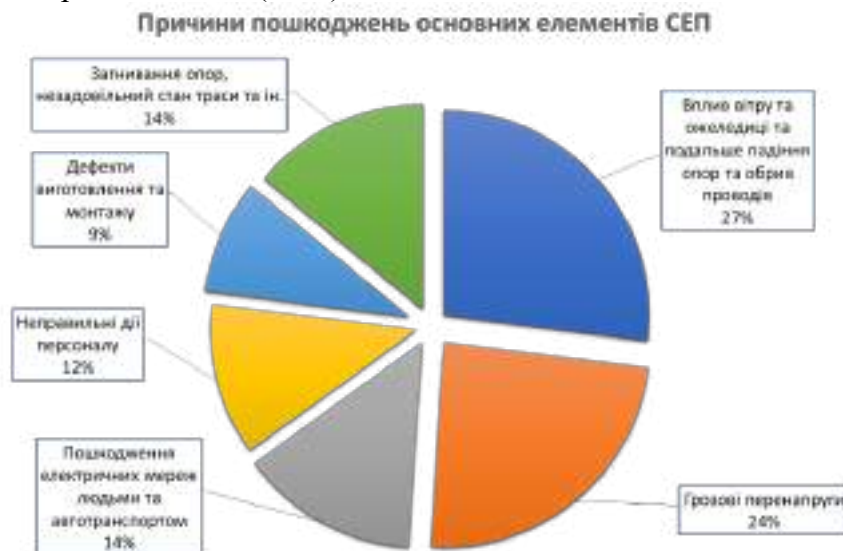


Рис. 1. Розподіл основних причин пошкодження елементів систем електропостачання

Серед найпоширеніших причин відмов, як видно з представленої діаграми, є вплив вітру та ожеледиці, що призводить до обривів проводів або падіння опор (27% від загальної кількості випадків). Це характерно для регіонів із суворими погодними умовами, де взимку лінії електропередач можуть обтяжуватися льодовими нашаруваннями або пошкоджуватися через сильні вітри. Важливими заходами профілактики таких пошкоджень є регулярний огляд ліній, встановлення захисних засобів і удосконалення конструкцій опор.

Грозові перенапруги є другою за частотою причиною відмов елементів електромереж (24%). Ці перенапруги виникають через грози, і якщо система захисту від блискавки не працює належним чином або не забезпечує достатнього рівня захисту, це може призвести до пошкодження трансформаторів, ліній електропередач та іншого обладнання. Запобігання таким відмовам вимагає ефективної установки громовідводів, розрядників, а також модернізації систем захисту від перенапруг.

Механічні пошкодження опор, трас або проводів також складають значну частину відмов (14%). До таких пошкоджень може призвести загнивання або зношення матеріалів, корозія, механічні пошкодження під час землетрусів, аварії транспорту, будівельні роботи. Регулярне технічне обслуговування та ремонт опор, використання сучасних матеріалів, стійких до зовнішніх впливів, можуть зменшити ризик виникнення таких аварій.

Важливим фактором, що спричиняє пошкодження мереж (14%), є діяльність людей. Це можуть бути пошкодження внаслідок будівельних або земляних робіт, а також аварії, спричинені автотранспортом. Часто такі випадки є наслідком недотримання правил безпеки під час проведення робіт поблизу ліній електропередач. Для запобігання таким ситуаціям необхідно встановлювати обмежувальні знаки, проводити інформаційно-роз'яснювальні роботи серед населення та забезпечувати чіткий контроль за будівельними роботами поблизу ліній.

Не менш важливим фактором є людський фактор, а саме неправильні дії персоналу під



час експлуатації, обслуговування або ремонту обладнання (12%). Неправильна експлуатація, помилки при виконанні технічних завдань, недотримання інструкцій можуть призвести до серйозних аварій. Для мінімізації таких ризиків важливо підвищувати кваліфікацію обслуговуючого персоналу, впроваджувати системи автоматизованого контролю за процесами та дотриманням технічних вимог.

Ще одна значна частина відмов пов'язана з дефектами виготовлення та монтажу обладнання (9%). Це можуть бути заводські дефекти або порушення під час встановлення елементів мережі, що призводить до передчасного виходу обладнання з ладу. З метою запобігання подібним проблемам важливо суворо контролювати якість обладнання на всіх етапах його виробництва та монтажу, проводити тестування перед введенням в експлуатацію.

На основі представленої діаграми можна зробити висновок, що найбільшу частку відмов становлять природні чинники, як-от вплив вітру та грозові перенапруги, однак не менш важливими є технічні дефекти та людський фактор. Для підвищення надійності розподільчих електромереж необхідно впроваджувати системи моніторингу стану обладнання, використовувати сучасні матеріали, удосконалювати систему захисту від перенапруг, а також забезпечувати високий рівень технічного обслуговування та підвищення кваліфікації персоналу. Сучасні технології дозволяють застосовувати автоматизовані системи моніторингу та діагностики, що дає змогу вчасно виявляти дефекти та пошкодження на ранніх стадіях, знижуючи ризик аварій. Це, в свою чергу, дозволяє зменшити експлуатаційні витрати, підвищити надійність постачання електроенергії та мінімізувати перебої в роботі енергосистеми.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Modukpe, G., Idoniboyeobu, D. C., & Uhumwangho, R. (2018). Failure Analysis of Distribution Transformers - A Case Study of Ughelli Business Unit. *CiiT International Journal of Programmable Device Circuits and Systems*, 10(9), 172–176. <http://www.i-scholar.in/index.php/CiiTPDCS/article/view/176447>.
2. Adefarati, T., & Bansal, R. (2018). Reliability, economic and environmental analysis of a microgrid system in the presence of renewable energy resources. *Applied Energy*, 236, 1089–1114. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.12.050>.
3. Abbasi, A. R., Mahmoudi, M. R., & Avazzadeh, Z. (2018). Diagnosis and clustering of power transformer winding fault types by cross-correlation and clustering analysis of FRA results. *IET Generation Transmission & Distribution*, 12(19), 4301–4309. <https://doi.org/10.1049/iet-gtd.2018.5812>.
4. Wu, N. S., Zhang, N. Y., & Su, N. Y. (2017). The medium-voltage distribution network fault diagnosis based on data association analysis. 2017 International Conference on Green Energy and Applications (ICGEA). <https://doi.org/10.1109/icgea.2017.7925455>.

УДК 621.9.048

*Івашина С.А., студентка, Савченко М.Ю., к.т.н., доцент, СНАУ Суми, Україна,*

#### СОЛЯЧНА ЕНЕРГІЯ В УКРАЇНІ: ПОТЕНЦІАЛ ТА БАР'ЄРИ ДЛЯ РОЗВИТКУ

Україна має значний потенціал для розвитку сонячної енергетики завдяки сприятливим кліматичним умовам та географічному розташуванню. Різні регіони, а особливо південь, отримують високий рівень сонячного випромінювання. В Україні електроенергія генерується на промислових та приватних СЕС. В останні роки можна спостерігати активний інтерес інвесторів до сонячних проєктів, що свідчить про перспективи галузі. Запровадження «зелених» тарифів сприяло зростанню нових сонячних електростанцій.

До 2020 року частка сонячної енергетики значно зросла. Адже сонячні батареї почали встановлювати не тільки власники приватних будинків, а й власники багатьох бізнесів з усіх куточків України. Однак через повномасштабне вторгнення інфраструктура зазнала значних руйнувань адже понад 60% СЕС розташовано південних регіонах, де саме зараз ведуться ак-

тивні бойові дії. За різними оцінками майже 40% сонячних електростанцій було пошкоджено. Через нестабільну ситуацію в країні багато інвесторів почали сумніватись в розвитку.

Бар'єрами для розвитку сонячної енергії можуть бути: непередбачуваність змін у законодавстві, відсутність чітких правил гри на ринку може стримувати інвестиції, економічні виклики, такі як коливання курсу валюти та висока інфляція, що ускладнює фінансування проектів, оскільки витрати на обладнання та матеріали зростають, брак інфраструктури для інтеграції нових сонячних станцій у загальну енергетичну мережу, відсутність розвинених систем зберігання енергії ускладнює використання сонячної енергії, особливо в період низького споживання.

Перспективами для розвитку є необхідність розробки нових технологій зберігання енергії, покращення енергетичної інфраструктури та впровадження інноваційних рішень можуть суттєво сприяти розвитку галузі. Використання сонячної енергії дозволяє знизити викиди парникових газів та зменшити залежність від традиційних енергоресурсів, що позитивно впливає на екологічну ситуацію в країні. Перспективи розвитку є багатообіцяючими, адже в умовах глобального переходу до відновлювальної енергетики є можливість стати регіональним лідером у цій сфері, проте задля реалізації цього потенціалу необхідні зусилля з боку держави, бізнесу та суспільства в цілому. Вивчення успішних практик інших країн у сфері сонячної енергетики може слугувати основою для розробки ефективних стратегій в Україні.

Отже, використання сонячної енергії, як альтернативного джерела енергії є актуальним та має великий потенціал. Проте досі є не вирішеною проблема утилізації відпрацьованих сонячних панелей, оскільки для вторинного використання зазвичай береться лише переднє скло, тоді як кремнієві модулі залишаються без обробки.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:**

1. Перспективи і проблеми сонячної енергетики. Чи можна заробляти на сонці? – URL: <https://sunsayenergy.com/technology/perspektivi-i-problemi-sonyachnoyi-energetiki-chi-mozhna-zaroblyati-na-sonci> ( дата звернення 11.10.2024)
2. Особливості розвитку сонячної енергетики в Україні – URL: <https://www.ueex.com.ua/presscenter/news/osoblivosti-rozvitku-sonyachnoi-energetiki-v-ukraini/> (дата звернення 11.10.2024)

УДК 621.3.004.163

*Савченко С. С., магістрант, Савойський О. Ю., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна*

### **ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ СПОЖИВАЧІВ**

Електропостачання сільськогосподарських споживачів має свої специфічні особливості, що відрізняють його від електропостачання в інших секторах економіки. Ці особливості обумовлені як характером сільськогосподарської діяльності, так і специфікою розташування підприємств, які часто знаходяться у віддалених та розосереджених районах.

Однією з ключових особливостей є нерівномірність споживання електричної енергії протягом року. Сільське господарство має сезонний характер, і потреба в електроенергії змінюється залежно від етапу сільськогосподарських робіт. Наприклад, під час весняних і осінніх польових робіт, коли активно використовуються електрифіковані системи зрошення, поливу, обробки ґрунту, вентиляційні установки і тепличні комплекси, навантаження на електричні мережі різко зростає. У той же час в інші періоди року споживання електроенергії може бути значно нижчим, що створює нестабільне навантаження на мережі електропостачання.

Ще однією важливою особливістю є віддаленість багатьох сільськогосподарських підприємств від централізованих електричних мереж. Це призводить до підвищених втрат електроенергії при її транспортуванні, особливо в умовах застарілої мережевої інфраструк-

тури. Багато сільських районів стикаються з проблемами ненадійного електропостачання через зношеність ліній електропередачі та трансформаторних підстанцій, що погіршує стабільність постачання. Віддаленість також ускладнює обслуговування та ремонт мереж, особливо у випадках аварійних ситуацій, що збільшує час простоїв обладнання.

Сільськогосподарські споживачі часто використовують специфічне обладнання, таке як насоси для водопостачання і поливу, доїльні апарати, електричні сушарки для зерна та інше технологічне обладнання, яке може бути чутливим до якості електроенергії. Нестабільні показники напруги і частоти електричного струму можуть негативно впливати на роботу цього обладнання, що призводить до його передчасного зносу, підвищених витрат на обслуговування та зниження продуктивності. Тому забезпечення стабільності параметрів електропостачання є критично важливим для сільськогосподарських підприємств.

Крім того, багато сільськогосподарських споживачів залежать від автономних або резервних джерел електропостачання. Це можуть бути дизельні генератори або невеликі сонячні чи вітрові електростанції, які допомагають забезпечувати електроенергію в періоди пікового навантаження або в умовах перебоїв із централізованим постачанням. Використання таких джерел стає особливо актуальним у віддалених районах, де централізовані мережі недостатньо надійні.

Важливим фактором є і питання енергоефективності в сільськогосподарському секторі. Електрична енергія часто використовується в значних обсягах для обслуговування великих площ угідь або великих господарських об'єктів, таких як ферми чи теплиці. Тому впровадження енергоощадних технологій та використання альтернативних джерел енергії може суттєво знизити витрати на електроенергію. Наприклад, сонячні панелі, вітрові турбіни або біогазові установки можуть частково або повністю забезпечувати електроенергію для сільськогосподарських потреб, зменшуючи залежність від централізованого постачання.

Враховуючи всі ці особливості, забезпечення стабільного та якісного електропостачання сільськогосподарських споживачів потребує спеціального підходу. Це включає модернізацію мережевої інфраструктури, впровадження енергоефективних технологій, використання резервних джерел енергії та забезпечення належного рівня автоматизації для контролю за якістю електроенергії. Комплексний підхід до вирішення цих проблем дозволить значно підвищити ефективність електропостачання та забезпечити стабільну роботу сільськогосподарських підприємств у різних умовах.

*Бабенко Б.В., студ 4 курсу ФХТ*

## **ВІТРОЕНЕРГЕТИКА - ЕНЕРГІЯ МАЙБУТНЬОГО**

Вітер є одним із найдавніших і найбільш економічно вигідних джерел енергії, яке використовує людство. Як поновлюване джерело енергії, вітер не тільки відновлюється природним шляхом, але й практично не виснажується. Сучасні досягнення у вітроенергетиці, зокрема технологічні інновації, зробили цей напрямок енергетики повноцінно розвиненим і ефективним. Наразі у світі активно працюють понад 2 мільйони вітрогенераторів, які постачають енергію для промисловості та побутових потреб. Завдяки постійному вдосконаленню технологій, вітроенергетика стає ще більш перспективною в умовах глобального переходу до чистих і стійких джерел енергії.

Вітроенергетика є однією з найперспективніших і швидко розвиваючих галузей відновлюваної енергетики. Враховуючи глобальні кліматичні зміни, а також зростаючі потреби в енергії, розвиток вітроенергетики може стати ключовим елементом у досягненні сталого енергетичного майбутнього.

*Основні переваги вітроенергетики.*

**Екологічність:** Вітряні електростанції не виробляють викидів CO<sub>2</sub>, що є одним з основних факторів у боротьбі з глобальним потеплінням.

**Відновлюваність:** Вітер є нескінченним природним ресурсом, і на відміну від викопних

джерел енергії, його використання не виснажує природні запаси.

Зменшення залежності від викопного палива: Використання вітрової енергії дозволяє зменшити залежність від нафти, газу та вугілля, що особливо важливо для країн, які імпортують енергоносії.

Енергетична незалежність: Країни та регіони з високим потенціалом вітрової енергії можуть стати енергетично незалежними або навіть експортерами енергії.

Технологічні інновації: Розвиток вітротехнологій, таких як вертикально-осьові вітряні турбіни або плавучі вітрові ферми, відкриває нові можливості для ефективнішого використання вітрової енергії.

Вітроенергетичні установки класифікують за різними ознаками, зокрема за розташуванням осі обертання вітроколеса відносно потоку повітря. Залежно від цього, їх поділяють на два основні типи: з горизонтальною віссю обертання та з вертикальною. Такий поділ дозволяє використовувати різні технічні підходи до збору енергії вітру залежно від умов і призначення установки.

Горизонтально-осьові установки мають лопаті, що обертаються навколо горизонтальної осі, і є найпоширенішими завдяки високій ефективності.

Вертикально-осьові установки працюють незалежно від напрямку вітру, мають простішу конструкцію, але менш ефективні.

Ще однією важливою характеристикою є швидкість обертання вітроколеса. Тут виділяють тихохідні вітроустановки, що працюють при низькій швидкості обертання, та швидкохідні, які ефективно працюють на високих обертах. Такий поділ важливий для правильного підбору обладнання в залежності від середньої швидкості вітру на конкретній території та типу споживаної енергії.

Для того, щоб вітроколесо завжди було спрямоване проти вітру і максимально ефективно захоплювало його енергію, використовують спеціальні механізми. Один із найпоширеніших таких пристроїв – віндзор.

Віндзор складається з таких основних компонентів:

1. Лопаті – кілька лопатей, що захоплюють вітер для орієнтації вітроколеса.
2. Рама – конструкція, що утримує лопаті та з'єднує їх із ротором.
3. Хвостова частина – елемент, який допомагає тримати весь механізм спрямованим на вітер.

Ці компоненти дозволяють автоматично коригувати положення вітроколеса відповідно до напрямку вітру.

Щоб забезпечити стабільну і безпечну роботу вітроустановки незалежно від зміни швидкості вітру, на неї встановлюють системи автоматичного регулювання. Ці системи відповідають за контроль обертання, зміну кута лопатей і зупинку ротора у випадку перевищення допустимої швидкості, що забезпечує надійність і довговічність вітродвигуна.

Вітроенергетика – це наше майбутнє. Використання вітру як чистого та відновлюваного джерела енергії допоможе знизити залежність від викопного палива та боротися зі зміною клімату. Завдяки сучасним технологіям, таким як системи автоматичної орієнтації, вітроенергія стає основою для сталого розвитку та екологічно чистого майбутнього.

УДК 621.316

*Сіренко В.Ф., к.т.н., доцент, Лисенко В. В., завідувачка методичним кабінетом, Майборода В. Г., магістрант, СНАУ, Суми, Україна*

## **АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ТА МОНІТОРИНГУ СТАНУ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ**

Силові трансформатори є одними з ключових компонентів енергетичної інфраструктури, і від їхньої надійної роботи залежить стабільність електропостачання споживачам. Діагностика та моніторинг стану трансформаторів спрямовані на виявлення дефектів на ранніх ста-

діях, що дозволяє своєчасно проводити технічне обслуговування і запобігати аваріям. Сучасні методи діагностики ґрунтуються на використанні як традиційних підходів, так і новітніх технологій. У цьому огляді розглянемо різноманітні методи діагностики та моніторингу силових трансформаторів, наведемо їхні переваги та недоліки, а також зосередимо увагу на важливості інтеграції цих методів для забезпечення надійної роботи обладнання.

Одним з основних і найпоширеніших методів діагностики є аналіз розчинених газів (DGA, Dissolved Gas Analysis) [1]. Цей метод полягає у відборі зразків трансформаторної оливи та аналізі складу газів, що утворюються в процесі експлуатації трансформатора. Найважливішими газами для аналізу є водень ( $H_2$ ), метан ( $CH_4$ ), ацетилен ( $C_2H_2$ ), етилен ( $C_2H_4$ ) та етан ( $C_2H_6$ ). Різні концентрації цих газів та їхні співвідношення дозволяють визначити тип дефекту: термічні дефекти, часткові розряди або дугові пробої. Особливо важливою є методика трьохгазового співвідношення, що дозволяє уточнити природу дефекту за допомогою співвідношень між трьома ключовими газами: воднем, ацетиленом та етиленом. DGA є визнаним міжнародним стандартом для діагностики стану трансформаторів, а його основні принципи закріплені в стандартах, таких як IEC 60599 та IEEE C57.104.

Другий метод – це вимірювання параметрів електричної ізоляції, таких як ємність і коефіцієнт втрат ( $\tan \delta$ ) [2]. Ці параметри дозволяють оцінити ступінь деградації ізоляції обмоток трансформатора. Вимірювання тангенса кута діелектричних втрат та ємності дає можливість оцінити рівень зволоження ізоляції, наявність часткових розрядів та інші проблеми, що виникають у процесі старіння ізоляції. Цей метод, також відомий як діелектричний спектроскопічний аналіз (DFRA), дозволяє виявляти зміни в ізоляційних матеріалах на ранніх етапах та приймати рішення щодо проведення профілактичних ремонтів.

Термографічна діагностика – це метод, який використовує інфрачервоні камери для оцінки температурного розподілу на поверхні трансформатора (рис. 1) [3]. Тепловізійні дослідження дозволяють виявляти аномальні гарячі точки, що можуть бути наслідком перегріву контактів, дефектів охолоджувальної системи або надмірних навантажень. Термографія є безконтактним методом, що дозволяє проводити діагностику без відключення трансформатора, що значно підвищує ефективність моніторингу.

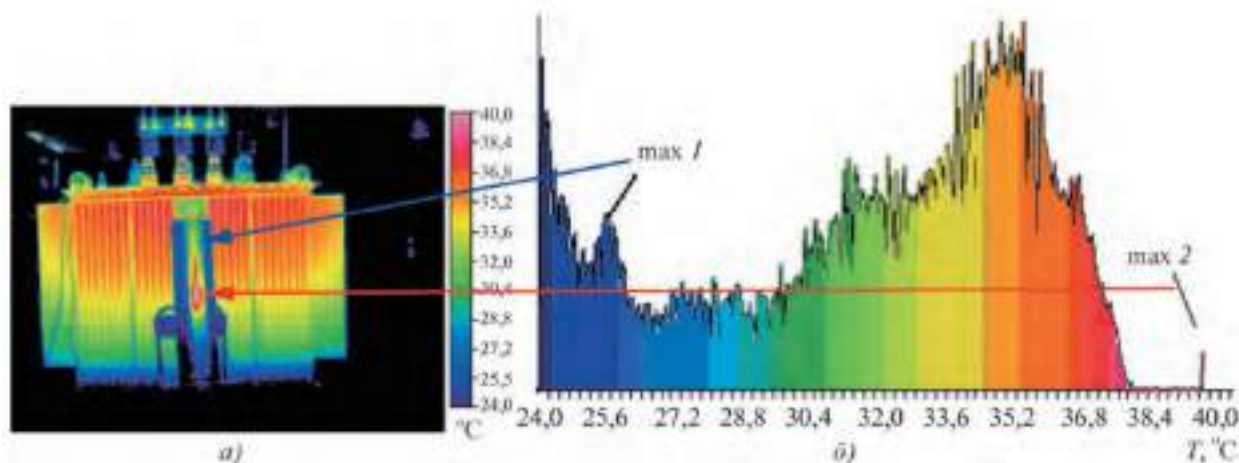


Рис. 1. Термографічна діагностика силового трансформатора

Ще один ефективний метод для виявлення механічних дефектів – вібраційна діагностика [4]. Силові трансформатори піддаються механічним навантаженням під час своєї роботи, особливо під час коротких замикань. Вібраційні аналізатори фіксують коливання корпусу трансформатора та його окремих компонентів, що дозволяє виявляти зміщення обмоток, пошкодження магнітопроводу або інші механічні дефекти. Вібраційний аналіз особливо ефективний для виявлення аномалій на ранніх стадіях, що дозволяє запобігти серйозним аваріям.

Не менш важливим є контроль стану трансформаторної оливи. Трансформаторна олива виконує функції як ізолятора, так і охолоджувача. В процесі експлуатації олива може деградувати, що призводить до зниження її діелектричних властивостей. Аналіз проб оливи вклю-

час визначення її кислотного числа, вмісту води, електричної міцності та в'язкості. Збільшення кількості вологи або окисних продуктів у оливі є тривожними сигналами, що свідчать про необхідність проведення технічного обслуговування.

Системи онлайн моніторингу набувають все більшого поширення [5]. Вони забезпечують безперервний збір даних про стан трансформаторів у реальному часі, що дозволяє автоматично фіксувати відхилення від нормальних параметрів і своєчасно реагувати на них. Онлайн системи зазвичай включають датчики температури, тиску, вологи, а також інші сенсори, що контролюють електричні та механічні параметри. Такий підхід дозволяє забезпечити постійний контроль за станом трансформатора та автоматизувати процес прийняття рішень щодо технічного обслуговування.

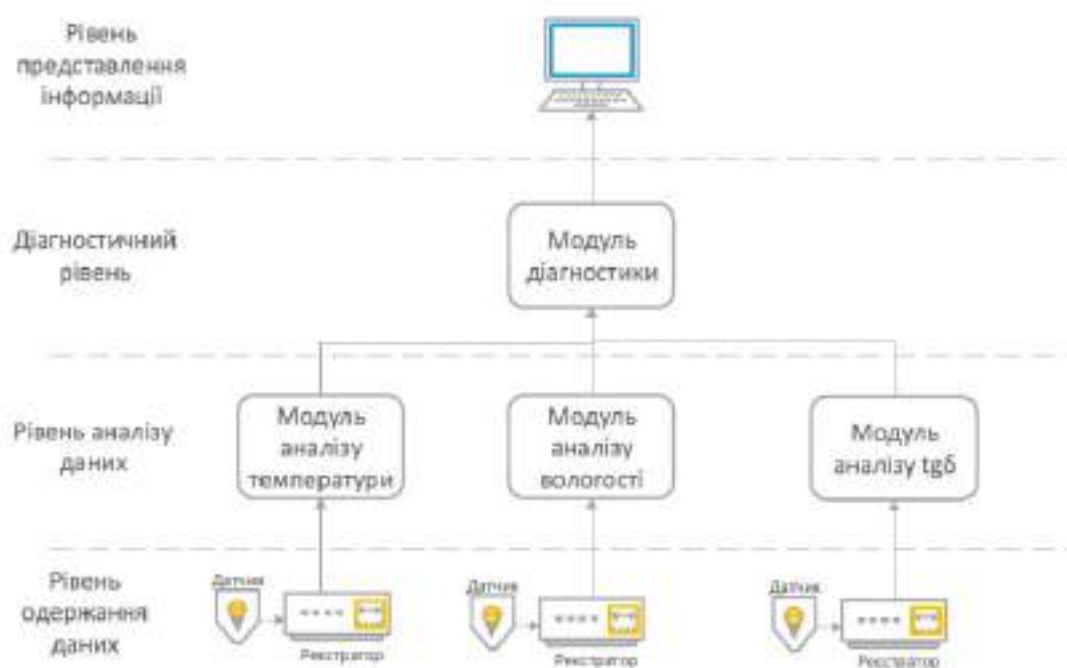


Рис. 2. Архітектура моніторингу стану трансформатора

Важливо зазначити, що жоден із методів діагностики не дає повної картини стану трансформатора окремо. Тому для забезпечення високої надійності силових трансформаторів використовується комбінований підхід, який поєднує різні методи діагностики та моніторингу. Поєднання результатів аналізу розчинених газів, термографії, вібраційної діагностики та контролю стану ізоляційних матеріалів дозволяє не лише точно визначати поточний стан обладнання, а й прогнозувати його подальший розвиток.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Duval, M. (2002). A review of faults detectable by gas-in-oil analysis in transformers. IEEE Electrical Insulation Magazine, 18(3), 8–17. <https://doi.org/10.1109/mei.2002.1014963>.
2. Abeywickrama, N. (2007). Effect of dielectric and magnetic material characteristics on frequency response of power transformers. <https://publications.lib.chalmers.se/publication/61154>.
3. Bormann, Dierk & Picher, Patrick. (2008). Mechanical condition assessment of transformer windings using frequency response analysis (FRA).
4. James H. Harlow. (2012). «Electric Power Transformer Engineering», CRC Press, 3rd Edition,
5. Ranga, C., Chandel, A. K., & Chandel, R. (2017). Expert system for condition monitoring of power transformer using fuzzy logic. Journal of Renewable and Sustainable Energy, 9(4). <https://doi.org/10.1063/1.4995648>.

## ВИРІШЕННЯ СУСПІЛЬНИХ ПРОБЛЕМ ЧЕРЕЗ ПОДОЛАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ТА ІНЖЕНЕРНИХ ОБМЕЖЕНЬ

Інтеграція системного підходу до вирішення проблем, що включає екологічні принципи в інженерні рішення, є важливою для подолання обмежень, пов'язаних з екологією та інженерією. Це необхідно для пошуку шляхів гармонійного співіснування людей і природи на Землі. Незважаючи на те, що екологічна інженерія виникла в 1950-х роках, вона досі залишається відносно вузькою дисципліною. Однак потреба в поєднанні наукової строгості та інженерних методів з екологічним підходом для управління біорізноманіттям і життєзабезпечувальними екосистемами Землі ніколи не була такою актуальною. Створення широкого консенсусу щодо основних принципів екологічної інженерії та розробка узгодженої глобальної навчальної програми є ключовими кроками до більшого визнання та розвитку цієї дисципліни.

Потреба в інтегративній, міждисциплінарній освіті набуває особливого значення в контексті екології та інженерії, підкреслюючи унікальну роль екологічної інженерії. Поєднання знань із різних галузей дозволяє ефективніше вирішувати сучасні екологічні виклики, адже екологічна інженерія виступає на стику цих дисциплін, допомагаючи знайти баланс між розвитком технологій та збереженням довкілля.

Навчальна програма з екологічної інженерії базується на комплексі принципів і концепцій, які охоплюють різні прикладні сфери цієї дисципліни. На відміну від тенденції до вузької спеціалізації в освіті, екологічна інженерія вирізняється інтегративним і системним підходом. Цей підхід дозволяє розглядати проблеми проектування через призму екологічних принципів, що є основою еколого-інженерної практики. Системний підхід до вирішення завдань робить екологічну інженерію унікальною та важливою для збереження стійких екосистем.

Екологічна інженерія має значення як окрема дисципліна лише тоді, коли вона здатна відповідати на суспільні запити щодо вирішення глобальних проблем сталого розвитку. Її цінність полягає в здатності пропонувати практичні рішення для питань, які не можуть бути повністю вирішені традиційними інженерними чи технологічними методами. Це стосується випадків, коли звичайні інженерні підходи лише мінімізують негативний вплив, але не приносять екологічної користі. Накопичення навіть незначних негативних впливів може призвести до деградації навколишнього середовища, що підкреслює важливість екологічної інженерії у забезпеченні сталого розвитку.

Студенти на рівні коледжу часто не володіють необхідними навичками для вирішення проблем, критичного мислення та інтеграції міждисциплінарних знань. Також зазначається, що наука стала надто фрагментованою та спеціалізованою, що призводить до розриву між академічними дисциплінами та реальними викликами. Тенденція до вузької спеціалізації є ризикованою, оскільки може не дати змоги побачити загальну картину. Фахівці можуть надмірно зосереджуватися на даних у своїй галузі, ігноруючи важливі аспекти з інших сфер, тоді як саме взаємодія між дисциплінами є ключовою для вирішення практичних проблем [1].

Об'єднання різних спеціалізованих сфер екологічної інженерії під загальним набором принципів, підходів та інструментів, які відрізняють цю дисципліну від інших інженерних галузей, дозволяє значно розширити її впровадження та посилити вплив на вирішення найважливіших глобальних проблем. Проте ці завдання можуть бути ефективно реалізовані лише тоді, коли екологічна інженерія вийде за межі вузького кола ентузіастів-практиків і стане невід'ємною частиною освіти майбутніх поколінь інженерів, керівників проектів та осіб, відповідальних за прийняття рішень. Ці майбутні фахівці використовуватимуть принципи, засновані на швидкому зростанні теоретичних і практичних знань, що створюються активною науковою спільнотою. Це необхідний крок для застосування всіх наявних інструментів у досягненні спільної мети – побудови сталого майбутнього.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кларк С.Г., Уоллес Р. (2015) Інтеграція та міждисциплінарність: концепції, рамки та освіта. Політика Sci 23(8):233–255. <https://doi.org/10.1007/s11077-015-9210-4>

УДК 621.311

Жогло В.В., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна

### ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЗДОВЖНЬОЇ ТА ПОПЕРЕЧНОЇ КОМПЕНСАЦІЇ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

**Особливості забезпечення поздовжньої компенсації.** Всі електричні мережі високої напруги мають велике значення індуктивного опору. При цьому чим вище значення падіння величини напруги в мережі тим транспортний кут є більшим.

У випадку необхідності компенсації величини індуктивного опору можна застосовувати послідовне включення ємності. Станом на сьогодні використовується декілька варіантів конструкційних рішень даного питання: конденсатори для постійної ємності; конденсатори з перемиканням за допомогою тиристорів; конденсатори з керуванням за допомогою тиристорів.

Відповідно до компенсації за допомогою компенсаторів постійної ємності підвищення потужності лінії електропередачі можливе до моменту досягнення обмеження за параметром тепловиділення. Дана схема забезпечує постійну ступінь компенсації. Дані системи не усувають виникнення підсинхронних коливань від генераторів на електростанціях. При цьому створюються сприятливі умови для виникнення підсинхронних коливань генераторного обладнання.

Компенсація з перемиканням за допомогою тиристорів забезпечують змінну східчасту ступінь компенсації. Опис особливостей відповідає попередньому способу компенсації.

Компенсація з керуванням за допомогою тиристорів забезпечує регулювання ступеня компенсації в будь-яких межах. Подібна система дозволяє керувати підсинхронними коливаннями та пригнічувати їх. Необхідно зазначити, що при перемикання між режимом ємності та режимом індуктивності неможливо без відключення певних резонансних явищ.

**Особливості забезпечення поперечної компенсації.** Для здійснення поперечної компенсації в електричну мережу вмикають спеціальні пристрої, що здатні поглинати та повертати реактивну потужність. При цьому в сталій точці електричної мережі забезпечується стаке значення напруги.

Конструктивне рішення для забезпечення подібної компенсації полягає в підключенні до мережі ємності з паралельним підключенням до неї пристрою для виконання регулювання, що компенсує надлишок реактивної потужності. В результаті забезпечується стала величина напруги.

Поперечна компенсація з використанням даного пристрою забезпечується відповідно до рівнянь:

$$Q_C = U_{rms}^2 \cdot C \cdot \omega \quad (1)$$

$$Q_L = U_{rms} \cdot I \cdot F_{rms} \quad (2)$$

$$Q_{SVC} = Q_C - Q_L \quad (3)$$

$$I(t)F_{rms} = \frac{U_{rms}}{L \cdot \omega} \cdot \frac{2\beta - \sin 2\beta}{\pi} \quad (4)$$

де  $I(t)F_{rms}$  – дійсне значення для величини струму;  $U_{rms}$  – дійсне значення для величини напруги;  $L$  – величина індуктивності реактора;  $C$  – ємність конденсаторних батарей;  $\omega$  – величина кута пропуску струму;  $Q_L$  – величина потужності реактора;  $Q_{SVC}$  – величина потужності тиристорного компенсатора.

В установках поперечної компенсації індуктивність змінюють за допомогою тиристорів,



це так звані установки типу SVC. Данні пристрої мають можливість для гасіння підсинхронних коливань. За відсутності навантаження в мережі відбувається ріст напруги, для обмеження якої виконують поглинання реактивної потужності. SVC установки забезпечують виконання функцій поглинання реактивної потужності, а отже і регулювання рівня напруги.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

2. Стогній Б.С. Інтелектуальні електричні мережі електроенергетичних систем та їхнє технологічне забезпечення [Текст] / Б.С. Стогній, О.В. Кириленко, С.П. Денисюк // Технічна електродинаміка. – 2010. – № 6. – С. 44-50.
3. Кириленко О.В. Технічні аспекти впровадження джерел розподільної генерації в електричних мережах. [Текст] / Кириленко О.В., Павловський В.В., Лук'яненко Л.М. // Технічна електродинаміка. – 2011. – №1. – С. 46-51.
4. Коновал В.С. Дослідження впливу вітрової електростанції на режимі роботи електричної мережі / В.С. Коновал, А.Ю. Кучинський, О.І. Горак. – С .64-69.

УДК 681.51

*Нестеренко Д.І., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

### **ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ СУШКИ ЗЕРНА**

Класичним способом можна назвати сушіння зернової маси з використанням гарячого повітря та подальшим активним вентиляванням для охолодження. Основою різних способів висушки зерна є певний спосіб передачі теплової енергії. Сучасні установки працюють з використанням агента сушіння, що передає тепло. При цьому сушильний агент отримує тепло від різноманітних калориферів або від суміші топкових газів та повітря. Подібну схему реалізації процесу сушіння зерна називають конвективною.

Сушіння зернової маси відбувається при виконанні продувки гарячого повітря через неї. Рух сушильного агента відбувається по різноманітних повітряних відвідних та підвідних каналах. Рівномірність виконання процесу сушіння відбувається за рахунок великої кількості каналів сушарки. За рахунок цього досягається також і ефективність процесу загалом. Подібний спосіб використовується в основному в сушарках бункерного типу.

Серед мінусів даного методу на сьогодні є неефективність використання та значна енергоємність. За умови, коли вологість зернової маси є доволі значною то її не можна просувати дуже сильно нагрітим тепловим агентом. Виходячи з цього чим більша вологість зернової маси, тим менша потрібна температура теплового агента, а отже і потреба в часі є значною на виконання повного висушування.

Виходячи з цього, виникає необхідність у ретельному розрахунку розміщення всіх каналів сушарки та забезпечення механізмів, що дозволять виконувати процес перемішування зернової маси. Подібне ускладнення процесів призводить до значного ускладнення процесу сушіння, а отже і до ускладнення різних систем контролю та автоматизації зернової сушарки.

Значна нерівномірність висушування зернової маси по горизонтальній та по вертикальній площині призводить до значного збільшення затрат на енергію для сушіння. Необхідно також зазначити позитивний ефект від сушіння зернової маси вентиляванням підігрітим повітрям, що полягає в зниженні зараження мікроорганізмами зернової маси. Але одразу є і негативний ефект, що значному збільшенні кількості пошкоджених механічно зерен.

Процес сушіння зернової маси можна проводити також не підігрітим повітрям (повітрям з навколишнього середовища) але при цьому тривалість процесу сушіння становить від 4 до 8 діб та виникає проблема зараження мікроорганізмами.

Більш практичного застосування набули комбіновані методи, які поєднують вентилявання зернової маси по чергово гарячим та холодним повітрям. При цьому виникає можливість запобігти розвитку шкідливих мікроорганізмів та зменшити механічне пошкодження зерна. При цьому гарячим повітрям швидко знижують вологість зерна до 20 %, а далі вентиляван-

ням холодним повітрям понижають вологість до 14 %. Але подібний процес сушки зерна потребує покращення системи автоматизації процесу з використанням великої кількості датчиків температури та вологості.

Останніми роками доволі широкого застосування набуло використання озонно-повітряних сумішей чи іонізованого повітря. Дослідженнями доведено, що подібне використання даних типів агентів з використанням активного вентилявання зменшує витрати на сушіння зернової маси та має гарний бактерицидний вплив. При цьому даний процес також має певний ряд недоліків, що полягають в незнанні фізичних факторів, складністю каналів для подачі озону та контролем за концентрацією озону оскільки він є ядом та може негативно вплинути на якість продукції.

Іншим способом сушки зернової маси є використання інфрачервоного випромінювання. Даний тип сушіння порівняно з попереднім має свої переваги, оскільки не потребує використання органічного палива для виконання сушіння. Основною особливістю даного методу є використання інфрачервоних променів, що в спектральному проміжку знаходяться в діапазоні 760нм – 420 мкм. При цьому даний тип променів характеризується високою тепловою здатністю, а отже є значно поширеним для сушки зерна, проведення різноманітної теплової дезінфекції та інших процесів.

Основним принципом роботи інфрачервоного методу є те, що волога нагрівається під дією інфрачервоних променів. Виходячи з того, що енергію підведено безпосередньо до вологи то спостерігається значна ефективність та економічність даного способу. Наступною перевагою даного процесу є неможливість перевищення температури вологої маси зерна, а отже процес випаровування можливо провести на доволі інтенсивному рівні.

При цьому використання низьких температур не нагріває технологічне обладнання, а отже при цьому відсутня втрата тепла через обладнання та вентиляцію. Необхідно зауважити, що при інфрачервоному сушінні енергія передається без необхідності безпосереднього контакту зернової маси та джерела випромінювання, а повітря при цьому зовсім не створює жодних перешкод. Як і в кожного процесу, інфрачервоне нагрівання має і свої мінуси. Одним з таких мінусів є те, що при використанні даного способу сушки за температури 40-60°C знищується поверхнева мікрофлора зерна.

Інфрачервоне випромінювання при сушці зерна застосовують лише при певних випадках. Першочергово даний метод застосовують при проведенні передпосівного обробітку зерна для того, щоб понизити твердість насіння. Додатково його застосовують для позитивного впливу на посівні характеристики зерна. При цьому є певні особливості процесу сушіння, де обробка інфрачервоними променями проходить протягом декількох хвилин, а сама сушка зернової маси активним вентиляванням повинна проходити протягом кількох діб.

Існує певна енергетична залежність, при якій інфрачервоне опромінення від 40 до 50 Вт/м<sup>2</sup> активує ферменти насіння за час 15-25 с. При цьому температура зернини збільшується майже до 50 °С. Виходячи з цього, виникає позитивний вплив на якісні показники, урожайність та швидкість проростання насінневого матеріалу.

Додатково інфрачервоне випромінювання здійснює дезінсекційну дію та ефективно знезаражує зернову масу різних культур. При виконанні цього процесу потужність виставляють на рівні 17 кВт/год, що не призводить до погіршення зернової маси.

Недоліком даного методу є те, що волога в середині зернини зберігається доволі довго, а поглинання теплоти зерниною відбувається фактично лише поверхневим шаром зернини.

Але основними перевагами є простота даного способу сушіння з високою продуктивністю обладнання необхідного для його забезпечення. Інфрачервоним випромінюванням можна випаровувати з зернини фактично близько 25 % вологості за нетривалий час в межах 90...100 секунд. Наступним після нагрівання йде випаровування вологи вже з прогрітого зерна за час 5...6 хвилин. При цьому досягти вологості зерна в межах 14% можна досягти за час приблизно до 10 хв. При цьому висушування зерна даним способом дає можливість досягнення гарної якості зернової маси та захистити її від різноманітних шкідників з покращенням передпосівних характеристик насіння.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Манасян, С.К. Моделювання і інтенсифікація процесу сушіння зерна // Механізація збирання, післязбиральної обробки і зберігання зерна: мат-ли 2-й Міжнар. наук.-практ. конференції «Хліборобська механіка в рослинництві» (м.Москва, ГНУ ВІМ, 17-18. 12. 2003р.) / Наук. тр. ВІМ. - Т.148. - М., 2003. - С.216-225.
2. Манасян, С.К. Синтез сушильної камери шахтної зерносушарки як об'єкта управління // Укр. КрасГАУ. - 2004. -№ 4. -С. 151-156.
3. Цугленок, Н.В. Функціональне опис процесу сушіння зерна / Н.В. Цугленок, С.К. Манасян, Н.Н. Конусів // Укр. КрасГАУ. - 2005. - № 8. - С. 217-221.
4. Цугленок, Н.В. Імітаційна модель функціонування сушильних установок / Н.В. Цугленок, С.К. Манасян, Н.В. Демський та ін. // Вестн. КрасГАУ. - 2007. -№ 3.-С.196-200.

УДК 636.4.033

*Крекотень О. А., магістрант, Савойський О. Ю., ст. викладач, Лисенко В. В., завідувач навчально-методичним кабінетом, СНАУ, Суми, Україна*

## **ВИКОРИСТАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ЗНИЖУВАЛЬНИХ ПІДСТАНЦІЙ**

Силові трансформатори є одним із найбільш важливих елементів енергосистеми, які забезпечують перетворення електричної енергії з одного рівня напруги на інший. Це дозволяє ефективно транспортувати електроенергію на великі відстані та забезпечувати споживачів електрикою необхідної напруги. Однак через високу вартість обладнання, складність конструкції та тривалий термін експлуатації трансформатори стають критичною ланкою, яка потребує постійного моніторингу та обслуговування. Для підвищення надійності роботи знижувальних підстанцій широко впроваджуються автоматизовані системи моніторингу (АСМ).

Автоматизовані системи моніторингу дозволяють забезпечити безперервний контроль технічного стану трансформаторів у реальному часі. Ці системи базуються на сучасних технологіях, що включають сенсори, засоби збору та передачі даних, програмне забезпечення для аналітики, а також алгоритми штучного інтелекту для прогнозування можливих збоїв. Основною метою впровадження АСМ є запобігання раптовим відмовам обладнання та забезпечення максимальної ефективності його експлуатації. Однією з головних функцій систем моніторингу є контроль критичних параметрів, таких як температура масла і обмоток, вібрація, рівень та склад розчинених газів, параметри напруги, струму і частоти. Наприклад, підвищення концентрації водню чи вуглекислого газу в ізоляційному маслі може свідчити про внутрішні дефекти, такі як перегрів або частковий розряд. Завдяки цьому оператори мають змогу завчасно реагувати на можливі відхилення від норми, планувати технічне обслуговування і уникати катастрофічних відмов, які можуть призвести до значних фінансових втрат чи порушення енергопостачання.

Застосування АСМ надає кілька важливих переваг. По-перше, це підвищення надійності роботи трансформаторів за рахунок раннього виявлення несправностей. Наприклад, система може виявити проблему з охолодженням трансформатора задовго до того, як це стане критичним. По-друге, забезпечується оптимізація витрат на обслуговування завдяки можливості переходу від регламентного до стану-орієнтованого обслуговування. По-третє, такі системи знижують ризики для персоналу, оскільки значно скорочується необхідність у фізичному контакті з обладнанням під час проведення діагностичних процедур.

Додатковою перевагою є інтеграція АСМ із сучасними інформаційно-керуючими платформами. Це дозволяє збирати дані про стан трансформаторів в єдиний центр обробки, аналізувати їх у контексті роботи всієї енергосистеми та приймати стратегічно обґрунтовані рішення. Наприклад, при різкому зростанні навантаження на певну підстанцію система може

автоматично оптимізувати її роботу, щоб уникнути перевантажень. Це особливо актуально в умовах інтеграції відновлюваних джерел енергії, де навантаження часто має нестабільний характер. Варто зазначити, що автоматизовані системи моніторингу мають не лише технічні, але й економічні переваги. Завдяки зменшенню кількості аварійних ситуацій знижується обсяг витрат на ремонт і заміну обладнання. Крім того, забезпечується зменшення непрямих втрат, пов'язаних із відключеннями споживачів або штрафними санкціями через порушення договорів на постачання електроенергії. В довгостроковій перспективі це дозволяє окупити витрати на впровадження таких систем і забезпечити суттєву економію.

Автоматизовані системи моніторингу є важливим інструментом для забезпечення стабільної та безпечної роботи знижувальних підстанцій. Їхнє впровадження дозволяє не лише покращити експлуатаційні показники обладнання, а й знизити фінансові ризики, підвищити загальну ефективність енергосистеми та зробити її більш адаптивною до сучасних викликів.

УДК 636.4.033

*Лисенко В. В., завідувач навчально-методичним кабінетом, Крекотень О. А., магістрант, Савойський О. Ю., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна*

### **ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ЗНИЖУВАЛЬНИХ ПІДСТАНЦІЙ 110/6 КВ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ**

Знижувальні підстанції 110/6 кВ відіграють вирішальну роль у забезпеченні стабільного енергопостачання промислових підприємств. Їхнє основне завдання – перетворення електричної енергії високої напруги у середню напругу, яка відповідає вимогам споживачів. Надійність цих об'єктів є критичною для безперебійного функціонування виробничих процесів, адже відмова у роботі підстанції може спричинити значні фінансові втрати, збої у виробництві та навіть аварійні ситуації. У сучасних умовах зростання енергоємності обладнання та підвищення вимог до якості електропостачання важливо впроваджувати нові підходи та технології для підвищення надійності знижувальних підстанцій.

Одним із найбільш ефективних методів підвищення надійності підстанцій є впровадження сучасного обладнання. Це стосується всіх компонентів – від трансформаторів і розподільчих пристроїв до систем релейного захисту й автоматики. Сучасні трансформатори 110/6 кВ оснащені вдосконаленою ізоляцією та системами охолодження, що дозволяє зменшити ризики їх перегріву та пошкодження. Також зростає використання вакуумних вимикачів, які мають тривалий термін служби, вищу стійкість до перенапруг і менші експлуатаційні витрати.

Особливої уваги заслуговують цифрові системи управління та моніторингу. Ці системи дозволяють у реальному часі збирати дані про роботу обладнання, аналізувати стан ізоляції, напругу, струми та температуру ключових елементів. Завдяки цьому можливе своєчасне виявлення потенційних несправностей, що знижує ризик аварій. Інтеграція таких систем в єдину інформаційну мережу підприємства дозволяє автоматизувати контроль за підстанцією та скоротити час реагування на позаштатні ситуації.

Планове технічне обслуговування та діагностика є обов'язковими умовами стабільної роботи підстанцій. Регулярні огляди контактних з'єднань, випробування ізоляції, перевірка релейного захисту та випробування трансформаторного масла дозволяють виявити й усунути приховані дефекти. Використання методів неруйнівного контролю, таких як ультразвукове сканування, тепловізійна діагностика чи частотний аналіз, значно підвищує точність оцінки стану обладнання. Особливо слід зазначити важливість обслуговування трансформаторів, які є одним із найкритичніших компонентів підстанції. На практиці людський фактор часто стає причиною аварій чи збоїв у роботі підстанцій. Тому важливим завданням є забезпечення високого рівня професійної підготовки обслуговуючого персоналу. Навчання має охоплювати не лише теоретичні знання, але й практичні навички роботи з сучасним обладнанням, цифровими системами управління та аварійними ситуаціями. Регулярні тренінги, симуляції роботи

підстанцій та навчання з безпеки сприяють зниженню ймовірності помилок.

Підстанції 110/6 кВ часто зазнають впливу кліматичних та інших зовнішніх факторів. Захист від блискавки, перегріву, пилу та вологи є критично важливим для довговічності обладнання. Для цього застосовуються грозозахисні пристрої, спеціальні покриття для обладнання, системи вентиляції та клімат-контролю у приміщеннях підстанцій.

Підвищення надійності знижувальних підстанцій 110/6 кВ є багатокомпонентним завданням, яке потребує комплексного підходу. Модернізація обладнання, впровадження автоматизованих систем моніторингу, підвищення рівня підготовки персоналу, вдосконалення схем електропостачання та заходи захисту від зовнішніх факторів – це лише частина заходів, які дозволяють досягти цієї мети. Застосування сучасних технологій і грамотна експлуатація підстанційного обладнання забезпечують стабільне та безпечне енергопостачання для промислових підприємств, підвищуючи їхню продуктивність та конкурентоспроможність.

УДК 621.3.004.163

*Савойський О. Ю., ст. викладач, Шевель О. Є., магістрант, Лисенко В. В., завідувач навчально-методичним кабінетом, СНАУ, Суми, Україна*

### **ВИКОРИСТАННЯ ДРОНІВ ПРИ ВИКОНАННІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РОБІТ НА ПЛ 6/10 ТА 0,4 КВ**

Сучасні технології дедалі активніше проникають у галузь енергетики, оптимізуючи процеси технічного обслуговування та ремонту електромереж. Зокрема, використання дронів (безпілотних літальних апаратів) для обстеження повітряних ліній електропередач (ПЛ) напругою 6/10 та 0,4 кВ відкриває нові можливості для підвищення ефективності, безпеки та економічності експлуатаційних робіт. Повітряні лінії напругою 6/10 та 0,4 кВ, як ключові складові електричних систем, вимагають проведення систематичних експлуатаційних робіт (огляди, обходи, перевірки та виміри) – для забезпечення безпечного, надійного та якісного постачання електричної енергії споживачам.

Традиційно ці роботи виконують фахівці з використанням автомобілів та застосуванням певних інструментів, пристроїв та знаряддя. Але, при виконанні таких робіт виникають небезпечні та шкідливі чинники. Так, при поверхових оглядах виникає загроза падіння працівника з висоти; при проведенні огляду певних ділянок ПЛ (лісосмуги, біля водоймищ) існує загроза отримання травм від диких тварин; а через вірогідність обривів проводів ПЛ, небезпечними для працівників є позачергові огляди ПЛ (після стихійних явищ, нічні огляди).

Впровадження дронів у ці процеси відкриває нові перспективи: значно полегшити процес обслуговування ПЛ, знизити витрати (часу та пального), а також суттєво знизити ризики впливу небезпечних та шкідливих чинників на обслуговуючий персонал.

Один з варіантів дрону, який можна використовувати в процесі експлуатації ПЛ – FPV дрон Fly Fish 8" (Скат) з авто доведенням. Цей дрон підтримує найсучасніші протоколи управління та телеметрії, зокрема ExpressLRS, ExpressLRS Diversity, TBS Crossfire, а також захищений зв'язок через sine.link, що забезпечує стабільний і надійний сигнал навіть в умовах перешкод. Це дозволяє керувати дроном на великих відстанях без втрати контролю, що особливо важливо під час тривалих польотів або в складних умовах середовища.

Fly Fish 8" (Скат) оснащений відеопередавачем, що працює на частотах 1.2 GHz, 3 GHz, 4.9 GHz і 5.8 GHz, що дозволяє вибрати оптимальний діапазон для передачі відеосигналу залежно від умов польоту. Це забезпечує високу якість відео та мінімізує ризик втрати сигналу навіть у густонаселених районах чи місцях з високим рівнем радіоперешкод. Частота керування охоплює широкий діапазон - 868-915 MHz, 735-790 MHz, 500-560 MHz, 370-420 MHz, а також динамічні діапазони 650-950 MHz і 500-800 MHz. Така гнучкість у налаштуванні дозволяє адаптувати дрон під різні умови польоту, гарантуючи стабільність управління та швидкий відгук на команди оператора. Ця модель здатна піднімати корисне навантаження до 1500 грам, що робить його відмінним варіантом для встанов-

лення потужних камер або іншого спеціалізованого обладнання. Це відкриває можливості для професійної аерозйомки, картографування чи інших завдань, які потребують додаткового обладнання. Дальність польоту Fly Fish 8" (Скат) становить 15 км, забезпечуючи стабільний зв'язок та високу якість відео на всій протяжності маршруту.

FPV дрон Fly Fish 8" (Скат) з автодоведенням – це ідеальний вибір для тих, хто шукає надійний і потужний дрон з передовими можливостями керування та передачі відео. Завдяки своїм характеристикам і підтримці різних частот, цей дрон стане незамінним інструментом для професійної роботи в складних умовах та на великих відстанях. Ціновий діапазон 13-22 тис. грн. в залежності від комплектації.

У таблиці 1 наведені перелік та опис робіт, які можна виконувати із застосуванням дронів.

Таблиця 1. Перелік робіт на ПЛ, які можна виконувати із застосуванням дронів

№ з/п	Вид робіт	Опис робіт	Необхідне обладнання
1.	Плановий огляд по всій довжині ПЛ	Перевірка відповідності поопорній схемі. Перевірка загального стану траси ПЛ (рельєф, гілки дерев в охоронній зоні). Перевірка нумерації опор, диспетчерських найменувань та плакатів безпеки. Виявлення можливих дефектів ПЛ.	Відеокамера, надійний зв'язок
2.	Контрольний огляд окремих ділянок ПЛ	Виконання технічного огляду елементів ПЛ. Перевірка виконаних робіт (обсяг, якість). Уточнення специфіки місцевості для планування безпечного виконання робіт.	Відеокамера, надійний зв'язок
3.	Огляд по всій довжині ПЛ інженерно-технічним персоналом	Визначення обсягів майбутнього капітального ремонту або реконструкції ПЛ, умов та термінів їх проведення, нужденність у спемеханізмах та спецтехніці, матеріальних та трудових ресурсах. В ході цього заходу можуть відбуватися заміри габаритів та стріл провисання проводів; вимірювання ширини розкриття тріщин бетону (у з/б опор та приставок); заміри температури контактних з'єднань; заміри .	Відеокамера з пристроєм для вимірювання відстані, пірометр, надійний зв'язок
4.	Верховий огляд ПЛ (як правило суміщається з оглядом ІТП)	Перевірка стану дерев'яних елементів опор. Перевірка стану ізоляції (цілість, бруд). Перевірка стану проводів та їх кріплення. Перевірка стану контактів та з'єднань проводів. Перевірка стану металевих частин опор (траверси, штирі та гаки). Перевірка стану розрядників. Перевірка стану елементів лінійних роз'єднувачів та їх контактних з'єднань. Перевірка стану кабельних воронок. Перевірка стану елементів заземлення та їх з'єднань.	Відеокамера з пристроєм для вимірювання відстані, пірометр, надійний зв'язок
5.	Позачерговий огляд ПЛ	Має цільовий характер. Проводиться після стихійних явищ, після відключень ПЛ і навіть після успішного включення ПЛ з метою встановлення причин відключення ліній	Відеокамера, надійний зв'язок
6.	Нічний огляд ПЛ	Виконується з метою виявлення світіння та іскріння в місцях з'єднання проводів та контактів.	Відеокамера, надійний зв'язок

Також, при застосуванні певних пристроїв-маніпуляторів можна ще передбачити застосування дронів для вимірювання напруги на ПЛ, вимірювання струмів КЗ для ПЛ 0,4 кВ, нанесення нумерації опор.

Використання дронів у роботах на повітряних лініях електропередач напругою 6/10 та 0,4 кВ відкриває значні можливості для підвищення ефективності та безпеки енергетичного сектора. Це не лише сприяє оптимізації витрат, але й забезпечує якіснішу діагностику, знижуючи ризики аварій та простоїв. У майбутньому ця технологія стане невід'ємною частиною експлуатаційних процесів у галузі електропостачання.

УДК 621.311

*Бабич О.В., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

## **АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ БАЛАНСУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ**

Як і в будь-якій системі в енергетичних мережах повинен бути сформований певний баланс. В енергетичних мережах створюється певного роду енергетичні баланси пов'язані з електричною енергією. Даний баланс формується між кількістю виробленої електроенергії та кількістю спожитої електричної енергії.

Всі компанії з електропостачання, в тому числі і АТ «Сумиобленерго» формує власний енергетичний баланс. Даний баланс формується з набору різних показників, що описують об'єми виробленої та переданої електричної енергії, а також затрати електричної енергії що виникають при транспортуванні. Величина балансу повинна бути еквівалентна всіх описаним вище величинам. При цьому баланс формується з величини виробленої електричної енергії, зменшеної на кількість електроенергії втраченої при передачі, а також інших втрат пов'язаних з іншими учасниками ринку електричної енергії.

Виходячи з такого твердження можна зазначити, що баланс формується на основі визначення втрат електричної енергії в електричній мережі та інших її елементах. При цьому виявити присутність небалансу чи його величину можливо фактично лише з значення балансу електроенергії.

Визначення балансу в електричних системах електропостачання проводиться відповідними компаніями щомісяця, а також щороку. Кожен з даних видів балансу направлений на вирішення відповідних проблем в енергетичній системі.

Місячні баланси застосовують для забезпечення необхідного значення точності приладів обліку електричної енергії споживачів. При цьому прилади обліку споживачів фактично є приладами для визначення реального значення втрат електричної енергії.

Річний баланс використовується для забезпечення заходів по енергозбереженню. Також річний баланс показує ефективність роботи компанії з електропостачання, в нашому випадку АТ «Сумиобленерго». Річний баланс також має значний вплив на стандартизацію втрат та на формування вартісних показників електричної енергії в регіоні та в цілому в країні.

АТ «Сумиобленерго» фактично формують певну територіальну мережу з певним значенням балансу. Виходячи з цього фактичне значення втрат електричної енергії в подібних мережах можна визначити з рівняння:

$$\Delta W_{\text{факт}} = W_{\text{ос}} - W_{\text{спож}} \quad (1)$$

де  $W_{\text{ос}}$  – передана кількість електроенергії в електричну мережу,  $W_{\text{спож}}$  – спожита кількість електричної енергії споживачем з мережі.

Виходячи з цього передана кількість електричної енергії в електричну мережу може бути визначена:

$$W_{\text{ос}} = W_{\text{пе}} - W_{\text{оє}} \quad (2)$$

де  $W_{\text{пе}}$  – наданий обсяг електричної енергії в мережу поза межами балансового значення належності;  $W_{\text{оє}}$  – обсяг електричної енергії, що відпущений з електричної мережі поза межами балансового значення належності.

Виходячи з вищенаведених рівнянь можна сформулювати рівняння»:

$$\Delta W_{\text{факт}} = W_{\text{пе}} - W_{\text{оє}} - W_{\text{спож}} \quad (3)$$

При цьому за умови обслуговування електричних мереж маємо наступне рівняння:

$$\Delta W_{\text{факт}} = W_{\text{пе}} - W_{\text{оє}} \quad (4)$$

Для всіх типів передачі електричної енергії для умов АТ «Сумиобленерго» втрати можна визначити з рівняння:

$$\Delta W_{\text{факт}} = \Delta W_{\text{факт}}^{\text{ВН}} + \Delta W_{\text{факт}}^{\text{СНІ}} + \Delta W_{\text{факт}}^{\text{СНІІ}} + \Delta W_{\text{факт}}^{\text{НН}} \quad (5)$$

Втрати електричної енергії в своїй більшості формуються для всіх типів електричних мереж, що підпорядковані АТ «Сумиобленерго». При цьому формуються відповідні таблиці по кожній електричній мережі за рівнем напруги з врахуванням всіх можливих втрат для кожної з них. Слід зазначити, що співставлення значень фактичних втрат з значенням розрахункових втрат вказує величину технічних втрат електричної енергії.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Стогній Б. С. Інтелектуальні електричні мережі електроенергетичних систем та їхнє технологічне забезпечення [Текст] / Б. С. Стогній, О. В. Кириленко, С. П. Денисюк // Технічна електродинаміка. – 2010. – № 6. – С. 44–50.
2. Кириленко О. В. Технічні аспекти впровадження джерел розподільної генерації в електричних мережах. [Текст] / Кириленко О. В., Павловський В. В., Лук'яненко Л. М. // Технічна електродинаміка. – 2011. – №1. – С. 46–51.
3. Денисюк С. П. Аналіз проблем впровадження віртуальних електростанцій/С. П. Денисюк, Д. С. Горенко.//Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2016. – №2. – С. 25–33.

УДК 621.311

*Жогло В.В., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

### ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

Технологічні процеси будь-якого виробництва в значній мірі залежать від якості електроенергії. У загальному випадку низька якість електроенергії може бути охарактеризована, як будь-які зміни в енергопостачанні, що призводять до порушень нормального ходу виробничого процесу або до пошкодження обладнання, трансформаторів, електродвигунів.

Так за даними зарубіжних досліджень втрати країн Європи від неякісної електричної енергії щорічно сягають десятки млрд. євро. Аналогічні дані по Україні на даний час відсутні, оскільки проблемою якості електричної енергії систематично займаються тільки науковці, і це при тому, що збитки від неякісної електричної енергії мають тенденцію щорічного зросту (в США, наприклад, за останні десять років вони подвоїлись).

Окрім цього широке впровадження розосереджених джерел енергії, як приватними споживачами та корпоративним сектором, так і безпосередньо генеруючими компаніями, формування віртуальних електростанцій пов'язано із необхідністю підтримання динамічного балансу між споживанням та генерацією електричної енергії на мікро- і макрорівнях. Це обумовлює появу принципово нових задач, вирішення яких не можна здійснити спираючись виключно на традиційні підходи, які використовуються для побудови електроенергетичних мереж централізованого характеру.

Проблеми живлення це будь-які відхилення параметрів напруги від встановлених стандартом значень якості електроенергії. Основні неполадки живлення, які становлять небезпеку для роботи електрообладнання відповідно наведеної класифікації (у дужках наведені найбільш поширені англійські еквіваленти) відображає вимоги міжнародного стандарту ГОСТ 13109-97, термінологічних стандартів ГОСТ 30372-95 та ДСТУ 3466-96\*:



1. Зникнення напруги – відсутність напруги в електромережі протягом більше двох періодів (40 мс). Наслідками зникнення напруги можуть бути: втрата, пошкодження даних на серверах і поточної інформації на робочих станціях, пошкодження файлової системи, порушення технологічного процесу, вихід з ладу апаратури.

2. Провал напруги – раптове зниження напруги в електричній мережі нижче величини 90% від номінального значення, за яким слідує відновлення напруги до початкового або близького до нього рівня за проміжок часу від десяти мілісекунд до декількох десятків секунд. Причиною провалу напруги можуть бути: включення енергоємного обладнання, запуск потужних електродвигунів, робота зварювальних апаратів і т. д. Можливі наслідки: скидання оперативної пам'яті; виникнення помилок, вихід з ладу апаратури, мерехтіння освітлення.

3. Перенапруга – раптове підвищення напруги в електричній мережі вище величини 110% від номінального значення, за яким слід відновлення напруги до початкового або близького до нього рівня за проміжок часу від десяти мілісекунд до декількох десятків секунд. Причиною виникнення перенапруг може бути відключення енергоємного обладнання. Можливі наслідки: скидання оперативної пам'яті; виникнення помилок, вихід з ладу апаратури, мерехтіння освітлення.

4. Відхилення напруги – відхилення (зниження / підвищення) напруги в мережі від допустимих стандартом значень на тривалий час (більше десятків секунд). Виникає зазвичай через зростання споживання електроенергії в певні періоди часу при обмеженій потужності джерела електроенергії або довгих лініях електроживлення. Можливі негативні наслідки: додаткові втрати потужності в стабілізаторах, скорочення терміну служби блоків живлення, збої у виконанні програм.

5. Електромагнітна перешкода - виникнення у мережі високочастотних імпульсів, що накладаються на синусоїдальну форму напруги. Основними причинами виникнення електромагнітних перешкод є робота потужних електродвигунів, перемикання релейної апаратури і силових комутаційної електроніки, мовлення суміжних станцій, магнітні бурі. Можливі наслідки: помилки, скидання оперативної пам'яті, «зависання» операційної системи, вихід з ладу накопичувачів на жорстких дисках;

6. Імпульс напруги – це короткочасне перевищення напруги вище 110% від номінального значення тривалістю 10-50 мкс (з часом фронту імпульсу 1-10 мкс). При цьому, амплітуда імпульсів перенапруги може досягати величин 6000 В. Причиною їх появи можуть бути удари блискавок, розряди статичної електрики. Такі високовольтні імпульси з дуже крутим переднім фронтом без перешкод минають захисні фільтри блоків живлення і потрапляючи в ланки системних плат, викликають скидання оперативної пам'яті і вихід з ладу мікросхем.

7. Відхилення частоти – відхилення частоти на величину більше 0,2 Гц від номінального значення (50 Гц). Причиною появи можуть бути: нестабільність джерела електроенергії, нестабільність частоти обертання ротора дизель-генератора. Можливі наслідки: перегрів і вихід з ладу блоків живлення, «зависання» операційної системи, програмні збої, втрата даних.

8. Тимчасове перенапруга – це короткочасне перевищення напруги вище 110% від номінального значення тривалістю 1000-5000 мкс. При цьому, амплітуда імпульсів перенапруги може досягати величин 4500 В. Причиною їх появи є комутаційні процеси потужнострумівих ланцюгів електропостачання, іскріння комутаційних апаратів. Можливі наслідки: скидання оперативної пам'яті і вихід з ладу мікросхем.

9. Несинусоїдальність напруги – характеризується двома основними показниками:

а) коефіцієнтом спотворення синусоїдальності кривої напруги (струму) – відношення діючих значень суми вищих гармонік напруг (струмів) до діючого значення напруги (струму) основної гармоніки або у спрощеному варіанті до номінальної напруги (струму);

б) коефіцієнтом гармоніки напруги (струму) – відношення діючого значення аналізованої гармоніки напруги (струму) до діючого значення змінної напруги (струму) або у спрощеному варіанті до номінальної напруги (струму). Крім перерахованих використовуються такі показники якості електроенергії, як: коефіцієнти форми і амплітуди кривих змінної напруги (струму), гармоніка напруги (струму), джерело гармонік напруги, струму, гармонійний резо-

нанс. Небезпеку для електрообладнання представляють спотворення синусоїдальності кривої напруги більше 8% або наявність в кривій напруги гармонійних складових напруги непарного (парного) порядку, з коефіцієнтом гармонік більше 5%.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Стогній Б.С. Інтелектуальні електричні мережі електроенергетичних систем та їхнє технологічне забезпечення [Текст] / Б.С. Стогній, О.В. Кириленко, С.П. Денисюк // Технічна електродинаміка. – 2010. – № 6. – С. 44-50.
2. Кириленко О.В. Технічні аспекти впровадження джерел розподільної генерації в електричних мережах. [Текст] / Кириленко О.В., Павловський В.В., Лук'яненко Л.М. // Технічна електродинаміка. – 2011. – №1. – С. 46-51.
3. Коновал В.С. Дослідження впливу вітрової електростанції на режимі роботи електричної мережі / В.С. Коновал, А.Ю. Кучинський, О.І. Горак. – С. 64-69.

УДК 621.311

*Іващенко А.В., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

### **АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЗАПИЛЕНОСТІ НА РОБОТУ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ**

Фотоелементи сонячних панелей виконують перетворення сонячного світла на корисну електричну енергію. Для визначення світлової енергії використовують одиниці виміру – фотон. Фотони від сонячного випромінювання вловляються та поглинаються сонячними панелями, а саме їх фотоелементами. В результаті фотоелектричного ефекту відбувається виділення електричної енергії. Згенеровані електрони від впливу фотонів передаються по різним енергетичним діапазонам атомів фотоелектричних елементів. Перенесення електронів призводить до накопичення для унеможливлення накопичення напруги між різними електродами.

Фотоелектричні системи є доволі ефективним та корисними перетворюючи частину енергії світлового потоку в електроенергію. При цьому подібні системи не мають рухомих частин, а отже зношування їх є мінімальним. При цьому дані системи мають доволі великий коефіцієнт надійності, на який не впливають різного роду рідинні чи газові елементи даних систем. Доцільно зауважити, що при використанні даних систем не виникає прямого викиду забруднюючих речовин в навколишнє середовище. Але з екологічної точки зору необхідно зауважити, що використання сонячних панелей має доволі значний вплив на екологічні показники адже ефект затінення впливає на розвиток рослинності. При цьому за умови використання родючих земель під сонячними панелями зменшує їх родючість та зменшує виділення кисню в атмосферу. А отже питання екології потрібно розглядати в більш детальному аналізі.

Для характеристики ефективності роботи сонячних панелей застосовують поняття ефективності сонячної енергії. Даний показник показує кількість переробленої сонячної радіації. При цьому необхідно розрізняти значення ефективності фотоелектричного елемента та сонячної панелі різні. Ефективність фотоелектричного елемента вища порівняно з ефективністю сонячної панелі. Такий ефект спостерігається через те, що в будові сонячної панелі є захисне скло, що покриває фотоелектричні елементи. При цьому дане скляне покриття має власний коефіцієнт відбивання та має свої пропускні властивості. Виходячи з цього необхідною точкою для проведення подальших досліджень є визначення кількості електричної енергії отриманої від нової, не забрудненої панелі. Тобто ця кількість електричної енергії та цей показник ефективності є базовим в подальших розрахунках.

Основною складовою атмосферного повітря завжди є велика кількість пилу. Пил з'являється в атмосфері від виверження вулканів, пилових бурь в пустелях, пилу піднятого з ґрунтового покриву та інших забруднень. При цьому пил містить найменшу кількість рослинних решток, відходів життєдіяльності тварин та рослин, а також інших речовин.

Питання забрудненості сонячних панелей на сьогодні є з одним з основних питань екс-

платуації сонячних панелей. В різних країнах світу проводилось велика кількість досліджень, пов'язаних з визначенням впливу запиленості сонячних панелей. Дослідження проведені в США довели, що при осадженні пилу на сонячних панелях їх продуктивність знижувалась на величину 4,7%. При цьому в дослідженнях проведених в Саудівській Аравії спостерігалось зниження продуктивності роботи сонячних панелей фактично на 40%. При цьому запиленість панелей була досягнута фактично за 6 місяців їх роботи. Якщо враховувати експлуатацію сонячних панелей протягом 8 місяців спостерігалось зменшення певне очищення сонячних панелей з зменшенням продуктивності на 32% від нормативного значення.

Подібного значення зниження параметру в залежності від запиленості спостерігалось в Кувейті, де зменшення продуктивності спостерігалось від 17 до 65 % залежно від кута розміщення сонячних панелей.

Подібного роду дані було отримано данні при дослідженнях і в Єгипті, хоча тут було зазначено максимальне значення запиленості на рівні 65,8%. При цьому даного запилення сонячних панелей до максимального значення досягнуто за період до 6 місяців.

Особливості використання сонячних панелей в даних регіонах полягає в тому, що експлуатація їх виконується фактично в умовах пустелі з великою кількістю пилових бурь та їх запиленістю.

Інші дані було отримано від дослідників в Таїланді. Тут забрудненість сонячних панелей становила максимально 11% за один місяць.

Необхідно зазначити, що в основному всі вчені, що проводили дослідження вивчали деградацію сонячних панелей, а кількісну оцінку запиленості сонячних панелей не проводилась.

Розмір пилу також має значний вплив на роботу сонячних панелей та їх продуктивність. В результаті проведених досліджень розмір частинок в 5мм з вуглецю має найбільший вплив на ефективність роботи сонячних панелей. Також доведено, що більш дрібні частинки мають значно більший вплив на роботу сонячних панелей ніж крупні частинки. Крупні частинки в більшій мірі здуваються вітром, або просто скочуються під своєю вагою з нахилених сонячних панелей. Милкий пил осідає пошарово з подальшим утворенням щільного шару непронижного для сонячного світла. Слід сказати, що склад пилу не має значного впливу на ефективність сонячних панелей. Їх вплив фактично однаковий на роботу сонячних панелей.

Каземин та інші вчені досліджували роботу сонячних панелей в приміщенні. При цьому в якості забруднювачів використовували червоний ґрунт, пісок, кремнезем та інші. В результаті експерименту було отримано данні, що показували значний вплив на ефективність роботи сонячних панелей накопиченої певної маси забруднювача, а також його тип.

Існують також дослідження [5] де в якості забруднювача використовували штучно вироблений пил. Він складався з часток цементу та вуглецю. В результаті дослідження було отримано, що часточки цементу мають більш значний вплив на ефективність роботи сонячних панелей. При цьому за умови утворення щільності 73 г/м<sup>2</sup> виникає доволі велика кількість коротких замикань між фотоелементами, що становить близько 80 %.

В інших дослідженнях проводилось визначення ефективності роботи сонячних панелей при запиленні від пилу природного походження. Необхідно зазначити, що в принципі вищенаведені данні було також підтверджені і даними дослідженнями. Але основним висновком було те, що ефективність роботи сонячних панелей була найвищою за умови чистоти повітря та прохолодного повітря навколишнього середовища. При цьому спостерігалось зниження продуктивності за умови сухої панелі та чистого повітря з теплим навколишнім середовищем.

В результаті всіх проведених досліджень можна зазначити, що всі дослідники схиляються до того, що запилення різними частинками значно впливає на ефективність роботи сонячних панелей. Також додатково зазначалось, що в результаті мікропошкоджень від великих частинок пилу та тривалої експлуатації сонячних панелей в подібних умовах виникало значне зниження пропускної здатності скляного покриття сонячної панелі, що також мало значний негативний вплив на ефективність роботи.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. А. Барило, М. Бенменні, В. Будько, М. Будько та П. Васько, Вілновлювальні джерела енергії. Монографія, Київ, 2020.
2. В. Кравчишин, Інтелектуалізація управління комплексною системою генерації електричної енергії, Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2019.
3. О. Ємець та Л. Колечкіна, Ємець О.О. Задачі комбінаторної оптимізації з дробово-лінійними цільовими функціями: Монографія, Київ: Наук. думка., 2005.
4. Медиковский та О. Шуневич, «Виконання цілочисельного програмування для визначення складу вітрової електростанції,» Збірник 164 наукових праць Ін-ту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України, т. 57, pp. 230-233, 2010.

УДК 621.311

*Москович В.О., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

## ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ НЕСПРАВНОСТЕЙ В ЕЛЕКТРОДВИГУНАХ

Всі несправності електричних двигунів в основному приводять до виходу з ладу. При цьому виникає початково порушення роботи в нормальному режимі. Причини несправностей електродвигунів є доволі різноманітними. В своїй більшості основними причинами є певного роду несвоєчасне усунення дефектів в різному обладнанні. Також причинами можуть бути неякісне виготовлення елементів двигуна, неправильний монтаж, ремонт чи навіть експлуатація.

Найбільш розповсюдженими серед всіх електричних двигунів є саме асинхронні електродвигуни, частка яких серед всіх становить близько 60%. Виходячи з цього пропонується провести дослідження саме для даного типу електродвигунів. Основними перевагами даних електродвигунів є те, що вони є більш надійними та простими конструкційно та мають доволі високий ККД. При цьому в експлуатації дані електродвигуни є найбільш простими.

Для початку необхідною умовою є проведення аналізу основних пошкоджень даних електродвигунів. Основними з них є: обрив різних фаз – до 50 %; заклинювання – до 25 %; пошкодження обмоток в статорі – до 20 %; довготривалі навантаження – до 15 %.

Виходячи з вищенаведеного можна сказати, що більшість електродвигунів виходить через пошкодження фаз. При цьому доволі велика кількість електродвигунів виходить також через теплове перевантаження. Дана причина спричиняє фактично близько 20 % від загальної кількості пошкоджень. 93 % пошкоджень в електродвигунах асинхронних виникає саме через пошкодження його обмоток. На пошкодження ізоляції фактично припадає 5% - міжфазної ізоляції та лише 2% - пазової ізоляції. Пошкодження ізоляції в основному виникає через різного роду виткові замикання.

При проведенні аналізу фактично вказують дві з них: механічні пошкодження, що виникають в результаті різноманітних пошкоджень підшипникових вузлів; замикання, що пов'язані з проблемами з ізоляцією. Доволі важливим показником є термін експлуатації електродвигуна. При цьому необхідно враховувати залишок до проведення наступного різновиду ремонту.

Виходячи з даних діаграм можна зазначити, що доволі багато відмов виникає саме в асинхронних електродвигунах. При цьому фактично 90 % відмов виникає в період до 12 місяців. В результаті подібного групування та проведення аналізу необхідно зауважити, що всі причини можна умовно поділити на три різні групи: умови в яких експлуатується електродвигун; якість виконання ремонту; умови для проведення зберігання та транспортування.

Необхідно зазначити, що умови в яких експлуатується електродвигун є фактично однією з найбільш важливих. Даний показник фактично впливає на роботу в різного роду ненормальних чи навіть аварійних режимах. Для електричного двигуна найбільш небезпечним є ви-

никнення певних надструмів, що виникають під дією різноманітних фізичних процесів саме в електродвигуні. Подібні надструми спричиняють в електродвигуні різноманітні термічні впливи, а також динамічні впливи. Необхідно зазначити, що надструми мають короткочасний вплив з перевищенням нормальної величини струму чи навіть магнітного навантаження.

Надструми характеризуються значенням пускових струмів. Дані струми виникають в результаті зовнішніх коротких замикань. При цьому до місця пошкодження посилається струм, що має значення близьке до пускового. Також посилається величина струму, що відповідає максимальному значенню обертового моменту.

Динамічний вплив характеризується певним початковим значенням температури, що виникає в активних частинах електродвигуна. В результаті виникнення подібного розподілу може виникати певний нагрів різних елементів з можливим точковим перегрівом елементів.

Перегріви електродвигуна характеризуються появою певних короткочасних перевантажень за величиною струму. Даний стрибок веде до зміни масштабу процесу тепловиділення. При цьому розподіл тепла в активних частинах електродвигуна не відбувається.

Перевантаження призводить в основному до пошкоджень через теплове навантаження. Внаслідок даного впливу спостерігаються порушення поля джерела виникнення теплоти. Прояв даного явища спостерігається через температурні деформації та різного роду напруження. При цьому всі ці процеси формують технічний стан електродвигуна в загальному вигляді.

Перегріви електродвигуна може спричинити, як механічну частину електродвигуна так і електричну. Перегрів викликає обвуглювання різного роду ізоляції при цьому під дією пікових значень струму доволі рідко виникає плавлення проводу в ізоляції. В деяких випадках температурне пошкодження ізоляції електродвигуна може призвести до певних незворотних змін.

Такі режими є певного роду аномальними, з виникненням електромагнітної та різного роду електромеханічної ситуації. Основними аномаліями є високе значення місцевого нагріву, що зумовлений високими питомими втратами в активних місцях електродвигуна.

Необхідно зазначити, що питання температурної стійкості електродвигуна пов'язується з інтенсивним процесом старіння ізоляції під дією доволі високих температур.

Однією з особливостей зміни умов охолодження є аварії, що пов'язані з швидким зменшенням інтенсивності по відводу тепла через порушення в роботі системи охолодження електродвигуна. Нормально працюючий електричний двигун має незначні коливання температури, що зумовлені його навантаженням та умовами експлуатації.

За умови обриву фази доводиться брати до уваги надструми адже можуть бути обертання ротора в той час коли в обмотках проходить значні струми.

Не останню роль в якійсній роботі електродвигуна відіграє якість електричної енергії. За умови значних відхилень від якісних показників електроенергії двигун може фактично повністю не працювати. Найбільший вплив на роботу електродвигуна має несиметрія напруги та відсутність її синусоїдальності. Несиметрія напруги призводить до того, що виникають значні зміни в фізичних процесах роботи електродвигуна.

Низький опір та певної напруги зворотної послідовності призводить до виникнення не синусоїдальності струму. При цьому також відбувається збільшення активного опору та в результаті виникає значне збільшення витрати електродвигуном активної потужності. В кінцевому випадку виникає перегрівання частин електродвигуна та його обмоток.

На чьогодні існують дослідження, де при використанні електродвигуна з роботою в підвищених температурних режимах на  $8^{\circ}\text{C}$  термін експлуатації фактично зменшується приблизно в 2 рази.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Півняк Г.Г. Особливі режими електричних мереж: Навчальний посібник / Г.Г. Півняк, А.К. Шидловський, Г.А. Кігель, А.Я. Рибалко, О.І. Хованська. – Д.: Національний гірничий університет, 2009. – 376 с.

2. Вовк О.Ю. Метод періодичного діагностування асинхронних двигунів/ О.Ю. Вовк, Л.М. Безменнікова, С.О. Квітка // Праці ТДАТУ. – 2010. - № 10, Т4. - С. 39-46.
3. Попова І. О. Контроль режимів роботи асинхронних двигунів при несиметрії напруг мережі: автореф. дис. на здобуття наук, ступеня канд. техн. наук: спец. 05.09.16 "Електротехнології та електрообладнання в агропромисловому комплексі" / І. О. Попова. – Мелітополь, 2003. – 20 с.

УДК 681.51

*Нестеренко Д.І., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

## **ОСОБЛИВОСТІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЗЕРНОВИХ СУШАРОК**

Близько 50 % врожаю, яке збирається на території України має підвищену вологість та потребує сушіння. Тільки після того як з свіжого збіжжя буде видалено весь надлишок вологи і воно буде доведено до сухого стану, можна розраховувати на довготривале зберігання і подальше використання продукту.

Сушіння зерна – складний, безперервний та енергоємний процес. Змінення технологічних параметрів сушіння (наприклад температурних режимів) впливає на його якісні параметри. Крім того на об'єктах переробки зернових кількість виконавчих механізмів та параметрів, що контролюються, неухильно зростає і оператор вже не в змозі самостійно керувати технологічними процесами завантаження, розвантаження, попередньої обробки.

З іншого боку зниження енергетичних витрат на сушіння зерна розглядається як найважливіша задача при розробці нових технологій сушіння та конструкцій зерносушарок. Впровадження нових або модернізація вже існуючих сушарок може вважатися достатньо ефективною, якщо досягнуто зниження питомих енерговитрат (при обов'язковому збереженні якості зерна).

У зв'язку з цим гостро постає питання комплексної автоматизації об'єктів переробки та зберігання зерна, як один з його головних шляхів підвищення якості зерна, економії енергії, зменшення впливу людського фактору, підвищення продуктивності підприємства.

Яка ж автоматизація сушарок потрібна? Зрозуміло що, при розробці нових та модернізації існуючих автоматичних систем, треба орієнтуватися на досвід провідних вітчизняних та іноземних розробників як самих систем автоматизації сушарок так і розробників елементної бази для їх виготовлення. Також потрібно ввести в поняття автоматизації сушіння зерна деяке обмеження, тому, що повна автоматизація процесу сушіння або зовсім неможлива або вкрай дорога. Це обумовлено тим, що повна автоматизація вимагає обліку та об'єднання в одне ціле великої кількості закономірностей процесів та параметрів, що контролюються, а повна та адекватна модель сушіння зерна ще не створена і не буде створена в передбаченні строки.

Найбільш поширеним є застосуванням напівавтоматичних систем управління, принцип дії яких полягає у тому, що оператор виводить процес на оптимальний режим і передає управління автоматиці, яка й буде підтримувати у подальшому процес на заданому режимі. Умови виведення режиму сушіння залежить не в останню чергу від виду та конструктивних особливостей сушарки для якої буде розроблятися автоматична система управління.

Весь процес сушіння контролюється електронним блоком управління, який впливає на швидкість руху зерна і температуру внутрішнього повітря. Електронний блок управління постійно отримує дані з датчиків вхідної та вихідної вологості, внутрішньої і зовнішньої температури повітря, датчиків рівня зерна у зернових колонах і декількох датчиків температури гарячого і холодного зерна. На основі цих даних видаються команди завантажувальному і розвантажувальному пристроям, зовнішньої паливної автоматики і пальнику.

На поведінку механізмів сушарки та конструктивних елементів, а звідси і дії автоматики, які пов'язані з проходженням гарячого (агента) та холодного повітря скрізь товщу зерна впливають також такі фактори як температура та вологість оточуючого повітря (кліматичний

вплив) і відповідно вид і стан сировини, що обробляється.

При роботі в літній період актуальним є не тільки нагрів, а й охолодження зерна, і оскільки його температура при розвантаженні не повинна перевищувати навколишню температуру більше, ніж на 10°C. При цьому зовнішнє повітря всмоктується через зерновий шар нижніх рівнів, охолоджує його, відбираючи тепло і вологу, зміщується з гарячим повітрям палника і подається в верхні рівні нагріваючи зерно.

При роботі з зерном дуже забрудненим пилом або схильним до займання (наприклад насіння соняшнику) перевагу має режим, при якому охолодження зерна проводиться на нижньому рівні під дією надлишкового тиску, який створюється всередині рівня допоміжним вентилятором. У цьому режимі рекуперації не відбувається, тому що повітря, відібравши у зерна тепло і вологу, йде назовні разом з пилом.

Для інтенсивної і високотемпературної сушки кукурудзи, особливо в холодну пору року, застосовують режими коли вся сушарка використовується тільки для нагрівання зерна з подальшим контрольованим охолодженням на складі або в ємності, що вентильовується. Оскільки на люках встановлені кінцеві вимикачі, відкриття люків відображається на екрані монітора а також автоматично визначається порядок підключення датчиків вимірювання температури зернового шару.

Для забезпечення ефективної та надійної роботи сушильного комплексу необхідно забезпечити наступне:

- зерно в сушарку має подаватися з буферного накопичувача (бункера або силосу), пов'язаного з завантажувальною норією сушарки безперервно. Якщо є можливість, цей бункер повинен бути вентильованим;

- норія подачі зерна в сушарку для забезпечення можливості автоматичного включення (відключення) подачі зерна норією по сигналу датчика рівня заповнення сушарки, повинна мати на вході дистанційно керований шибер;

- для забезпечення автоматичного перемикання на циркуляційний (замкнутий) режим роботи на виході відвантажувальної норії повинен бути встановлений дистанційно керований шибер для поворотної подачі зерна в сушарку;

- зерно з сушарки має подаватися норією в відвантажувальний бункер або в сховище.

З опису принципу роботи систем автоматики стає зрозумілим твердження про складність розробки автоматичного комплексу, який міг би повністю урахувати не тільки фізико-математичні залежності а й логіку переміщення зерна при різних режимах сушіння, видах зерна, яке буде сушитися і вимог конкретного замовника до обладнання, яке буде встановлено, як на саму сушарку так і для її обслуговування.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Манасян, С.К. Моделювання і інтенсифікація процесу сушіння зерна // Механізація збирання, післязбиральної обробки і зберігання зерна: мат-ли 2-й Міжнар. наук.-практ. конференції «Хліборобська механіка в рослинництві» (м.Москва, ГНУ ВІМ, 17-18. 12. 2003р.) / Наук. тр. ВІМ. - Т.148. - М., 2003. - С.216-225.
2. Манасян, С.К. Синтез сушильної камери шахтної зерносушарки як об'єкта управління // Укр. КрасГАУ. - 2004. -№ 4. -С. 151-156.
3. Цугленок, Н.В. Функціональне опис процесу сушіння зерна / Н.В. Цугленок, С.К. Манасян, Н.Н. Конусів // Укр. КрасГАУ. - 2005. - № 8. - С. 217-221.
4. Цугленок, Н.В. Імітаційна модель функціонування сушильних установок / Н.В. Цугленок, С.К. Манасян, Н.В. Демський та ін. // Вестн. КрасГАУ. - 2007. -№ 3.-С.196-200.

## АНАЛІЗ ТАРИФІВ НА ЕЛЕКТРИЧНУ ЕНЕРГІЮ

Тарифи на електричну енергію формуються та затверджуються відповідною постановою Кабінету Міністрів України. Необхідно зазначити, що тарифи для населення розподіляються на декілька тарифних планів, починаючи з стандартного фіксованого та відповідно до різних типів обліку.

Сьогодні спостерігається фактично постійний ріст ціни на електричну енергію. Необхідно зазначити, що на графіку розглянуто мінімальні ціни за електричну енергію, за умови більшого споживання по деяких роках необхідно враховувати іншу ціну на електричну енергію. Так вперіод 2019-2020 рр. за умови споживання електричної енергії більше 100кВт вартість її становить 1,68 грн. В період 2021-2022 рр. за умови споживання електричної енергії більше 250 кВт вартість також становить 1,68 грн.

Зазначимо, що в період до оголошення військового стану спостерігалось підвищення вартості на електричну енергію в середньому на 20%, а отже можна було спрогнозувати значний ріст вартості електричної енергії до 2030 року.

Оскільки нами розглядається живлення приватного будинку від відновлювальних джерел енергії то необхідною умовою є проведення аналізу вартості електричної енергії за зеленим тарифом. Для більш детального аналізу співвідношення тарифу на електричну енергію з мережі та вартість електричної енергії відповідно до зеленого тарифу пропонується побудувати графік формування цінової політики на електричну енергію (рис. 1).



Рисунок 1. – Формування цінової політики на електричну енергію

Аналізуючи графіки рисунку 1.4 необхідно зазначити, що станом на 2024 рік різниця між вартістю електричної енергії з мережі та вартістю електричної енергії за зеленим тарифом відрізняється фактично на 0,42 грн. При цьому тенденції до росту цін на електричну енергію роблять зелений тариф фактично не вигідним за умови закупівлі обладнання для комбінованих систем живлення.

Виходячи з цього можна зробити висновок, що використання комбінованих систем живлення приватних будинків в основному буде застосовуватись не для продажу електричної енергії по зеленому тарифу, а для забезпечення певної автономії їх живлення.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. О. Кармазін, Балансова надійність електроенергетичних систем в умовах зростання частки відновлюваної енергетики. Автореферат, Київ: Національної академії наук України, 2019.
2. В. Павловський, Л. Лук'яненко, І. Гончаренко та А. Захаров, «Обмеження потужності відновлюваних джерел енергії за умови приєднання до електричної мережі,» Праці ІЕД НАНУ, № 43, pp. 18-23, 2016.



## ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ РОЗРАХУНКОВОЇ ДОБИ

В результаті роботи електричних мереж застосовуються певну конфігурацію для добових графіків по потужності чи струмах з різних елементах. При цьому спостерігається певна залежність різноманітних факторів сезонності таких, як температура навколишнього середовища, тривалість годин світлового дня та інше. Виходячи з такої проблематики необхідною умовою визначення добових графіків та врахування їх при визначенні втрат електроенергії. Зазначимо, що річний досліджуваний період повинен бути розділений на певну кількість розрахункових проміжків чи інтервалів. Кожен з цих інтервалів повинен мати свій характерний графік по навантаженнях.

В енергетичних підприємствах рік зазвичай поділяється на два періоди: зимовий та літній. При цьому зимовий період позначається як «I», а літній – «II». Дані для даних періодів в основному використовують за базові наступні місяці: для літнього періоду обирають червень, а для зимового – грудень.

У випадку, якщо протягом зимового періоду тривалістю 7 місяців (січень-квітень та жовтень-грудень) відпуск електроенергії в мережу описується величиною  $W_{ос12}$ . При цьому середнє значення відпуску електричної енергії описується рівнянням  $W_{ср,д} = \frac{W_{ос12}}{31}$ . При цьому графік для навантаження описується даними  $P_i (i = 1, 2, \dots, 24)$ , що характеризує день для проведення контрольного заміру. При цьому описати графік можна з використанням замірів при перетворенні на певного роду відносні значення одиниць:

$$P_{*i} = \frac{P_i}{P_{max}} \quad (1)$$

де  $P_{max}$  – максимальне значення потужності за добовий часовий проміжок.

Використовуючи дані середньодобової витрати електроенергії  $W_{ср,с}$  а також з використанням необхідних графіків в контрольних замірах при відносних одиницях  $P_{*i} (i = 1, 2, \dots, 24)$  маємо графік для розрахункової доби.

Необхідно зазначити, що з кожною годиною доби визначаються втрати значення потужності мережі  $\Delta P_i$ , та втрати електроенергії за добу, що мають вигляд:

$$\Delta W_{доб} = \sum_{i=1}^{24} \Delta P_i \Delta t_i \quad (2)$$

де  $\Delta t_i$  – певний інтервал часу, що є одногодинним.

Втрати величини потужності визначають в точках з'єднання в певних і-тих годинах часового проміжку. За умови використання простих схем мережі можна застосовувати наближений розрахунок втрат по величині номінального значення напруги.

Для розрахунку втрат електричної енергії за певний розрахунковий інтервал можна визначити з рівняння:

$$\Delta W_I = \Delta W_{доб} \cdot D_{еквI} \cdot k_{\phi 12}^2 \cdot k_{л} \quad (3)$$

де  $D_{еквI}$  – чисельність еквівалентних днів за певний розрахунковий I період;  $k_{\phi 12}^2$  – коефіцієнт величина втрат в елементах повітряних ліній.

Чисельність еквівалентних днів за певний розрахунковий період визначається з виразу:

$$D_{еквI} = \sum_{i=1}^{N_I} \left( \frac{W_{мі}}{W_{м12}} \right)^2 \cdot D_{мі} \quad (4)$$

де  $W_{мі}$  – кількість відпущеної електроенергії в мережу за і-ий місяць аналізу з  $D_{мі}$  кількістю днів;  $W_{м12}$  – кількість відпущеної електроенергії за місяць, що є базовим;  $N_I$  – кількість місяців, що включено до розрахункового I періоду.

При виконанні розрахунків втрати електроенергії приймають значення за місяць  $D_{еквI} = D_{м12} = 31$ .

Значення  $k_{\phi 12}^2$  визначають з рівняння:

$$k_{\phi 12}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{D_{M12}} W_i^2}{W_{\text{ф.с.}}^2 \cdot D_{M12}} \quad (5)$$

де  $W_i$  – кількість електроенергії, що відпущена в мережу за певний  $i$ -ий місячний день.

За умови відсутності даних по відпуску електроенергії доволі часто використовують наступне рівняння:

$$k_{\phi 12}^2 = \frac{(D_p + k_w^2 \cdot D_{н.р}) D_{M12}}{(D_p + k_w \cdot D_{н.р})^2} \quad (6)$$

де  $D_p$  і  $D_{н.р}$  – кількість відповідно днів за місяць робочих та вихідних.  $k_w$  – значення співвідношення кількості спожитої електроенергії за робочий та вихідний день.

Звідси виходить, що:

$$D_{M12} = D_p + D_{н.р} \quad (7)$$

$$k_w = \frac{W_{н.р}}{W_p} \quad (8)$$

Для II періоду розрахунок фактично є аналогічним. При цьому для II періоду втрати електроенергії визначаються з рівняння:

$$\Delta W_{II} = \Delta W_{\text{доб}} \cdot D_{\text{еквII}} \cdot k_{\phi 6}^2 \cdot k_{\text{л}} \quad (9)$$

де  $D_{\text{еквII}}$  – еквівалентна чисельність днів за визначений період II;  $k_{\phi 6}^2$  – квадрат кривої графіка середніх показників за день в червні.

Дані коефіцієнти визначають за формулами подібними до розрахунку I періоду.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Стогній Б. С. Інтелектуальні електричні мережі електроенергетичних систем та їхнє технологічне забезпечення [Текст] / Б. С. Стогній, О. В. Кириленко, С. П. Денисюк // Технічна електродинаміка. – 2010. – № 6. – С. 44–50.
2. Кириленко О. В. Технічні аспекти впровадження джерел розподільної генерації в електричних мережах. [Текст] / Кириленко О. В., Павловський В. В., Лук'яненко Л. М. // Технічна електродинаміка. – 2011. – №1. – С. 46–51.
3. Денисюк С. П. Аналіз проблем впровадження віртуальних електростанцій/С. П. Денисюк, Д. С. Горенко.//Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2016. – №2. – С. 25–33.

УДК 621.311

Жогло В.В., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна

#### ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЗДОВЖНЬОЇ ТА ПОПЕРЕЧНОЇ КОМПЕНСАЦІЇ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

**Особливості забезпечення поздовжньої компенсації.** Всі електричні мережі високої напруги мають велике значення індуктивного опору. При цьому чим вище значення падіння величини напруги в мережі тим транспортний кут є більшим.

У випадку необхідності компенсації величини індуктивного опору можна застосовувати послідовне включення ємності. Станом на сьогодні використовується декілька варіантів конструкційних рішень даного питання: конденсатори для постійної ємності; конденсатори з перемиканням за допомогою тиристорів; конденсатори з керуванням за допомогою тиристорів.

Відповідно до компенсації за допомогою компенсаторів постійної ємності підвищення потужності лінії електропередачі можливе до моменту досягнення обмеження за параметром тепловиділення. Дана схема забезпечує постійну ступінь компенсації. Дані системи не усувають виникнення підсинхронних коливань від генераторів на електростанціях. При цьому створюються сприятливі умови для виникнення підсинхронних коливань генераторного об-

ладнання.

Компенсація з перемиканням за допомогою тиристорів забезпечують змінну східчасту ступінь компенсації. Опис особливостей відповідає попередньому способу компенсації.

Компенсація з керуванням за допомогою тиристорів забезпечує регулювання ступеня компенсації в будь-яких межах. Подібна система дозволяє керувати підсинхронними коливаннями та пригнічувати їх. Необхідно зазначити, що при перемиканні між режимом ємності та режимом індуктивності неможливо без відключення певних резонансних явищ.

**Особливості забезпечення поперечної компенсації.** Для здійснення поперечної компенсації в електричну мережу вмикають спеціальні пристрої, що здатні поглинати та повертати реактивну потужність. При цьому в сталій точці електричної мережі забезпечується стаке значення напруги.

Конструктивне рішення для забезпечення подібної компенсації полягає в підключенні до мережі ємності з паралельним підключенням до неї пристрою для виконання регулювання, що компенсує надлишок реактивної потужності. В результаті забезпечується стала величина напруги.

Поперечна компенсація з використанням даного пристрою забезпечується відповідно до рівнянь:

$$Q_C = U_{rms}^2 \cdot C \cdot \omega \quad (1)$$

$$Q_L = U_{rms} \cdot I \cdot F_{rms} \quad (2)$$

$$Q_{SVC} = Q_C - Q_L \quad (3)$$

$$I(t)F_{rms} = \frac{U_{rms}}{L \cdot \omega} \cdot \frac{2\beta - \sin 2\beta}{\pi} \quad (4)$$

де  $I(t)F_{rms}$  – дійсне значення для величини струму;  $U_{rms}$  – дійсне значення для величини напруги;  $L$  – величина індуктивності реактора;  $C$  – ємність конденсаторних батарей;  $\omega$  – величина кута пропуску струму;  $Q_L$  – величина потужності реактора;  $Q_{SVC}$  – величина потужності тиристорного компенсатора.

В установках поперечної компенсації індуктивність змінюють за допомогою тиристорів, це так звані установки типу SVC. Данні пристрої мають можливість для гасіння підсинхронних коливань. За відсутності навантаження в мережі відбувається ріст напруги, для обмеження якої виконують поглинання реактивної потужності. SVC установки забезпечують виконання функцій поглинання реактивної потужності, а отже і регулювання рівня напруги.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Стогній Б.С. Інтелектуальні електричні мережі електроенергетичних систем та їхнє технологічне забезпечення [Текст] / Б.С. Стогній, О.В. Кириленко, С.П. Денисюк // Технічна електродинаміка. – 2010. – № 6. – С. 44-50.
2. Кириленко О.В. Технічні аспекти впровадження джерел розподільної генерації в електричних мережах. [Текст] / Кириленко О.В., Павловський В.В., Лук'яненко Л.М. // Технічна електродинаміка. – 2011. – №1. – С. 46-51.
3. Коновал В.С. Дослідження впливу вітрової електростанції на режимі роботи електричної мережі / В.С. Коновал, А.Ю. Кучинський, О.І. Горак. – С. 64-69.

УДК 621.311

Москович В.О., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна

## ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРОДВИГУНА

Забезпечення нормальної роботи електродвигуна проходить з використанням різноманітного захисту, що складається з різних пристроїв. Відповідно до ПУЕ, на електродвигуни встановлюється пристрої захисту від короткого замикання. Додатково встановлюється система захисту від замикань на землю. Обов'язковою умовою є захист від перевантаження та

від мінімального значення напруги. Також є певний перелік і інших захистів, що вказуються в ПУЕ.

На практиці для захисту електродвигуна доволі часто використовують захист від можливого обриву фази. Також доволі часто встановлюють захист для обмеження числа пусків чи від зміни значення струму та потужності. Додатково може встановлюватись захист від заклинювання або повного гальмування робота.

Подібні системи захисту реалізуються різноманітними реле в тому числі і мікропроцесорний захист. Загальна побудова схеми захисту ґрунтується на його ефективності. Виконання пристроями захисту своїх функцій може збиватись певним чином. Виходячи з цього існує певна кількість відмов, що мають наступний поділ: відмови пов'язані з спрацюванням при необхідності захисту; надлишкове спрацювання при виникненні пошкоджень; різноманітні помилкові спрацювання.

Для забезпечення функціонування системи захисту електродвигуна виконується при надаванні їй спеціальних властивостей. Необхідно зазначити, що всі властивості захисту мають певний зв'язок один з одним. Система захисту в повній мірі може бути охарактеризована одним параметром – ефективністю. Під даним параметром розуміють максимальну кількість функцій, що дозволяють отримати максимальний ефект захисту.

В результаті певного часу спрацювання досягається певний ефект при виконанні захисту. Фактично на сьогодні 100% захисту не існує, це є певним ідеалізованим параметром.

В більшості літературних джерел спостерігається фактично три причини, що приводять до зниження захисного ефекту: обмеження кількості функцій та ефекту спрямування; величини похибки при функціонуванні; відмови, що пов'язані з поломками елементів захисту.

Всі наведені причини є проявом певної неповноти відповідній властивості. В результаті дана невідповідність не дає змоги скористатись функціями селективності, швидкості спрацювання, чутливості, а також надійності. Дані параметри в повній мірі характеризують працездатність загальної системи захисту електродвигуна.

Всі ці властивості системи захисту можна віднести до захисту від ненормальних режимів роботи з врахуванням специфіки їх функціонування. Необхідно зазначити, що захист електродвигуна підбирається в залежності від його потужності.

Струмову відсічку застосовують для захисту від різного роду коротких замикань, що виникають між фазами. При ситуаціях коли даний тип захисту не задовольняє всі вимоги можуть застосовувати різноманітний диференціальний тип захисту. Захист від різних надструмів проводять для електродвигунів, що можуть працювати з певним значенням перевантаження.

Також здійснюють тепловий захист, що виконується з використанням різного роду теплових реле. Але дані реле мають доволі значний недолік, що пов'язаний з різницею по тепловим характеристикам з електродвигунами. Додатково слід зауважити що дані теплові реле мають певний ряд недоліків, що пов'язані зі складністю експлуатації. Тепловий захист може бути більш досконалий, що виконаний на позисторах чи різних термісторах. Недоліком є те, що даний тип захисту необхідно вбудовувати в електродвигун.

На сьогодні розвиток різноманітної процесорної техніки викликає появу різноманітного мікропроцесорного захисту нового покоління. Дані пристрої мають ряд переваг порівняно з електромагнітними реле. При цьому вони містять в своїй структурі пристрої для обробки інформації. До переваг даних пристроїв відносять також мале споживання величини струму та напруги. Споживання знаходиться в межах 0,1-0,5 Вт.

Необхідно зазначити, що час спрацювання всіх вимірювальних елементів даного типу захисту залишається незмінним порівняно з електромагнітними реле.

Пристрої мікропроцесорного захисту по своїй конструкції є доволі компактними та складаються з мікропроцесорного пристрою, перетворювачів для проведення вимірювання та різних реле. В результаті отримуємо в одному корпусі доволі велику кількість різноманітних типів захисту. Керування всіма елементами виконується за допомогою спеціального програмного забезпечення.

Виходячи з такої постановки проблеми застосування подібних пристроїв є доволі виправданим та допомагає вирішити безліч питань захисту електродвигуна. При цьому повністю можна врахувати індивідуальність кожного окремого електродвигуна. Подальше функціонування системи захисту здійснюється в автоматичному режимі з відповідними закладеними діями в неї.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Півняк Г.Г. Особливі режими електричних мереж: Навчальний посібник / Г.Г. Півняк, А.К. Шидловський, Г.А. Кігель, А.Я. Рибалко, О.І. Хованська. – Д.: Національний гірничий університет, 2009. – 376 с.
2. Вовк О.Ю. Метод періодичного діагностування асинхронних двигунів/ О.Ю. Вовк, Л.М. Безменнікова, С.О. Квітка // Праці ТДАТУ. – 2010. - № 10, Т4. - С. 39-46.
3. Попова І. О. Контроль режимів роботи асинхронних двигунів при несиметрії напруг мережі: автореф. дис. на здобуття наук, ступеня канд. техн. наук: спец. 05.09.16 "Електротехнології та електрообладнання в агропромисловому комплексі" / І. О. Попова. – Мелітополь, 2003. – 20 с.

УДК 681.51

*Нестеренко Д.І., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

### ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ СУШКИ ЗЕРНА

Класичним способом можна назвати сушіння зернової маси з використанням гарячого повітря та подальшим активним вентиляванням для охолодження. Основою різних способів сушки зерна є певний спосіб передачі теплової енергії. Сучасні установки працюють з використанням агента сушіння, що передає тепло. При цьому сушильний агент отримує тепло від різноманітних калориферів або від суміші топкових газів та повітря. Подібну схему реалізації процесу сушіння зерна називають конвективною.

Сушіння зернової маси відбувається при виконанні продувки гарячого повітря через неї. Рух сушильного агента відбувається по різноманітних повітряних відвідних та підвідних каналах. Рівномірність виконання процесу сушіння відбувається за рахунок великої кількості каналів сушарки. За рахунок цього досягається також і ефективність процесу загалом. Подібний спосіб використовується в основному в сушарках бункерного типу.

Серед мінусів даного методу на сьогодні є неефективність використання та значна енергоємність. За умови, коли вологість зернової маси є доволі значною то її не можна просувати дуже сильно нагрітим тепловим агентом. Виходячи з цього чим більша вологість зернової маси, тим менша потрібна температура теплового агенту, а отже і потреба в часі є значною на виконання повного висушування.

Виходячи з цього, виникає необхідність у ретельному розрахунку розміщення всіх каналів сушарки та забезпечення механізмів, що дозволять виконувати процес перемішування зернової маси. Подібне ускладнення процесів призводить до значного ускладнення процесу сушіння, а отже і до ускладнення різних систем контролю та автоматизації зернової сушарки.

Значна нерівномірність висушування зернової маси по горизонтальній та по вертикальній площині призводить до значного збільшення затрат на енергію для сушіння. Необхідно також зазначити позитивний ефект від сушіння зернової маси вентиляванням підігрітим повітрям, що полягає в зниженні зараження мікроорганізмами зернової маси. Але одразу є і негативний ефект, що значному збільшенні кількості пошкоджених механічно зерен.

Процес сушіння зернової маси можна проводити також не підігрітим повітрям (повітрям з навколишнього середовища) але при цьому тривалість процесу сушіння становить від 4 до 8 діб та виникає проблема зараження мікроорганізмами.

Більш практичного застосування набули комбіновані методи, які поєднують вентилявання зернової маси почергово гарячи та холодним повітрям. При цьому виникає можливість

запобігти розвитку шкідливих мікроорганізмів та зменшити механічне пошкодження зерна. При цьому гарячим повітрям швидко знижують вологість зерна до 20 %, а далі вентиляванням холодним повітрям понижають вологість до 14 %. Але подібний процес сушки зерна потребує покращення системи автоматизації процесу з використанням великої кількості датчиків температури та вологості.

Останніми роками доволі широкого застосування набуло використання озонно-повітряних сумішей чи іонізованого повітря. Дослідженнями доведено, що подібне використання даних типів агентів з використанням активного вентилявання зменшує витрати на сушіння зернової маси та має гарний бактерицидний вплив. При цьому даний процес також має певний ряд недоліків, що полягають в незнанні фізичних факторів, складністю каналів для подачі озону та контролем за концентрацією озону оскільки він є ядом та може негативно вплинути на якість продукції.

Іншим способом сушки зернової маси є використання інфрачервоного випромінювання. Даний тип сушіння порівняно з попереднім має свої переваги, оскільки не потребує використання органічного палива для виконання сушіння. Основною особливістю даного методу є використання інфрачервоних променів, що в спектральному проміжку знаходяться в діапазоні 760нм – 420 мкм. При цьому даний тип променів характеризується високою тепловою здатністю, а отже є значно поширеним для сушки зерна, проведення різноманітної теплової дезінфекції та інших процесів.

Основним принципом роботи інфрачервоного методу є те, що волога нагрівається під дією інфрачервоних променів. Виходячи з того, що енергію підведено безпосередньо до вологи то спостерігається значна ефективність та економічність даного способу. Наступною перевагою даного процесу є неможливість перевищення температури вологої маси зерна, а отже процес випаровування можливо провести на доволі інтенсивному рівні.

При цьому використання низьких температур не нагріває технологічне обладнання, а отже при цьому відсутня втрата тепла через обладнання та вентиляцію. Необхідно зауважити, що при інфрачервоному сушінні енергія передається без необхідності безпосереднього контакту зернової маси та джерела випромінювання, а повітря при цьому зовсім не створює жодних перешкод. Як і в кожного процесу, інфрачервоне нагрівання має і свої мінуси. Одним з таких мінусів є те, що при використанні даного способу сушки за температури 40-60°C знищується поверхнева мікрофлора зерна.

Інфрачервоне випромінювання при сушці зерна застосовують лише при певних випадках. Першочергово даний метод застосовують при проведенні передпосівного обробитку зерна для того, щоб понизити твердість насіння. Додатково його застосовують для позитивного впливу на посівні характеристики зерна. При цьому є певні особливості процесу сушіння, де обробка інфрачервоними променями проходить протягом декількох хвилин, а сама сушка зернової маси активним вентиляванням повинна проходити протягом кількох діб.

Існує певна енергетична залежність, при якій інфрачервоне опромінення від 40 до 50 Вт/м<sup>2</sup> активує ферменти насіння за час 15-25 с. При цьому температура зернини збільшується майже до 50 °С. Виходячи з цього, виникає позитивний вплив на якісні показники, урожайність та швидкість проростання насіннєвого матеріалу.

Додатково інфрачервоне випромінювання здійснює дезінсекційну дію та ефективно знезаражує зернову масу різних культур. При виконанні цього процесу потужність виставляють на рівні 17 кВт/год, що не призводить до погіршення зернової маси.

Недоліком даного методу є те, що волога в середині зернини зберігається доволі довго, а поглинання теплоти зерниною відбувається фактично лише поверхневим шаром зернини.

Але основними перевагами є простота даного способу сушіння з високою продуктивністю обладнання необхідного для його забезпечення. Інфрачервоним випромінюванням можна випаровувати з зернини фактично близько 25 % вологості за нетривалий час в межах 90...100 секунд. Наступним після нагрівання йде випаровування вологи вже з прогрітого зерна за час 5...6 хвилин. При цьому досягти вологості зерна в межах 14% можна досягти за час приблизно до 10 хв. При цьому висушування зерна даним способом дає можливість досягнення гар-

ної якості зернової маси та захистити її від різноманітних шкідників з покращенням передпосівних характеристик насіння.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Манасян, С.К. Моделювання і інтенсифікація процесу сушіння зерна // Механізація збирання, післязбиральної обробки і зберігання зерна: мат-ли 2-й Міжнар. наук.-практ. конференції «Хліборобська механіка в рослинництві» (м.Москва, ГНУ ВІМ, 17-18. 12. 2003р.) / Наук. тр. ВІМ. - Т.148. - М., 2003. - С.216-225.
2. Манасян, С.К. Синтез сушильної камери шахтної зерносушарки як об'єкта управління // Укр. КрасГАУ. - 2004. -№ 4. -С. 151-156.
3. Цугленок, Н.В. Функціональне опис процесу сушіння зерна / Н.В. Цугленок, С.К. Манасян, Н.Н. Конусів // Укр. КрасГАУ. - 2005. - № 8. - С. 217-221.
4. Цугленок, Н.В. Імітаційна модель функціонування сушильних установок / Н.В. Цугленок, С.К. Манасян, Н.В. Демський та ін. // Вестн. КрасГАУ. - 2007. -№ 3.-С.196-200.

УДК 681.51

*Опарін С.А., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

### **ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ ПРИВАТНИХ БУДИНКІВ**

Для проведення аналізу роботи комбінованої системи необхідною умовою є формування є розуміння основних принципів роботи основних її елементів. Виділення електричної енергії починається в фотоелектричних елементах панелі виникає завдяки певним фізичним процесам взаємодії складових елементів з світловою енергією.

Сьогодні випускаються фактично три типи сонячних панелей пов'язаних з особливостями фотоелементів. При цьому використовують монокристалічні панелі, полікристалічні панелі та з тонкою плівкою.

Оптимальне значення ККД та вартісних показників на сьогодні мають полікристалічні сонячні панелі, а отже вони є найбільш розповсюдженими. Їх ККД знаходиться на рівні від 12% до 14%. Сонячні панелі з монокристалічними є більш дорогими та мають більший ККД, що знаходиться в межах від 14 до 16%. Найбільший ККД мають тонкоплівкові сонячні панелі, що становить близько 25%. При цьому дані панелі мають найменшу ціну порівняно з вищезазначеними. При цьому їх не можна назвати конкурентами для монокристалічних чи полікристалічних панелей адже вони мають велику хрупкість, невеликий термін експлуатації та необхідність використання великої площі під монтаж.

Фотоелементи сонячних панелей мають схильність до деградації. В результаті експлуатації сонячних панелей більше 25 років спостерігається їх деградація до рівня 15...20% від номінального значення. З досліджень отримано, що деградація в панелях з монокристалічними відбувається набагато швидше. При цьому отримано значення, зменшення потужності монокристалічної панелі відбувається приблизно на 3%. Для порівняння полікристалічна деградує за 1 рік на 2%. Подібне значення деградація спостерігається в основному лише для першого року експлуатації даних панелей. Подальша деградація значно нижча і становить для монокристалічних панелей – 0,7%, а для полікристалічних панелей – 0,67%.

Деградація панелей може досягати великих значень в перший рік експлуатації до 20% при використанні сонячних панелей низької якості. А отже до вибору сонячних панелей необхідно підходити з відповідальністю.

Роботу сонячних панелей в певних температурних режимах описує температурний коефіцієнт потужності сонячних панелей. Робота сонячних панелей більш ефективні за умови прохолодного повітря навколишнього середовища. При використанні сонячних панелей в спекотні дні їх ефективність знижується одразу на 25%. Температурний коефіцієнт для монокристалічних панелей становить 0,45, що вказує на величину зниження ефективності робо-

ти сонячних панелей з зміною температури на 1°C. Відповідно по якісних показників сонячні панелі поділяють на чотири типи. Це типи – А, В, С, D. При чому якість панелей типу А є найвищою, а тип панелей D є найгіршим типом. Панелі типу А є найбільш якісними, а отже можуть працювати в температурному режимі -40...90°C.

Запропонований тип сонячних панелей на нашу думку є найбільш оптимальним для використання в подальших дослідженнях.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. О. Кармазін, Балансова надійність електроенергетичних систем в умовах зростання частки відновлюваної енергетики. Автореферат, Київ: Національної академії наук України, 2019.
2. В. Павловський, Л. Лук'яненко, І. Гончаренко та А. Захаров, «Обмеження потужності відновлюваних джерел енергії за умови приєднання до електричної мережі,» Праці ІЕД НАНУ, № 43, pp. 18-23, 2016.

УДК 621.311

*Колесник О.О., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

### **АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

Аналізуючи систему електропостачання міста необхідною умовою є розуміння загальних принципів її побудов. При цьому система електропостачання м. Суми є доволі складною та складається з електричних мереж 220-35 кВ, 6-10 кВ та електричних мереж до 1 кВ. Саме напруга 6-10 кВ в мережі електропостачання м. Суми є розподільчими мережами.

Загалом існують схеми розподільчих мереж різні за переліком показників. В місті мережі 6-10 кВ становлять фактично два типи мереж: розподільчі та живлячі. Виходячи з цього основною характеристикою розподільчих мереж є мережа що починається від ввідного пристрою до розподільчих пристроїв чи щитків.

Основними проблемами різноманітних схем розподільчих електричних мереж є несиметрія напруги по фазам, а отже потрібно проводити контроль даного показника. Іншою не менш важливою проблемою розподільчих електричних мереж є втрати електричної енергії різного характеру. Виходячи з цього доцільно провести аналіз основних втрат електричної енергії та провести аналіз особливостей втрат електричної енергії саме для міста Суми.

При цьому основною особливістю розподільчих мереж міста є вибір схеми мережі з визначенням перспективних рівнів в розрахунку на 5 років. Також необхідно зауважити, що на сьогодні найбільш розповсюдженою схемою розподільчих мереж є двопроточна електрична мережа.

Дана схема живлення забезпечує передачу електричної енергії від РП-10кВ до кожної з ТП-0,4 кВ до яких підключено подальші лінії. При побудові міст попередньо потрібно враховувати розташування всіх підстанцій та ліній електропередачі та їх довжини.

Необхідно заострити увагу на тому, що в даних електричних мережах доволі сильно зростає реактивна потужність при їх роботі. Необхідно зазначити, що сьогодні споживання реактивної потужності різноманітними підприємствами знаходиться на рівні 60-70 %, що визначається від величини активної. При цьому м. Суми має в своїй структурі доволі велику кількість підприємств, що працюють та можуть поглинати реактивну потужність для своїх виробничих процесів. Необхідно зазначити, що більшість процесів врегульовують кількість реактивної електричної енергії в мережі.

Оскільки найбільше проблем в розподільчих електричних мережах виникає через втрати електричної енергії та несиметричні режими роботи. При цьому загальна ситуація з пошкодженням розподільчих електричних мереж призводить до значних пошкоджень та збільшення впливу на дані показники.



Розподільчі мережі 6-10 кВ розраховують виходячи з показників надійності, економічності, якості напруги та подальшого розвитку. При цьому станом на сьогодні враховувати показники надійності доволі складно через складнощі в енергетичній сфері. Поняття економічності відходить також на другий план в порівнянні з необхідністю відновлення забезпечення електричною енергією великої кількості споживачів області та міста. Виходячи з цього необхідний показник для проведення аналізу є якість напруги в електричній мережі.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Володарський Є.Т. Система моніторингу якості електричної енергії в децентралізованих системах електропостачання / Є.Т. Володарський, А.В. Волошко // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2014. – №. 318 (69). – С. 10–18.
2. Автоматизований комплекс визначення показників якості електроенергії / В. О.Мандзій, С. М. Бабюк, І. М. Сисак, В. В. Липницький. // Метрологія та прилади. – 2011. – №1. – С. 34–38.

*Муха М. М., магістрант, Сіренко В. Ф., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

### **АНАЛІЗ СПОСОБІВ ЗНИЖЕННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ В ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ**

Зниження електроспоживання в закладах освіти – стратегічно важливий напрямок, який дозволяє не лише скоротити витрати на енергоресурси, але й знизити негативний вплив на довкілля. Впровадження енергоефективних технологій, а також розробка комплексних організаційних заходів у цій сфері забезпечують стабільне заощадження та водночас підвищують комфортні умови для освітнього процесу. Умовно методи зниження електроспоживання в навчальних закладах можна поділити на технічні заходи, спрямовані на модернізацію інфраструктури, та організаційні – з акцентом на зміну поведінкових звичок і оптимізацію використання ресурсів.

Вагоме місце серед технічних заходів займає оновлення систем освітлення. Більшість закладів освіти, особливо старі школи, досі використовують морально застарілі лампи розжарювання або ж люмінесцентні лампи. Ці типи освітлення споживають значну кількість електроенергії і водночас мають відносно короткий термін служби. Перехід на світлодіодне (LED) освітлення може знизити витрати на електроенергію до 60%, адже LED-світильники є значно ефективнішими і витрачають менше енергії, перетворюючи її на світло. Крім того, такі лампи мають тривалий строк служби, що зменшує витрати на їхнє обслуговування. У багатьох сучасних школах і університетах також впроваджуються системи автоматичного контролю освітлення, які використовують датчики руху та датчики освітленості.

Також перспективною є модернізація систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. У більшості освітніх закладів існують старі системи обігріву та вентиляції, які часто працюють нераціонально, витрачаючи значну кількість енергії. Впровадження сучасних терморегуляторів, які автоматично регулюють температуру у приміщеннях відповідно до зовнішніх умов та часу доби, дозволяє суттєво скоротити витрати. Наприклад, вдень, коли аудиторії активно використовуються, температура може підтримуватися на комфортному рівні, а після занять її можна знижувати, щоб зекономити енергію. Системи вентиляції з функцією рекуперації тепла, що відбирають тепло з відпрацьованого повітря і передають його свіжому, здатні ефективно знижувати тепловтрати, не порушуючи вентиляційного режиму, що особливо актуально у зимовий період. Важливим доповненням до основних технічних заходів є впровадження відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні панелі чи вітрогенератори. Хоча початкові інвестиції у встановлення такого обладнання можуть бути високими, ці технології дозволяють закладу виробляти власну електроенергію, що знижує залежність від зовнішніх мереж. Крім того, для студентів це може стати наочною демонстрацією принципів сталого розвитку та енергозбереження. Використання сонячних панелей, особливо в регіонах із великою кількістю сонячних днів, дозволяє компенсувати частину

витрат на електроенергію та навіть повністю покривати потреби в електроживленні на літній період.

Серед організаційних заходів значну роль відіграє формування культури енергозбереження серед співробітників та учнів закладу. Освітні кампанії, лекції, тренінги та інші заходи спрямовані на інформування про важливість відповідального споживання електроенергії. Розуміння того, як прості дії, такі як вимикання світла після виходу з приміщення або відключення пристроїв, що не використовуються, впливають на загальні витрати, є важливим кроком на шляху до сталого використання ресурсів. Організація системи спільного контролю може заохочувати учнів та персонал до дотримання норм енергозбереження. Крім того, адміністрація може розробити та впровадити політику раціонального використання електроприладів, яка передбачатиме обмеження на час роботи комп'ютерів та інших пристроїв поза навчальним процесом. Ефективний моніторинг енергоспоживання є ще одним ключовим організаційним підходом до зниження витрат. Установлення лічильників електроенергії в різних приміщеннях закладу дозволяє виявляти «гарячі точки» – зони з найвищими витратами електроенергії. Це надає можливість детально аналізувати використання електрики у різних частинах будівлі та вчасно виявляти можливі проблеми, наприклад, несправні або надмірно споживаючі електроприлади. Зібрані дані можуть стати основою для коригування режиму роботи обладнання, проведення ремонту або заміни старих приладів на енергоефективні аналоги. Важливою організаційною стратегією є оптимізація використання приміщень. Правильне планування занять дозволяє максимально використовувати менш енергоємні аудиторії та зменшити навантаження на електромережу. Наприклад, у холодну пору року можливе об'єднання занять у менших, добре утеплених приміщеннях, що зменшує витрати на обігрів великих аудиторій. Рішення щодо закриття частини будівлі на вихідні, якщо вона не використовується, також допомагає суттєво зменшити витрати.

Таким чином, комплексне використання технічних та організаційних заходів здатне суттєво знизити електроспоживання в закладах освіти. Інтеграція сучасних енергоефективних технологій, раціональний підхід до використання приміщень і просвітницька робота серед студентів і персоналу створюють основу для ефективного управління ресурсами. Це сприяє не лише зниженню фінансових витрат, але й підвищенню рівня екологічної відповідальності, що є важливим елементом сучасної освітньої стратегії.

УДК 621.3

*Бакунов О.О., магістрант, Кравченко В.О., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

### **АНАЛІЗ СТАНУ ГТС УКРАЇНИ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАМІНИ ГАЗОТУРБІННОЇ УСТАНОВКИ НА ЕЛЕКТРОТУРБІННУ**

Головним завданням системи є транспортування природного газу з видобувних регіонів до споживачів в Україні та Європі. Проте за останні роки Україна зіткнулася з низкою викликів:

- Зменшення обсягів транзиту через будівництво нових газопроводів в обхід України.
- Технічна зношеність інфраструктури, зокрема газотурбінних установок, які працюють вже десятки років.
- Екологічні вимоги, що стають дедалі жорсткішими, особливо в Європейському Союзі, де посилюються стандарти щодо викидів CO<sub>2</sub>.

Останнім часом українська газотранспортна система працює на нижчих потужностях через зниження обсягів транзиту російського газу до Європи. Це знижує економічну рентабельність ГТС, особливо в умовах високих витрат на підтримку інфраструктури. Окрім того, газотурбінні установки на компресорних станціях споживають значну кількість газу для своєї роботи, що робить їх неекономічними в сучасних умовах.

Екологічний фактор також є важливим: газотурбіни є джерелом значних викидів вуглекислого газу. У зв'язку зі зобов'язаннями України в рамках Паризької кліматичної угоди та

вимогами ЄС, необхідно впроваджувати нові технології, які зменшують шкідливі викиди.

Одним з ключових елементів інфраструктури ГТС є компресорні станції, які перекачують газ трубопроводами за допомогою газотурбінних установок. Однак такі установки є енерговитратними та екологічно небезпечними через викиди вуглекислого газу та інші забруднюючі речовини. Тому виникає питання щодо доцільності заміни газотурбінних установок на електротурбінні, які працюють на електроенергії та можуть бути більш ефективними і екологічно чистими. Таке рішення має кілька вагомих переваг:

1. Електротурбіни мають вищий коефіцієнт корисної дії (ККД), що дозволяє зменшити енергетичні витрати на перекачування газу.
2. Працюючи на електроенергії, електротурбіни не спричиняють прямі викиди CO<sub>2</sub>. Використання відновлюваних джерел енергії для живлення електротурбін ще більше підвищує екологічні переваги.
3. Перехід на електротурбіни зменшить потребу у спалюванні природного газу для роботи компресорних станцій, що особливо важливо в умовах енергетичної незалежності від імпортованого газу.
4. Сучасні електротурбіни мають довший термін служби та потребують менших витрат на обслуговування у порівнянні з газотурбінами.

Однак заміна газотурбінних установок на електротурбінні пов'язана з певними труднощами. По-перше, це значні інвестиції, необхідні для модернізації компресорних станцій та підключення їх до електромережі. По-друге, потрібно забезпечити стабільне та надійне електропостачання, що також вимагатиме розвитку інфраструктури електромереж.

Модернізація української газотранспортної системи є необхідною для її подальшої ефективної роботи в умовах нових викликів. Заміна газотурбінних установок на електротурбінні є економічно та екологічно доцільною. Це дозволить підвищити енергоефективність системи, зменшити витрати на енергоресурси, а також відповідати сучасним екологічним стандартам. Для успішної реалізації цього проекту необхідні інвестиції, підтримка з боку міжнародних партнерів, а також державні програми, спрямовані на модернізацію енергетичної інфраструктури.

*Неплій С. А., магістрант, Савойський О. Ю., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна*

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ГІБРИДНИХ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАБІЛЬНОГО ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ОБ'ЄКТІВ**

Зростаючий попит на енергію та необхідність зменшення шкідливих викидів вимагають пошуку нових, ефективних та екологічно чистих рішень. Сонячна енергетика є одним із таких рішень, що має великий потенціал для вирішення енергетичних проблем сучасності. Гібридні сонячні електростанції, поєднуючи в собі сонячні панелі, системи акумуляції енергії та додаткові джерела, є універсальним рішенням для забезпечення стабільного енергопостачання навіть у віддалених регіонах з мінливими кліматичними умовами, забезпечуючи енергетичну незалежність та надійність.

Об'єктом дослідження є гібридна сонячна електростанція, яка розглядається як перспективне рішення для забезпечення енергонезалежності об'єктів. Дослідження спрямоване на вивчення принципів функціонування такої системи та оцінку її ефективності в умовах змінного навантаження та природних факторів.

Для комплексного аналізу функціонування гібридної сонячної електростанції було використано математичне моделювання з урахуванням характеристик сонячних панелей, акумуляторних батарей, гібридного інвертора та резервного генератора. Дослідження включало оцінку вироблення електроенергії за різних погодних умов та аналіз ефективності роботи системи при підключенні додаткових джерел енергії.

В результаті дослідження було встановлено, що правильний вибір оптимального кута

нахилу сонячних панелей ( $50^\circ$ ) для гібридної сонячної електростанції дозволяє досягти максимальної ефективності генерації електроенергії в регіоні з мінливими погодними умовами. Така оптимізація кута нахилу є особливо важливою для забезпечення стабільної роботи станції протягом усього року, оскільки вона зменшує втрати генерації в умовах низької інсоляції та зимового снігового покриву.

Одним з найважливіших елементів системи є акумуляторні батареї, які дозволяють оптимізувати використання сонячної енергії шляхом накопичення надлишків в денний час і їх використання вночі або в періоди низької інсоляції. Розрахована ємність акумуляторної системи забезпечує енергетичну незалежність об'єкта та підвищує загальну ефективність системи.

Для оцінки стійкості гібридної сонячної електростанції в умовах екстремальних погодних явищ було проведено аналіз роботи системи в умовах сильного вітру та снігопаду. Вибраний оптимальний кут нахилу панелей забезпечує мінімізацію впливу снігового покриву, а використання захисних механізмів дозволяє уникнути пошкоджень обладнання. Такий підхід сприяє стабільній і безперебійній роботі станції.

Завдяки автоматизованій системі управління, гібридні системи не лише забезпечують стабільне енергопостачання, але й дозволяють суттєво знизити витрати на електроенергію. Оптимізація використання енергії та регулярний моніторинг компонентів системи забезпечують економію до 20-30% протягом перших п'яти років експлуатації порівняно з традиційними рішеннями.

Гібридні сонячні електростанції представляють собою передовий напрямок у сфері енергетики, який об'єднує в собі найкращі якості традиційних та відновлюваних джерел енергії. Поєднання сонячних панелей, акумуляторів та інтелектуальних систем управління дозволяє створювати гнучкі та надійні енергетичні рішення, які можуть задовольнити потреби як окремих домогосподарств, так і великих промислових підприємств.

Завдяки використанню гібридних систем, споживачі отримують можливість знизити залежність від централізованих енергомереж, зменшити витрати на електроенергію та зробити свій внесок у збереження довкілля. Інтеграція інноваційних технологій, таких як прогнозування погоди та системи зберігання енергії, дозволяє оптимізувати роботу електростанцій та забезпечити безперебійне енергопостачання навіть за несприятливих умов.

Гібридні сонячні електростанції відкривають нові перспективи для розвитку віддалених регіонів, забезпечуючи доступ до електроенергії в місцях, де відсутня централізована енергосистема. Крім того, вони сприяють підвищенню енергоефективності та зниженню викидів парникових газів, що є важливим кроком у боротьбі зі зміною клімату.

Постійний розвиток технологій та зростаючий попит на чисту енергію свідчать про те, що гібридні сонячні електростанції мають велике майбутнє. Вони стануть невід'ємною частиною енергетичної системи майбутнього, забезпечуючи стабільне, надійне та екологічно чисте енергопостачання для всіх.

*Пермяков А. Ю., магістрант, Сіренко В. Ф., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

## **ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З АЛЬТЕРНАТИВНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ**

Використання автономних систем електрозабезпечення з альтернативними джерелами енергії стає дедалі актуальнішим у світі, де зростають вимоги до екологічної сталості, енергетичної незалежності та надійності електропостачання. Це не просто сучасний тренд, а глобальна відповідь на виклики зміни клімату, виснаження ресурсів і залежності від викопного палива. У цій статті розглянемо ключові аспекти, що обґрунтовують доцільність використання автономних систем електрозабезпечення з альтернативними джерелами енергії. Сучасні системи автономного електропостачання на основі відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна, вітрова, біоенергетика та гідроенергетика, є вирішенням багатьох важливих

проблем, зокрема енергетичної безпеки та незалежності. Використання цих джерел дозволяє забезпечити надійне постачання електроенергії навіть у найвіддаленіших регіонах, де централізоване підключення є нерентабельним або технічно складним.

Автономні системи електрозабезпечення також мають важливе значення для підвищення стійкості електропостачання. Центральні мережі можуть бути вразливими до природних катастроф, технічних несправностей або кібератак, що призводить до перебоїв у подачі електроенергії, особливо у випадках високого навантаження на мережу. Використання автономних систем з відновлюваними джерелами енергії дозволяє уникати цих проблем, оскільки вони можуть працювати незалежно від централізованих мереж. Це особливо актуально для критичних об'єктів, таких як лікарні, центри екстреної допомоги, стратегічні підприємства та військові об'єкти, де безперервне електропостачання є життєво необхідним. Одним із ключових факторів доцільності переходу на автономні системи з альтернативними джерелами енергії є екологічні переваги. Використання сонячних панелей, вітрових турбін, гідроелектростанцій чи біогазових установок значно знижує викиди парникових газів і забруднювальних речовин, що спричиняють глобальне потепління та погіршення якості повітря. Зниження викидів CO<sub>2</sub> сприяє уповільненню кліматичних змін та зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище, що особливо актуально в умовах сучасних глобальних екологічних викликів. До того ж, альтернативні джерела є невичерпними, на відміну від викопних палив, запаси яких обмежені і які постійно дорожчають.

З економічної точки зору, використання автономних систем електрозабезпечення з альтернативними джерелами енергії також має суттєві переваги. Початкові інвестиції у впровадження сонячних панелей, вітрових турбін або інших установок на відновлюваних джерелах можуть бути значними, але їх подальша експлуатація потребує значно менше витрат, адже вони не залежать від коливань цін на нафту, газ та вугілля. З часом такі системи дозволяють економити на оплаті за електроенергію і, у деяких випадках, можуть навіть генерувати додатковий дохід, якщо надлишок виробленої енергії буде продаватися назад у мережу. Додаткову мотивацію для переходу на альтернативні джерела забезпечує державна підтримка. Багато країн запроваджують фінансові стимули у вигляді податкових пільг, субсидій та спеціальних кредитних програм для заохочення домогосподарств та підприємств до інвестицій у відновлювану енергетику.

Особливо перспективними є гібридні системи, що поєднують кілька джерел відновлюваної енергії, наприклад, сонячну і вітрову енергію. Це дозволяє оптимізувати процес генерації енергії та збільшити її стабільність. Також важливо зазначити, що сучасні технології автоматизації та моніторингу дозволяють відстежувати стан системи в режимі реального часу, оптимізувати її роботу та оперативно реагувати на будь-які несправності.

Система автономного електропостачання також має соціальні переваги. Вона сприяє створенню нових робочих місць у сфері обслуговування, монтажу та підтримки відновлюваних джерел енергії, що сприяє економічному розвитку та підвищенню рівня зайнятості у місцевих громадах. Крім того, забезпечення надійного електропостачання у віддалених регіонах сприяє розвитку малого та середнього бізнесу, що також є важливим фактором стабілізації місцевих економік.

Автономне електрозабезпечення з альтернативними джерелами енергії відповідає концепції сталого розвитку, що передбачає збереження природних ресурсів та зниження негативного впливу людської діяльності на навколишнє середовище. Використання таких систем дозволяє знизити антропогенне навантаження на екосистеми, сприяє збереженню біорізноманіття та допомагає суспільству досягти енергетичної незалежності, що є особливо важливим на тлі сучасних геополітичних змін.

Впровадження автономних систем електрозабезпечення на основі альтернативних джерел енергії є раціональним і виправданим рішенням з точки зору економічних, екологічних і соціальних вигод. Такі системи сприяють підвищенню енергетичної незалежності, забезпеченню стійкого розвитку та зменшенню викидів парникових газів, що робить їх надзвичайно актуальними у сучасних умовах розвитку глобальної енергетичної системи.

## **АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ТА ОБЛАДНАННЯ**

Процес сушіння зернової маси – це процес при якому виконується виділення вологи з зерна культури. При цьому до процесів сушіння зерна різних культур потрібно ставитись доволі обережно, адже від сушіння зерна культур залежить його подальше зберігання та подальшої реалізації.

В більшості процесами сушіння зерна займаються різноманітні елеваторні підприємства, що займаються очисткою, сушінням та подальшим зберіганням. При цьому зерно закуповується з різноманітних підприємств та продається для подальшому продається на переробні чи різноманітні мукомольні підприємства. Також елеватори дозволяють зберігати зерно підприємств для посіву. Для більшості малих підприємств цінова політика елеваторних підприємств є доволі не вигідною через низьку закупівельну ціну. Через це різноманітні невеликі підприємства, що в свою чергу одразу після збирання направляють свою продукцію на продаж до елеватора мають низьку ціну на неї. Цінова політик формується виходячи з вологості та забрудненості маси зерна конкретної культури.

Виходячи з цього більшість підприємств перед продажем свого зерна різноманітних культур проводить сушку та попередню очистку. Це дозволяє отримати більш вигідну цінову політику, а також надає можливості для проведення зберігання зернових мас різноманітних культур для кращих періодів її реалізації.

Технологічний процес виконання сушіння зерна культур має на меті виконання набору операцій, що сприяють покращенню його якості. Технологічний процес першочергово складається з наступних операцій: зважування зерна культур, що поступило на елеватор; попередня очистка зерна від домішок; сам процес сушіння зерна; проведення операцій сортування зерна культур; проведення транспортних операцій з транспортування зерна та різних відходів; зважування висушеної та очищеної зернової маси; інші додаткові операції; зберігання зерна культур в різноманітних сховищах чи силосах.

На сьогодні в світі поширеним є конвективний спосіб сушки зерна. Даний спосіб полягає в передачі тепла зерновій масі від сушильного теплового агента. При цьому процесі зерно в сушарках переміщується, а волога з зерна передається до агента сушіння та виводиться з зернової маси. Вологе зерно спочатку подається від транспортних засобів в приймальний бункер. Далі з використанням конвеєра скребкового типу подається до норії. Зерно з норії потрапляє до розподільного бункеру, який перерозподіляє на сито. На ситі проводиться очистка та подальша подача на накопичення до бункеру. З бункеру за допомогою живильника насіння подається до підігрівача, де воно очищується від легких домішок. Дані домішки осаджуються в циклоні з подальшим накопиченням в бункері. При цьому очищене насіння через норію подається вгору до сушарки.

Для ефективності виконання сушіння зерна після нагрівання його охолоджують. Охолодження здійснюють повітрям з навколишнього середовища. Сухе насіння надходить до відповідного живильника, яким переміщується до складу з готовою продукцією або до відповідних силосів для подальшого зберігання. У випадку надходження недосушеного насіння то воно через живильник перенаправляється до початку процесу на норію подачі.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Андрианов Н.М. Дослідження шахтної зерносушарки як об'єкта управління. Успіхи сучасного природознавства. 2004. № 9. - С. 86-91.
2. Попова І.О. Контроль режимів роботи асинхронних двигунів при несиметрії напруг мережі: автореф. дис. на здобуття наук, ступеня канд. техн. наук: спец. 05.09.16 "Електротехнології та електрообладнання в агропромисловому комплексі" / І. О. Попова. – Мелітополь, 2003. – 20 с.

## **ПРОЕКТУВАННЯ РОБОТИ НАСОСНОЇ УСТАНОВКИ І ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ**

У першому розділі відображено стан питання застосування фотоелектричних установок (ФЕУ) у світовій енергетиці. Розглянуто масштаби та оцінено перспективу їх застосування.

Незважаючи на високу питому вартість електроенергії, що отримується від ФЕУ, темпи приросту споживання електроенергії в побуті на душу населення такі, що перспектива широкого використання ФЕУ у великих масштабах є цілком реальною. Застосування дозволяє забезпечити реалізацію принципу автономності та незалежності від енергосистеми. Це дає можливість забезпечувати гнучке використання наявних запасів енергії у локальній системі електропостачання для ефективного вирішення різних виробничих та побутових завдань.

У другому розділі наводиться електрообладнання, що складається з сонячної батареї, електродвигуна, акумулятора - електроенергії та відцентрового насоса. У разі застосування як привод для насоса двигуна змінного струму, до складу насосної станції з живленням від сонячних батарей входить перетворювач напруги. Тут також наводиться опис бази даних про надходження сонячного випромінювання до різних районів при розрахунку вольтамперної характеристики сонячної батареї та перехідних процесів до насосної станції, які дозволяють перераховувати її у разі зміни інтенсивності сонячної радіації та температурних умов.

Насосні станції з живленням від сонячних батарей є одним з видів успішного застосування ТООУ як автономного енергоджерела для автономних споживачів у віддалених від енергосистеми районах.

Підвищення ефективності роботи насосної станції є найважливішим завданням подальших наукових досліджень, яке вирішується покращенням характеристик фотоелементів та узгодженням їх між собою. При цьому важливу роль відіграє облік перехідних процесів, що відбуваються у насосній станції з живленням від сонячних батарей.

За результатами проведеного аналізу та з урахуванням характерних рис насосних установок з живленням від сонячних батарей, сформульовані завдання дипломної роботи.

Одним із видів успішного застосування фотоелектричних перетворювачів є живлення ними насосних установок. Такі насосні установки поки що мають невелику встановлену потужність і застосовуються в основному для підйому води у віддалених від енергосистеми районах. Таким чином, насосна станція з живленням від сонячних батарей дозволяє частково вирішити проблему енергозабезпечення автономних споживачів.

Підвищення ефективності їх роботи є важливим завданням, рішення якої відкриває велику перспективу практичного застосування. У цьому важливу роль грає дослідження перехідних процесів насосної станції.

В установці відбуваються нормальні та аварійні перехідні процеси. Нормальні перехідні процеси відбуваються при пуску, зупинці та при переходах з одного режиму до іншого. Аварійні перехідні процеси відбуваються при раптовому відключенні електродвигуна від джерела живлення та є найнебезпечнішими з точки зору безпеки роботи енергосистеми. У насосній станції з живленням від сонячних батарей також перехідні процеси виникають внаслідок змін інтенсивності сонячного випромінювання.

Вивчення перехідних процесів у будь-якій установці необхідне і з погляду зменшення втрат енергії, і з погляду запобігання негативного впливу стрибкоподібних змін деяких параметрів на елементи цієї установки. Мета: розрахунок перехідних процесів у насосній установці з живленням від ВДЕ та реалізація її для водопостачання. Було опрацьовано теоретичні відомості для виявлення недоліків при роботі від ВДЕ.

## ПРАКТИЧНЕ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ЩОДО ВСТАНОВЛЕННЯ КОМПЕНСУЮЧИХ УСТАНОВ

Реактивна потужність забезпечує формування електромагнітних полів у пристроях, проте її потужність у мережі негативно впливає на електроенергію, спричиняючи додаткові втрати якості, перенавантаження трансформаторів і нагріву.

Техніко-економічна ефективність сучасних систем електропостачання підприємств значною мірою визначається рівнем практичного вирішення комплексу таких завдань, як зниження невиробничих втрат електроенергії та компенсація реактивної потужності у розподільчих мережах; регулювання напруги та забезпечення електромагнітної сумісності.

Суттєвий аргумент на користь пристрою компенсації реактивної потужності - це значне збільшення тривалості служби електроустаткування за рахунок стабілізації напруги живлення.

Завдання КРП в край складне, пристрій повинен працювати цілодобово, включаючи вихідні та святкові дні, не потребувати обслуговування, не вимагати переналаштування при сезонній зміні енергоспоживання. Воно самостійно має контролювати величину струму та напругу.

Встановлення компенсуючих установок (КУ) дозволяє знизити втрати електроенергії. Для цього необхідно визначити потужність компенсуючої установки і місце її встановлення. Для вирішення проблеми припускається, що підприємства, які мають в собі мережі, можуть встановити всі (КУ) одночасно, згідно з розрахунками, не враховуючи проміжних кроків.

Однак, на практиці, фінансових можливостей підприємств не достатньо для одночасного встановлення (КУ) у всіх точках розподільних мереж, тому потрібно розглядати можливість поетапного впровадження в часі.

Наша задача – це розрахунок компенсації реактивної потужності (КРП) і потреба в розподілі мережі.

Мета магістерської роботи – збільшення ефективності використання компенсаційного устаткування у розподільчих мережах через застосування системи компенсації реактивної потужності, заснованої на поділі її на окремі компоненти.

Питання щодо економії енергії в цілому, а в першу чергу електричної, збільшення економії під час роботи устаткування є важливою проблемою. За останній час приділяється дуже велика увага підвищенню якості електроенергії, так як її якість може суттєво впливати на витрату електроенергії, надійність систем електропостачання, а також технологічний процес виробництва. При розв'язанні завдання з покращення якості електроенергії розглядаються три основні аспекти: економічні, математичні та технічні.

Економічні включають в себе методи оцінки втрат від неякісної електроенергії у промислових системах постачання електроенергії.

Математичні аспекти становлять підґрунтя для обґрунтування різних методів розрахунку показників якості електроенергії.

Технічні аспекти охоплюють розробку технічних засобів та заходів для поліпшення якості електроенергії, а також створення системи контролю та управління її якістю.

Електрична енергія та її якість у системі не аби як впливає на нормальну роботу електроустаткування. Взаємодію електрообладнання із системою живлення називають електромагнітною сумісністю. Розв'язання цієї задачі полягає у забезпеченні та підтримці оптимальних показників якості електроенергії, які відповідають технічним вимогам при мінімальних витратах.



## **КОНЦЕПЦІЯ ФАКТОРІВ НЕДОВІДПУСКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯХ**

Незважаючи на вдосконалення конструкцій сонячних електростанцій (СЕС) та електричних апаратів, невідпуск електроенергії через аварійні ситуації є неминучим. У системах, де СЕС забезпечують енергопостачання, особливо в сільських регіонах, невідпуск електроенергії може суттєво впливати на стабільність електромереж. У випадку аварійного відключення певної частини мережі, система релейного захисту і автоматики виявляє пошкоджену ділянку та відключає її від загальної мережі. Це призводить до невідпуску сонячної електроенергії або зниження її якості, що може збільшити собівартість електропостачання та знизити його надійність.

В сучасних умовах ринку постачальники електроенергії, можуть нести матеріальну відповідальність перед споживачами за невідпуск електроенергії. Зниження такого невідпуску стає критичним завданням для забезпечення надійної роботи всієї енергосистеми і всієї електромережі.

За останніми аналізами досліджень та багатьох публікацій можна поділити методи зниження невідпуску сонячної електроенергії на два основні аспекти:

1. Методи, що зменшують невідпуск за рахунок оптимізації роботи сонячної електростанції та підвищення ефективності комутаційних апаратів у мережі.
2. Методи, що скорочують час виявлення та усунення пошкоджень у системах, що постачають сонячну енергію, за допомогою автоматизації процесу діагностики.

Сучасні підходи включають автоматичне секціонування мереж, використання інтелектуальних систем управління енергопостачанням та нові комутаційні апарати, здатні визначати пошкоджені ділянки та мінімізувати втрати енергії. Проте багато методик не враховують специфіку роботи СЕС, такі як зміни в генерації залежно від погодних умов або нерівномірного навантаження в мережі, що відбувається досить часто.

Основними матеріалами дослідження є математична модель розміщення засобів підвищення надійності в сонячних розподільних мережах, яка враховує закономірності функціонування мережі, відповідно до яких процес підпорядковується моделі найпростішого потоку подій, що задовольняє властивостям стаціонарності, незалежності та ординарності. У моделі розглядаються такі засоби, як роз'єднувачі, АВР, реклоузери та індикатори пошкоджень (ІП).

Коефіцієнти, що позначають наявність або відсутність засобів підвищення надійності, приймають значення 1 або 0. Крім того, деякі вихідні дані, такі як параметр потоку відмов, швидкість руху ремонтної бригади та вартість засобів, представлені в нечіткій формі.

Запропонована математична модель дозволяє оцінити та мінімізувати невідпуск сонячної електроенергії через оптимізацію розміщення засобів підвищення надійності. Це може стати основою для підвищення ефективності роботи системи електропостачання та зниження витрат на відновлення після аварійних ситуацій.

## **АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

Одним із способів підвищення надійності електропостачання промислових споживачів є резервування систем, яке з моменту масованих обстрілів енергетичної системи України набуло чималу важливість. Так як значні пошкодження призводять до довготривалих простоїв в виробництві, а ті в свою чергу – великих збитків, тому дослідження питання надійності електропостачанням з використанням резервного джерела живлення є актуальним завданням.

Метою даної роботи є дослідження методу резервування системи, та на основі вже існуючої схеми провести аналіз показників надійності. Резервування систем є одним із найпоширеніших способів підвищення надійності електропостачання. В якості резервного джерела можуть бути дизельні генератори, акумуляторні батареї або інші джерела електроенергії, які здатні забезпечити живлення споживачів у разі відмови основного джерела. Резервні джерела зазвичай використовуються для живлення критично важливих об'єктів, де навіть короткочасний перебіг може мати серйозні наслідки.

Застосування резервних джерел живлення дозволяє значно підвищити надійність електропостачання, але водночас вимагає додаткових фінансових витрат на закупівлю, установку та обслуговування обладнання. Крім того, необхідно забезпечити своєчасне включення резервного джерела в роботу у разі відмови основного, або застосування автоматичного вводу резерву (АВР).

Аналіз отриманих даних показує, що існуюча схема електропостачання має два джерела живлення від трансформаторів 10/04 кВт. Після розрахунку даної схеми було встановлено, що час безвідмовної роботи даної системи складає 20 років, а імовірність її відмови – 0,04 протягом року. За даними показниками було розраховано техніко-економічні показники. Встановлено, що при використанні поточної схеми, збитки підприємства від недовідпуску електроенергії становлять 177645 грн. Для покращення цих показників було виявлено, що найперспективнішим методом підвищення електропостачання є резервування систем. В якості резервного джерела живлення було обрано дизельний генератор з автоматичним вводом резерву. На основі існуючої схеми було розроблено нову з використанням існуючих двох трансформаторів 10/04 кВт та додаванням розрахованого дизельного генератора потужністю 100 кВт, з отриманих результатів після впровадження резервного живлення в якості дизельного генератора провівши порівняльний аналіз встановлено, що показники надійності зросли, час безвідмовної роботи складає 33 роки, що свідчить про підвищення надійності системи електропостачання, в свою чергу показник імовірності відмови складає – 0,029 протягом року, це свідчить про те, що система стала більш стійкою до відмов. Для наочного прикладу наведено порівняння показників надійності на (рис 1).

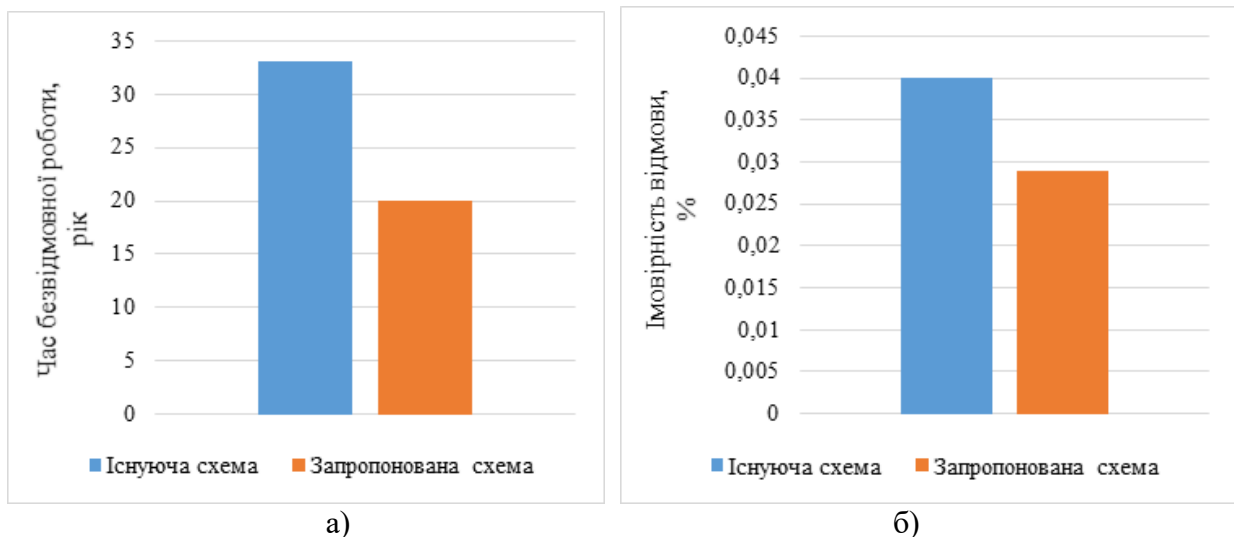


Рис. 1. Показники надійності досліджуваної системи:  
а) – тривалість безвідмовної роботи; б) – імовірність відмови

Виходячи з аналізу показників надійності електропостачання, запропонована схема з впровадженням резервного живлення з автоматичним вводом дизельного генератора забезпечить безперебійність в електропостачанні підприємства. Показники надійності даної схеми, одержані шляхом розрахунку, відображають покращення надійності системи електропостачання. Враховуючи ситуацію на території України, використання даного методу дає змогу мінімізувати збитки промислових споживачів.

## ОСОБЛИВОСТІ ВТРАТ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖАХ МІСТА

Втратами є певна різниця між електричною енергією, що відпущена в електричну мережу та електричної енергії, що надійшла до споживача. Фактично втрати електричної енергії виникають навіть у випадках простого підключення до мережі електроприладів чи різноманітному обладнанні. При цьому втратами вважаються також і крадіжки електричної енергії різноманітними користувачами електричної мережі.

Виходячи з цього втрати електричної енергії поділяють на фізичні та технічні. До фізичних втрат відносять крадіжки з підключенням до приладів обліку електричної енергії чи безпосередньо до електричної мережі та інше. До технічних втрат відносять втрати на власну роботу підстанцій та інших елементів мережі, що потребує живлення для забезпечення її функціонування.

В електричних мережах для визначення втрат електричної енергії на першочерговому рівні організована система обліку електричної енергії. При цьому необхідно враховувати, що всі прилади обліку мають певну похибку, що також відноситься до технічних втрат електричної енергії.

Фактичні втрати поділяють на технологічні та комерційні. І відповідно до подальшої класифікації комерційні втрати виникають саме при реалізації електричної енергії та частково з її недообліком. Більш складний розподіл входить в технологічні втрати. Їх враховують при проведенні обліку електричної енергії.

Доцільно також сказати, що втрати в міських розподільних мережах можна поділити за їх структурою (рис. 1).

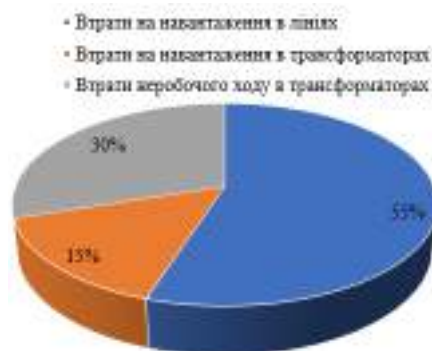


Рис. 1. Діаграма структури втрат електроенергії в мережі 6-10кВ міста Суми

З діаграми рисунку 1.3 бачимо, що найбільший відсоток втрат припадає саме на втрати на навантаження в мережі 6-10 кВ. Із цього слідує, що активне значення складової опору є більшим лінії порівняно з трансформаторами. Також в електричній мережі міста спостерігається доволі високе навантаження електрообладнанням. Подібне перевантаження сприяє збільшенню реактивної складової потужності в даній мережі.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Володарський Є.Т. Система моніторингу якості електричної енергії в децентралізованих системах електропостачання / Є.Т. Володарський, А.В. Волошко // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2014. – №. 318 (69). – С. 10–18.
2. Автоматизований комплекс визначення показників якості електроенергії / В. О.Мандзій, С. М. Бабюк, І. М. Сисак, В. В. Липницький. // Метрологія та прилади. – 2011. – №1. – С. 34–38.

## АНАЛІЗ ВИТРАТ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ВСП «РОМЕНСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ СНАУ» З РОЗРОБКОЮ ЗАХОДІВ ЩОДО ЇХ ЗМЕНШЕННЯ

Електрична енергія є важливим ресурсом для забезпечення нормального функціонування навчальних закладів, зокрема для ВСП «Роменський фаховий коледж СНАУ». Проведення аналізу витрат електричної енергії дозволяє не лише контролювати рівень споживання, а й шукати способи його оптимізації.

На рис. 1. наведено дані про загальне споживання активної енергії помісячно за 2023 рік. Аналіз отриманих результатів показує сезонні коливання в споживанні електроенергії. Впродовж зимових місяців, таких як січень і лютий, рівень споживання є найвищим, що може бути зумовлено підвищеним використанням опалювальних та інших електроприладів для забезпечення комфортної температури в приміщеннях. Це пояснює, чому в цей період загальне споживання перевищує 3000 кВт·год.

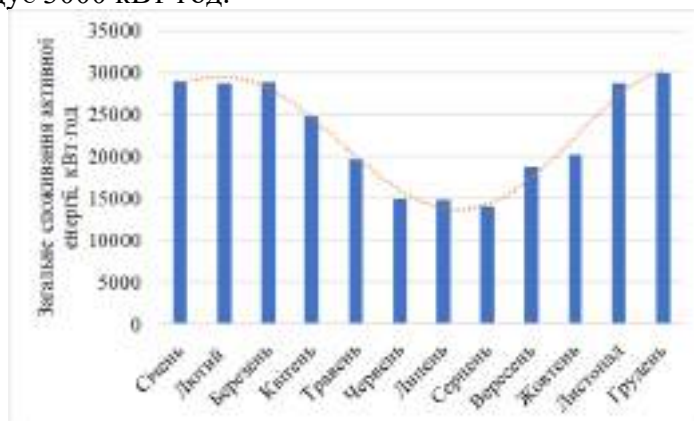


Рис. 1. Динаміка споживання активної енергії електроприймачами коледжу протягом року

З настанням весняних місяців, таких як березень і квітень, споживання знижується, що можна пов'язати із потеплінням і відповідним зменшенням навантаження на опалювальну систему. Найнижче споживання спостерігається в літні місяці, зокрема в червні та липні, коли використання електричних приладів зменшується внаслідок меншої потреби в штучному освітленні та інших ресурсах. У серпні рівень споживання починає поступово збільшуватися, що ймовірно пов'язано з підготовкою до нового навчального року та збільшенням навантаження на систему через активізацію адміністративних процесів.

З настанням осінніх та зимових місяців, споживання електроенергії знову зростає, досягаючи піку в грудні. Це свідчить про сезонні впливи на споживання електроенергії, пов'язані з різницею в температурних умовах, тривалістю світлового дня та іншими факторами.

З метою зниження витрат на електричну енергію, у коледжі можна впровадити ряд заходів. Перш за все, доцільно запровадити енергозберігаючі технології, такі як використання світлодіодних ламп замість традиційних, що дозволить зменшити витрати на освітлення. Важливим аспектом є автоматизація освітлення, що дасть можливість зменшити споживання в непотрібні години. Також можна оптимізувати графік роботи електроприладів, зокрема за допомогою інтелектуальних систем управління енергією. Іншим ефективним заходом є встановлення датчиків руху в місцях загального користування для автоматичного ввімкнення та вимкнення освітлення. Це не лише знижує витрати, але й продовжує термін служби освітлювального обладнання.

Одним із додаткових заходів для зниження споживання електричної енергії у ВСП «Роменський фаховий коледж СНАУ» може бути встановлення конденсаторних батарей. Конденсаторні батареї використовуються для компенсації реактивної потужності, яка створюється різними електроприладами, особливо тими, що містять індуктивні елементи, наприклад, електродвигунами. За рахунок зменшення реактивної потужності знижується загальне навантаження на електромережу, що дозволяє зменшити втрати енергії та підвищити ефек-

тивність роботи системи електропостачання. Це, у свою чергу, сприяє зниженню витрат на електроенергію та покращує показники надійності енергоспоживання. Встановлення конденсаторних батарей може стати ефективним рішенням для досягнення економії електроенергії без зниження якості електропостачання в коледжі.

Проведений аналіз витрат електричної енергії дозволив не лише визначити періоди пікового споживання, але й сприяє розробці ефективних заходів щодо зменшення витрат, що в свою чергу підвищить економічну ефективність функціонування закладу освіти.

*Пермяков А. Ю., магістрант, Сіренко В. Ф., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

## **ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПОЖИВАЧІВ**

Сонячна енергія вважається однією з найперспективніших форм відновлюваних джерел для автономного електрозабезпечення. Її переваги є очевидними для користувачів, які потребують стабільного, екологічного та незалежного від центральних електромереж енергозабезпечення. У багатьох випадках сонячна енергія стає вибором не тільки для віддалених районів, де інфраструктура традиційного електропостачання розвинена недостатньо, а й для тих, хто бажає знизити свій вуглецевий слід, економити на енергоносіях та забезпечити собі резервне живлення на випадок надзвичайних ситуацій.

Головна перевага сонячної енергії полягає в тому, що вона є відновлюваним і практично невичерпним ресурсом. На відміну від викопного палива, запаси якого обмежені й вимагають значних витрат на видобуток і транспортування, сонячна енергія доступна практично будь-де на Землі. Поширення сонячних установок зменшує потребу у викопних ресурсах і залежність від міжнародного ринку енергоносіїв, що сприяє економічній незалежності держав і регіонів. Для віддалених населених пунктів, гірських або важкодоступних місцевостей, де проведення ліній електропередач коштує надзвичайно дорого, автономні сонячні установки є найекономічнішим і часто єдиним можливим варіантом.

Екологічна чистота сонячної енергії є одним з ключових факторів, який підштовхує держави, компанії та індивідуальних споживачів до інвестування в цю технологію. Сонячні електростанції, на відміну від традиційних теплових електростанцій, не виробляють викидів вуглекислого газу та інших шкідливих речовин, які негативно впливають на здоров'я людини та на клімат. З кожним роком глобальна проблема зміни клімату стає все гострішою, і використання екологічних джерел енергії, таких як сонце, стає важливим кроком до її вирішення. Сонячні панелі дозволяють знижувати навантаження на екосистему, не знищуючи природних ресурсів та не забруднюючи довкілля.

Економічна вигода від використання сонячних установок стає помітною вже через кілька років після їхнього встановлення. Хоча початкові витрати на закупівлю і монтаж обладнання можуть здатися високими, вони компенсуються протягом експлуатаційного періоду завдяки значному зменшенню витрат на оплату електроенергії. Користувачі автономних сонячних систем отримують можливість зменшити рахунки за електроенергію або повністю від них відмовитися. У багатьох країнах уряди надають субсидії, гранти або податкові пільги для підтримки розвитку сонячної енергетики. Такі заходи допомагають компенсувати початкові витрати на обладнання та роблять його доступнішим для широкого кола споживачів. Крім того, є можливість продавати надлишки енергії до мережі, що дозволяє не лише зекономити, а й заробити на сонячних установках.

Технологічний прогрес у галузі сонячної енергетики також сприяє її популярності. Новітні сонячні панелі мають підвищену ефективність перетворення світла в електроенергію, що дозволяє отримувати більше енергії навіть у умовах низької освітленості. Наприклад, сучасні двосторонні панелі здатні поглинати сонячне світло з обох боків, а модулі з високою ефективністю забезпечують більш високу продуктивність навіть у хмарні дні. Інноваційні акумулятори для накопичення електроенергії дозволяють зберігати надлишкову електроенергію

нергію, яка може бути використана вночі або в періоди, коли освітленість недостатня для безпосереднього виробництва електроенергії. Завдяки цьому сонячна енергія стає надійним джерелом автономного енергозабезпечення навіть у регіонах з частими змінами погоди.

Автономні сонячні системи забезпечують користувачам незалежність від централізованих мереж електропостачання, підвищуючи їхню безпеку та стабільність енергопостачання. Це особливо важливо в умовах частих відключень електроенергії, які можуть відбуватися через технічні збої, перевантаження мереж, природні катастрофи або інші надзвичайні ситуації. Сонячні системи дозволяють мати доступ до електрики навіть під час перебоїв у центральній мережі, забезпечуючи безперервність життєво важливих процесів для домогосподарств і підприємств. Крім того, автономні сонячні системи є мобільними й можуть бути перенесені на нове місце у разі потреби.

Ще одним важливим аспектом є гнучкість і широкі можливості для індивідуалізації сонячних систем відповідно до потреб користувачів. Сонячні установки можна адаптувати до різних масштабів — від невеликих систем для живлення окремих будинків або господарських об'єктів до великих станцій для забезпечення промислових об'єктів і громад. Така варіативність дозволяє оптимізувати енергозабезпечення та максимально враховувати особливості місцевих кліматичних умов і потреб споживачів. Більш того, технологія фотопанелей постійно вдосконалюється, що робить їх компактнішими, легшими й більш ефективними, що в свою чергу сприяє економії простору та підвищує можливість розміщення панелей на обмежених ділянках. Все це робить сонячну енергію зручною та універсальною альтернативою для різних сфер застосування, що дає змогу використовувати її як для приватних потреб, так і в комерційних чи державних проєктах.

УДК 621.311

*Барзак І.О., магістрант, Лельоткін В.М., магістрант, Рясна О.В., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна*

### **КОНЦЕПЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ (НЕТРАДИЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА В СУМСЬКІЙ ОБЛАСТІ)**

У сучасному світі питання забезпечення водою населення та сільського господарства стає дедалі нагальнішим, особливо в регіонах, де традиційні джерела водопостачання є обмеженими або виснажуються. Сумська область, з її особливими природними умовами, потребує нових підходів до управління водними ресурсами.

Одним із перспективних напрямків є використання нетрадиційних джерел води, таких як дощова, стічна та підземна вода, що вимагає впровадження сучасних технологій для їх ефективного застосування. Автоматизація систем водопостачання на основі цих джерел може значно підвищити ефективність, зменшити витрати та покращити якість води [2].

Водяні потоки також можуть використовуватися як альтернативне джерело енергії, яке застосовується в різних типах генераторів. Серед переваг гідроенергетики – її екологічність, однак є і недоліки: висока вартість обладнання та обмежена кількість місць для встановлення таких генераторів [1].

Малі гідроелектростанції (ГЕС) мають низку еколого-економічних і технічних переваг у порівнянні з іншими джерелами енергії. Використання течії води для виробництва електроенергії сприяє значній економії паливних ресурсів. Однією з важливих переваг ГЕС є відсутність шкідливих викидів в атмосферу. Мала гідроенергетика в регіоні має потенціал для подальшого розвитку [1]. На річках Ворскла, Знобівка, Івотка, Клевень, Псел, Реть, Ромен, Сироватка функціонує 45 шлюзів-регуляторів, які можуть регулювати до 41,7 млрд м<sup>3</sup> води. На чотирьох із цих шлюзів – Низівському, Маловорожбянському, Михайлівському та Бобрівському – вже облаштовані малі ГЕС, тоді як решта 41 шлюз поки що не використовується для генерації електроенергії.

Дослідження автоматизованих систем водопостачання включає:

1. Аналіз нетрадиційних джерел води: оцінка можливостей їхнього застосування в різних умовах.
2. Розробка систем автоматизованого керування: застосування сучасних технологій та сенсори, для моніторингу якості та обсягу води.
3. Екологічні аспекти: дослідження впливу використання нетрадиційних джерел на екосистему Сумської області.
4. Економічна доцільність: аналіз витрат та переваг впровадження автоматизованих систем на основі нетрадиційних джерел.

Дослідження спрямоване на вдосконалення системи теплопостачання та гарячого водопостачання для децентралізованих об'єктів малих потужностей із використанням відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Для енергозабезпечення таких об'єктів застосовується система видобутку тепла зі свердловин у гірських породах у поєднанні з тепловими насосами.

Системи низькотемпературного опалення та гарячого водопостачання, створені на основі свердловинних теплообмінників, забезпечують передачу тепла з навколишніх гірських порід у систему опалення та водопостачання [2]. Проте, під час тривалої експлуатації таких систем відбувається поступове охолодження порід, що негативно впливає на ефективність теплового насоса. Результати розрахунків показують, що радіус охолодження може досягати 6–8 метрів, і навіть після відключення системи в міжопалювальний період повне відновлення температурного поля навколо свердловини не відбувається [2].

Метою дослідження є усунення зазначених недоліків шляхом підвищення термодинамічної ефективності системи та забезпечення безперебійного теплопостачання з використанням відновлюваних джерел енергії. Для цього пропонується комбінована технологічна система, яка інтегрує декілька видів ВДЕ.

Розроблювана система включає свердловинний теплообмінник для видобутку низькопотенціального тепла, тепловий насос, електричний нагрівач для пікового навантаження, а також контури для гарячого водопостачання та низькотемпературного опалення, з'єднані трубопроводами з циркуляційними насосами для транспортування теплоносіїв. Крім того, до системи додано сонячні колектори та акумуляційний бак для забезпечення гарячого водопостачання та відновлення теплового балансу в ґрунті навколо свердловини в міжопалювальний період [2].

У системі теплоносіїв нагрівається за допомогою сонячних колекторів і передає теплову енергію воді через теплообмінник, розташований у баку-акумуляторі. Бак-акумулятор зберігає гарячу воду та має надійну теплоізоляцію. Якщо температура в баку знижується нижче встановленого порогу, електричний нагрівач автоматично вмикається для додаткового підігріву води.

Система функціонує протягом усього року, забезпечуючи споживачів гарячою водою, тоді як блок низькотемпературного опалення активується лише в опалювальний сезон. Під час роботи теплового насоса холодна вода поглинає низькопотенційне тепло з гірських порід, після чого нагрівається і повертається в свердловину.

У міжопалювальний період, коли вентилі закриті, гаряча вода з бака-акумулятора спрямовується в міжтрубний простір свердловини, де віддає тепло навколишнім породам, після чого охолоджена вода повертається в бак-акумулятор. Це дозволяє максимально ефективно використовувати сонячну енергію, оскільки сонячні колектори працюють цілий рік, підтримуючи оптимальний режим роботи системи теплозабезпечення.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Що таке тепловий насос і як він працює? [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://idm.ua/ua/publications/chto-takoe-teplovoy-nasos-i-kak-on-rabotaet/>.
2. Э. А. Бекиров, Автономные источники электропитания на базе солнечных батарей. Симферополь, Украина: ТИ «АРИАЛ», 2012, 480 с.

## КОМПЕНСАЦІЯ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ У РОЗПОДІЛЬЧИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

У 2024 році техвтрати активної електроенергії склали 15,2 %, що перевищує нормативний рівень у 13,7 %. Значного скорочення цих втрат можна досягти шляхом компенсації реактивної потужності в електромережах. Зазначимо майже 85 % ефективності заходів зі зниження техвтрат забезпечується саме завдяки КРП [1].

Виконання цих заходів ґрунтується на існуючих методах розрахунку компенсації реактивної потужності були проаналізовані в роботах таких дослідників, як А.О. Демов, А.Д. Демов, В.В. Кузьмін, С.В. Малінін та багато інших.



Рисунок 1 Аналіз методик КРП у розподільчих електричних мережах

Основні положення з головними критеріями щодо оптимізації КРП внесені до таблиці 1 Розглянемо ці критерії докладніше:

- економічний критерій, до якого ми віднесемо зниження втрат на електроенергію, мінімальні затрати на створення реактивної потужності малі строки окупності;
- технічний критерій, стабільність рівня напруги, баланс реактивної потужності та значний приріст пропускну здатності

Для прийняття рішення про інвестування у впровадження оцінюємо стан виробництва з урахуванням капіталовкладення, рентабельність та прибуток. У разі, якщо всі мережі перебувають на балансі однієї організації, що має нормативні показники економічної ефективності, доцільно впроваджувати компенсацію реактивної потужності (КРП)[1], орієнтуючись на мінімізацію витрат на передачу та генерацію реактивної потужності у мережах енергокомпаній (ЕК), та користувачів.

Процес встановлення КУ можна розбити у часі так би мовити зробити його часову декомпозицію.

Будь-яке рішення щодо компенсації реактивної потужності в одній частині розподільчих мереж впливає на інші їх ділянки. Тому наявні методи розрахунку КРП ґрунтуються на необхідності виконувати ці розрахунки одночасно для електричних мереж і споживачів. Це потребує розподілу мережі на частини - декомпозиція задачі. Крім того, проектування компенсуючих установок в розподільчій мережі на різних частинах буває інакшим та у другий час, завдяки цьому мережу розбиваємо на ділянки. Отже, проведемо аналіз відомих методів декомпозиції, з метою їх використання для розрахунку компенсації реактивної потужності у розподільчих електрич-



них мережах (РЕМ).

Таблиця 1 – Характеристика відомих способів розрахунку КРП у РЕМ.

№ п/п	Ознака методу	Сутність методу
1	За критерієм оптимізації	Забезпечення оптимальних значень показників використання КУ при виконанні технічних обмежень.
2	За балансовою приналежністю	Розподільні мережі споживачів та енергопостачальних компаній.
4	За використанням математичного апарату	Метод дискретної оптимізації, градієнтний та ітераційний методи.
5	Системні, локальні	Системні: розв'язання задачі в розподільних мережах з врахування впливу живильних. Локальні: розв'язання задачі в розподільних мережах без врахування впливу живильних.

Основні положення декомпозиційних методів, які можна використати розв'язуючи завдання КРП

Буває два основні напрямки декомпозиції, один використовується для оптимізації мережі а інший для розрахунку КРП [1].

Оптимізація розвитку мережі – часова декомпозиція, розвиток електромережі на базі програмування. Застосування КУ – налагодження потужності КУ відповідає параметрам мережі. При оптимізації користуються:

- декомпозиція математичної моделі;
- метод Крона, діакоптика;
- декомпозиція мереж на основі їх ієрархії.

Декомпозиція структури мереж – просторова декомпозиція. Для розрахунку КРП мережі розділяємо на розподільчі та живильні мережі.

В точці поточкорозподілу оптимальний розподіл реактивної потужності в одних частинах мережі від параметрів інших частин мережі.

Вище наведені декомпозиційні методи поділені на такі, які використовують при розрахунку і оптимізації режимів електричних мереж і ті які використовують для розв'язання задачі КРП в цих мережах.

Щоб оптимізувати режим роботи електричних мереж необхідно поділити їх за такими ознаками: мережі на районі, мережі підприємств, електричні мережі електроенергетичних систем (ЕЕС), електричні мережі єдиної електроенергетичної системи.[2].

Мережі поділяються на розподільчі та живильні. При розрахунку КРП у РМ беремо до уваги ефект живильної мережі.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вовк О. Ю., Квітка С. О. Технологія періодичного контролю роботоздатності асинхронних електродвигунів. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь, 2011. Вип. 11, т. 3. С. 80–88.
2. Овчаров В. В., Вовк О. Ю. Загальна електротехніка: навчальний посібник. Мелітополь: Люкс, 2018. 310 с.

## ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПЕРЕВАГ ЕЛЕКТРОТУРБІННОЇ УСТАНОВКИ НАД ГАЗОТУРБІНОЮ

Сучасний енергетичний сектор України перебуває на етапі трансформації в умовах скорочення залежності від викопних видів палива та інтеграції з європейською енергосистемою. Країна зіткнулася з необхідністю зниження викидів парникових газів і модернізації енергетичної інфраструктури. Газотурбінні установки відіграють важливу роль в енергетиці, але вони суттєво залежать від природного газу, доступ до якого стає проблематичним через політичні та економічні фактори. У цьому контексті електротурбінні установки (ЕТУ) можуть запропонувати екологічно чисту та енергоефективну альтернативу.

Україна має високий потенціал для використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), що створює можливості для заміщення традиційних газових турбін електротурбінними установками, що живляться від ВДЕ. Це дозволить значно скоротити викиди CO<sub>2</sub> та сприяти енергетичній незалежності країни.

Газотурбінні установки (ГТУ) використовуються для виробництва електроенергії та тепла, особливо в пікових навантаженнях. Проте Україна значною мірою залежить від імпортованого природного газу, що робить енергетичну систему вразливою до зовнішніх ринкових факторів. Викиди CO<sub>2</sub> та інших шкідливих речовин через спалювання природного газу призводить до значних викидів парникових газів, що погіршує екологічну ситуацію. Ще одним викликом є те, що вартість газу часто нестабільна, а потреба в регулярному технічному обслуговуванні підвищує експлуатаційні витрати.

З урахуванням вищевикладеного доцільно розглянути електротурбінні установки (ЕТУ), яке привабливою альтернативою, оскільки мають низку переваг, а саме:

- ЕТУ можуть житися від енергії сонця, вітру чи гідроенергетики, що дозволяє уникнути використання викопних видів палива.
- Низькі викиди: ЕТУ не мають викидів CO<sub>2</sub>, що відповідає екологічним стандартам Європейського Союзу та міжнародним екологічним угодам.
- Низькі експлуатаційні витрати: використання електроенергії замість палива зменшує витрати на обслуговування та закупівлю ресурсів.

Україна має високий потенціал для розвитку інновацій у сфері електрогенерації, зокрема:

1. Використання сучасних акумуляторних технологій: системи зберігання енергії можуть забезпечити стабільну роботу електротурбінних установок, компенсуючи нерівномірність виробництва електроенергії з ВДЕ.
2. Інтеграція з "розумними" енергомережами: автоматизовані системи управління дозволяють ефективно керувати навантаженням і підтримувати стабільність енергомережі, що особливо важливо для великих індустріальних споживачів.
3. Модульність і масштабованість установок: ЕТУ можуть бути впроваджені на малих і великих об'єктах завдяки можливості модульного розширення.

Економічна доцільність переходу на електротурбінні установки ґрунтується на таких факторах:

1. стабільність енергетичних витрат
2. зменшення витрат на обслуговування
3. залучення інвестицій

Хоча початкові інвестиції у впровадження ЕТУ можуть бути вищими, їхня експлуатація не залежить від цін на паливо, що забезпечує стабільніші витрати у довгостроковій перспективі. ЕТУ потребують менше технічного обслуговування, ніж ГТУ, що знижує поточні витрати. ЕТУ відповідають вимогам екологічних стандартів ЄС, що робить проекти з їх впровадження привабливими для міжнародних інвесторів та фінансових установ, які надають кредити на розвиток зеленої енергетики.

Таким чином, впровадження електротурбінних установок є ключовим етапом модернізації енергетичного сектору України, який забезпечить екологічно чисту та енергоефективну генерацію електроенергії.

УДК 621.311

*Лькун А.А., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

## **АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ МАЛОЇ ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ**

Серед всіх видів гідроенергетики саме мала енергетика є найбільш розповсюдженою на території України. Саме вона дозволяє в повній мірі використовувати фактично весь потенціал малих річок.

Необхідно також зазначити, що і велика гідроенергетика добре розвинена в Україні саме на річці Дніпро є доволі потужні каскади ГЕС. Всі вони потребують значних затрат водних ресурсів. Мала гідроенергетика має інше спрямування. Вона здатна використовувати енергію навіть найменших річкових систем.

Виходячи з такої постановки, основними перевагами подібних гідроелектростанцій є невеликий обсяг робіт при їх будівництві та короткі строки проведення будівельних робіт. В результаті подібні дії дозволяють значно прискорити отримання прибутків від генерації електричної енергії та забезпечити мінімальний вплив на оточуюче середовище через фактично незначне затоплення русл річок. Ще однією перевагою є фактично їх близькість до кінцевого споживача. Подібні технології в Світі сьогодні набирають значного розвитку та можуть бути використані для посилення енергетики різних регіонів, навіть маловідлюднених. При цьому в світі вартість 1кВт потужності при будівництві малої гідроелектростанції максимально коштує 2500 \$.

Розвиток малої гідроенергетики є фактично довгостроковою перспективою з рядом значних переваг. При цьому спостерігається значно більш ефективно використання енергії водних ресурсів регіону. В Україні сьогодні малі гідроелектростанції в значній мірі поступаються великим гідроелектростанціям. При цьому спостерігається постійний інтерес до них з різних питань, в тому числі і з боку утримання водних ресурсів в руслах річок. При цьому вирішення питання побудови малої ГЕС доступне навіть місцевому бюджету.

Сьогодні фактично не існує поняття малої гідроелектростанції, але більшість країн світу орієнтується на незначні їх параметри по потужності. При цьому на ринку обладнання, що може бути використано для малих гідроелектростанцій є доволі велика кількість, а отже воно може бути використане для створення будь якої конфігурації. Відповідно до нормативних документів експлуатація малих ГЕС можлива фактично до 50 років. При цьому більшість малих гідроелектростанцій на території України мають значно більший термін експлуатації, адже будувались фактично за радянської влади.

Необхідно зазначити, що сьогодні спостерігається значне зниження рівнів води в різних регіонах та пересихання річок, озер та інших водних ресурсів. Виходячи з такої проблематики бачимо, що мала гідроенергетика до 2030 року фактично в світі може понизитись до критичного рівня та не мати значного потенціалу потужностей. Хоча в протиположності даній тенденції необхідно зауважити, що планах світового розвитку малої енергетики існує тенденція до значного росту виробітку електроенергії від ГЕС, що прогнозовано може дорівнювати 2% від загальносвітового виробництва електроенергії. Для порівняння 2% світового ринку енергетики це на сьогодні фактично 780 ТВт·год. А отже мала гідроенергетика все ж залишається певного роду перспективою для генерування енергії хоч і розосередженої.

Для першочергового аналізу необхідною умовою є визначення потенціалу України по рівню забезпечення річковим потенціалом. Так загальний показник для нашої країни відповідно до малих річок становить фактично 28 % від загального потенціалу гідроенергетики для водних ресурсів в Україні.

Виходячи з загального аналізу необхідно зауважити, що Україна доволі гарно забезпечена в плані потенціалу річок, а отже виникає можливість певного зменшення навантаження на паливно-енергетичний комплекс з подальшою економією паливних ресурсів.

Сумська область фактично в достатній мірі забезпечена необхідними гідроресурсами. Сумська область є доволі багатою на різноманітні річки та різноманітні водойми. При цьому загальна кількість різноманітних річок на території нашої області становить фактично 1500 шт. Загальна їх протяжність складає 4800 км. Але необхідно сказати, що не всі дані річки в сьгоднішніх умовах є повноводними, більшість з них фактично вже перетворились в струмки та можуть пересихати в жаркі періоди. Найбільшими в області є Десна, Сейм, Ворскла та Псел. При цьому для гідроенергетики фактично використовується лише одна річка Псел де встановлено три різні за потужністю міні-ГЕС.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Кудря С. О. Стан та перспективи розвитку відновлюваної енергетики в Україні // Вісник НАН України. –2021р. –№12. – С. 19-26.
2. Стан і перспективи розвитку малої гідроенергетики, сонячної, вітрової та інших джерел поновлюваної енергії зарубіжних країн та України// Державне підприємство «Національна Енергетична Компанія «УКРЕНЕРГО». –Київ – 2021 –№ 08 –103с.
3. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. Розвиток теплоенергетики та гідроенергетики / [Є.Т. Базєєв Білека Б.Д та ін.] . - Фенікс. -Київ. - 2020. - 399 с.

УДК 621.311

*Гнезділов С.Л., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

### **ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ВПЛИВУ НА ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ**

При використанні доволі потужних гідроелектростанцій їх загальна робота виконується з використанням паралельної роботи з іншими джерелами енергії для регіону їх використання.

Для забезпечення загальної роботи гідроелектростанцій в системі електропостачання та забезпечення паралельної їх роботи необхідно використовувати різноманітні додаткові електростанції з обладнанням для виконання синхронізації.

Районні системи для забезпечення електропостачання поєднуються з високовольтними мережами з утворенням певних загальних систем, що є електроенергетичними. Результатом такого об'єднання є єдина система електропостачання України.

Оперативну роботу даних систем забезпечують фактично групи диспетчерських пунктів та служб. Їх загальне поєднання дає можливість утворення системи диспетчерського керування загальною системою. Дана служба забезпечує оперативне керування всіма електростанціями для виконання підтримання необхідного рівня навантаження, що є ефективним для забезпечення роботи всіх споживачів. До функцій даної служби входить також виконання розрахунків та на їх основі визначення режимів роботи всієї електричної мережі.

Для розвитку загальної енергосистеми виникає потреба в збільшенні енергетичних потужностей та розвиток необхідних ліній електропередачі. Розвиток ліній електропередачі відбувається фактично за умови збільшення їх протяжності. При цьому ріст величини довжини ліній сприяє значним втратам електричної енергії. Виходячи з такого розподілу чим нижчий рівень напруги лінії електропередачі тим більше втрат в лінії відбувається.

Найбільшою проблемою в енергетичній мережі є графік навантаження. При цьому дотримання його та підтримка загальної ефективної роботи всієї енергетичної системи потребує значних втрат.

Основними параметрами, що потребують виконання підтримки є величина напруги необхідна для кожної мережі і в кінцевому випадку для споживача, а також значення частоти в електричній мережі. Для вирішення подібних питань використовуються саме гідроелектростанції різних потужностей. Їх особливості роботи дозволяють фактично повністю виконувати

ти поставлену перед ними задачу по регулюванню даних питань в галузі енергетики.

Для характеристики гідроелектростанції використовують поняття встановленої потужності. Дане поняття фактично охоплює потужність всіх агрегатів гідроелектростанції, що на ній встановлені. При цьому необхідно враховувати той факт, що додатковий вплив на даний параметр має пропускання здатність кожного окремого турбінного агрегату гідроелектростанції.

Необхідно зауважити, що всі ці потужності є обов'язковими при загальному визначення роботи та характеристики гідроелектростанції. Кожну з потужностей можна знайти окремо. При цьому необхідно враховувати величину ступеню регулювання витоку води в річці та загальною роботою електростанції у енергосистемі з врахуванням інших електростанцій. Така постановка питання має певний вплив на параметр встановленої потужності, що в кінцевому випадку може біти визначений, як залежність витоку води та параметрів регулювання.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Кудря С. О. Стан та перспективи розвитку відновлюваної енергетики в Україні // Вісник НАН України. –2021р. –№12. – С. 19-26.
2. Стан і перспективи розвитку малої гідроенергетики, сонячної, вітрової та інших джерел поновлюваної енергії зарубіжних країн та України// Державне підприємство «Національна Енергетична Компанія «УКРЕНЕРГО». –Київ – 2021 –№ 08 –103с.
3. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. Розвиток теплоенергетики та гідроенергетики / [Є.Т. Базеєв Білека Б.Д та ін.] . - Фенікс. -Київ. - 2020. - 399 с.

УДК 621.311

*Григоренко О.В., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

### **ОСОБЛИВОСТІ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ПОБУТОВИМИ ПРИБАДАМИ КВАРТИРИ**

Сьогоднішній розвиток різноманітної побутової техніки дає можливість комфортного відчуття та перебування в власному приміщенні квартири. При цьому подібний комфорт досягається шляхом постійного доступу до електроприладів. Постійність доступу забезпечується використанням режимів очікування.

Необхідно зазначити, що 30 років тому не існувало взагалі проблеми споживання електричної енергії в режимі очікування. При цьому вимкнені прилади не споживали електричну енергію з мережі коли були вимкнені. Задля зручності складність приладів зростає для забезпечення готовності до роботи в будь який час.

На сьогодні в більшості літературних джерел спостерігається розподіл основних категорій електроспоживання приладом: ввімкнено, вимкнено та очікування. При цьому кожен з приладів можна виконати оцінку стану електроприладу в якому він знаходиться в даний час.

При цьому необхідно вказати, що режим «ввімкнено» є активним режимом, при якому приладі працює з максимальною його потужністю виконуючи свої основні функції.

Режим «вимкнено» характеризується відсутністю повною відсутністю мережевого підключення. Необхідно зазначити, що даний режим доволі часто потребує певних механічних дій з боку користувача, що потребують вимкнення приладу з розетки.

Режим «очікування» є проміжним режимом між двома вищенаведеними режимами. При даному режимі електроприлад повністю готовий до виконання функцій, що характеризуються режимом «ввімкнено». В режимі «очікування» спостерігається значне скорочення електроспоживання. Деякі пристрої можуть самостійно переходити в режим очікування при відсутності дій з боку користувача. Подібні дії також призводять до значної економії електроенергії.

При цьому нормативною базою на міжнародному рівні здійснено характеристику режиму «очікування». Основною особливістю є те, що даний режим повинен характеризуватись

самим мінімальним споживанням електричної енергії.

З даного графіку можна зробити висновок, що у випадку рідкого використання електроприладу з режимом очікування спостерігається значна перевитрата електроенергії саме на забезпечення даного режиму роботи електроприладу.

Синім кольором на даному рисунку позначено різні показники режимів роботи електроприладу. Режим очікування має фактично постійне споживання електричної енергії протягом часу. Виходячи з цього навіть за значного споживання електричної енергії у режимі активної роботи, споживання електричної енергії може бути значним за тривалого знаходження приладу в режимі очікування. А в деяких випадках втрати на активну роботу електроприладу можуть навіть зрівнятися з втратами в режимі очікування.

Необхідно зазначити, що більшість електроприладів працюють в різних режимах. При цьому вони можуть змінюватись в приладу одного призначення виготовленого різними виробниками. А отже основною проблемою дослідження є врахування максимальних та мінімальних значень споживання електричної енергії різними приладами квартири.

На сьогодні доволі велика кількість електроприладів побутового призначення залишаються без використання режиму очікування, а отже працюють фактично в двох режимах. Кінцевий варіант керування ними залишається фактично за користувачем.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Бурбело М. Й. Умови симетрування електричних навантажень розподільних мереж за допомогою СТАТКОМ [Електронний ресурс] / М. Й. Бурбело, Ю. П. Войтюк, Ю. В. Лобода // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2016. – № 2. – С. 139–143. – Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vvpi\\_2016\\_2\\_26](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vvpi_2016_2_26)
2. Гаряжа В. М. Симетрування навантаження в розподільних мережах / В. М. Гаряжа, В. О. Грініна, Є. О. Грінін [Електронний ресурс] // Новітні технології в електроенергетиці: матеріал. Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. 21–22 травня 2015 р. – Харків, ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. – Режим доступу: <http://eprints.kname.edu.ua/40576/1/84-86.pdf>.

УДК 621.311

*Закревський І.А., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

### **ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

Для виконання процесу моделювання систем керування генерацією енергії виникає необхідність в створенні графічно-віртуальних моделей аналізу.

Початковим етапом є необхідність побудови саме структурної схеми керування процесом генерації від відновлювальних джерел, розміщених в сільській місцевості. Більшість схем системи керування фактично виконуються в блочному вигляді та можуть бути зображені в вигляді схеми.

Оскільки дана структурна схема має блочний вигляд то необхідною умовою є внесення до блоку керування всі види ВДЕ. При чому на кожен з виходів виконується подача оптимальних значень векторів для проведення керування. Дані вектори містять інформацію по потужностям генерації кожного елемента та інші параметри мережі, що є фактично поточними.

Додатково проводиться аналіз основної інформації по стану генерації та основним параметрам, наприклад інтенсивності сонця чи вітру та ін. Загальний вектор керування створюється на основі всіх вхідних значень параметру, що характеризують загально необхідне навантаження конкретного споживача.

Отриманий вектор дає можливість отримати можливість виконання керування потужностями всіх джерел та визначатись з потужностями в генерації, що здатна враховувати параметри мережі.

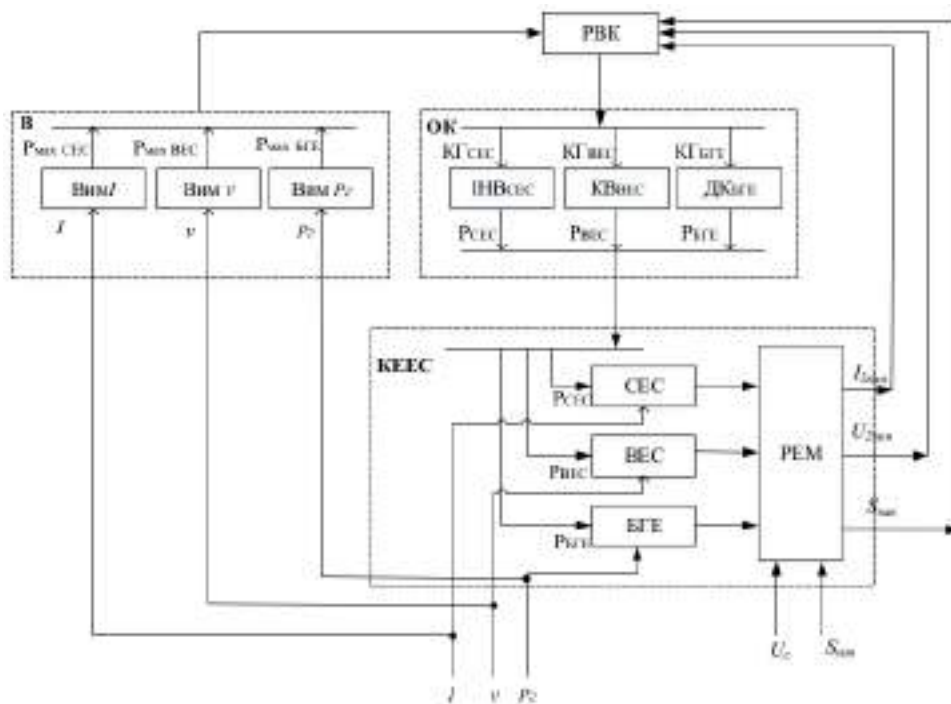


Рисунок 1 – Структурна схема організації процесу керування генерацією

Значення розрахунку надходять до потрібних елементів в яких вже прописане максимальне значення потужності для кожної окремої установки. А далі орган виконання команд фактично виконує ініціацію наближеного до вектора значення. Для забезпечення економічних режимів виконання електропостачання розробляють алгоритми для знаходження їх оптимальних значень.

Наступним етапом після реалізації аналізу структурної схеми є перехід до комп'ютерного моделювання основних процесів. Для цього виконують створення основних моделей з врахуванням максимальної кількості параметрів в ній. До таких параметрів відносно першочергово параметри мережі та робочі параметри кожної з установок генерації.

На основі зібраних даних проводиться виконання узагальненої моделі аналізу.

Для формування інших особливостей загального процесу потрібною умовою є створення інших схем нижчого складу елементів, що дозволить врахувати етапність проведення моделювання.

Наступним етапом є створення блоку установки, що включає в себе різноманітний набір блоків, що здійснюють визначення параметрів генерації, зчитування та блок проведення моделювання. На виході даної моделі отримуємо фактично готове значення параметру.

В результаті отримуємо віртуальну модель блочного типу, що враховує основні підходи до забезпечення керування системою генерації потужності від відомих джерел.

При цьому необхідно врахувати особливість, що дана модель не має достатньої чіткості, оскільки необхідною умовою є побудова наприклад графіків по кількості сонячного опромінення, швидкості вітру та інших особливостей роботи ВДЕ.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Калінова. П. Математичні моделі для дослідження впливу конструктивних несиметрій електричних машин на їх електромагнітні параметри/ Калінова. П., МамчурД. Г. // ВісникКДПУ. НауковіпраціКДПУ. – Вип. 3(44). – Ч. 2. - Кременчук: КДПУ, 2007. – С. 150–154
2. Петергеря Ю. С. Забезпечення умов відбирання максимальної потужності від автономних джерел живлення // Техн. електродинаміка. – 2000. – № 3. – С. 28 – 32.

## АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ТИПІВ АВТОНОМНИХ СИСТЕМ, ЩО ҐРУНТУЮТЬСЯ НА ОСНОВІ ВДЕ

В більшості літературних джерел та при розробці основних систем електропостачання на базі ВДЕ є фактично три типи електростанцій. При цьому вони відрізняються за своїми характеристиками та особливістю роботи. Це такі як, автономні, мережеві електростанції та електростанції гібридного типу.

Для користувачів, у яких відсутнє централізоване енергопостачання, варто побудувати енергосистему автономного типу, на основі ВДЕ. Даний вид системи застосовує потік енергії, що існує у довкіллі, та при наявності системи акумулювання певної кількості енергії, можуть надавати потрібний обсяг енергопостачання на необмежений час.

Зважаючи на вищенаведене, треба визнати правильність того, що енергосистеми на основі ВДЕ повинні співпадати певним вимогам. Вочевидь що:

1. Акумулятивна система має забезпечувати покупців енергією у часи її відсутності, для цього треба визначити її місткість, оперуючись на кліматичні умови довкілля, де енергосистема працюватиме.

2. Під час роботи електроенергії, енергосистема має надавати накопичення енергії в акумулюючій системі, в тому об'ємі, якого буде достатньо для споживачів навіть за відсутністю енергії.

3. За відсутністю енергопостачання, здійснювати живлення енергії для критично важливих об'єктів з високим пріоритетом.

4. Керування енергетичною системою має бути атоматичне та працювати таким чином, щоб якомога ефективніше використати енергію ВДЕ.

Наявні різноманітні алгоритми побудови автономних енергосистем на базі ВДЕ. Комплектування енергетичної системи будь-якими джерелами повинна проводитись з аналізу метеорологічних умов. Вивчимо певні основні алгоритми будовання енергетичної системи в основі якої ВДЕ.

Алгоритм роботи системи полягає в наступному: за наявного для електрогенерації вітру ВЕУ утворює електроенергію, яка доходить до блока автоматики (БА). БА робить огляд стану акумуляторної батареї, проводить унормовування напруги, що живить користувача та заряджає акумуляторну батарею. Дивлячись на умови праці енергосистеми може бути зроблений режим заряд-розряд, або режим підзаряду на постійній основі. БА захищає АБ від перезаряду та перерозряду. БА вмикає споживача напряму або через інвертор, до акумуляторної батареї. Також відбувається захист від АБ від КЗ в колі споживачів.

Коли користувачу не потребується енергія, але АБ має заряд, то згенерована електроенергія ВЕС перетворюється на теплову та запасється в тепловому акумуляторі (ТА).

Енергетичні системи на основі вітроустановок мають більшу ефективність у місцевості де гарні вітрові умови. При цьому середня швидкість вітру повинна бути більше 4...5 м/с.

В нашій країні такі умови є в Карпатах, в Криму, у південно-східних областях а також на Чорноморському узбережжі. На решті територій більш доцільно використовувати вітроустановки для виробництва механічної роботи. При цьому для умов сумської області вітроустановки не дають потрібного ефекту взагалі. За такої умови необхідно проводити комбінування різноманітних систем ВДЕ.

На наш погляд дані системи є максимально енергоефективними в порівнянні з іншими типами. При цьому виробіток електричної енергії виконується як в нічний час так і в денний. Функціонування системи відбувається наступним чином: БА робить напругу стабільною, яка поступає від ФБ для живлення, та забезпечує віддачу максимальної потужності при заряді БА. Так само як в системі з вітроустановками БА запобігає перезаряду та перерозряду АБ, підтримує роботу АБ постійного підзаряду або заряд-розряд. В такому випадку присутність ТА є не обов'язковою тому що режим холостого ходу ФБ є допустимим.



Як зазначалось вище, системи на основі фотомодулей можуть використовуватись фактично по всій території України в тому числі і Сумської області. При цьому створення великих та потужних СЕС потребує значних коштів та великих площ.

Комбіновані енергосистеми мають певний ряд переваг порівняно з іншими, адже основною перевагою в них є зменшення ємності для акумуляторних батарей. При цьому ємність вдається зменшити за рахунок несинхронного надходження електроенергії від фотопанелей та від вітроустановки. В результаті відбувається певна компенсація нестабільності в постачанні енергії до батарей.

При цьому принцип її роботи аналогічний попереднім вище описаним енергосистемам, але при цьому узгодження відбувається одразу від двох джерел енергії.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Калінова. П. Математичні моделі для дослідження впливу конструктивних несиметрій електричних машин на їх електромагнітні параметри/ Калінова. П., МамчурД. Г. // ВісникКДПУ. НауковіпраціКДПУ. – Вип. 3(44). – Ч. 2. - Кременчук: КДПУ, 2007. – С. 150–154
2. Петергеря Ю. С. Забезпечення умов відбирання максимальної потужності від автономних джерел живлення // Техн. електродинаміка. – 2000. – № 3. – С. 28 – 32.

УДК 621.311

*Лісов Д.А., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПРИЛАДІВ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ**

На сьогодні доволі широкого розповсюдження набирають розповсюдження різноманітні прилади для виконання обліку електроенергії. При цьому все більшого розповсюдження набирають прилади обліку з можливістю забезпечення автоматизованого обліку. Але початковою умовою є аналіз існуючих приладів, що використовуються в місті Суми. В місті в загальному випадку використовуються навіть і застарілі типи приладів обліку.

В місті Суми на сьогодні проводиться заміна застарілих приладів обліку електричної енергії. При цьому необхідно зазначити, що доволі велика кількість приладів обліку є застарілими та потребують заміни.

З першочергової класифікації можна встановити, що індукційні лічильники є застарілими та мають доволі великі похибки в вимірюваннях залежно від місця встановлення.

Все більшого розповсюдження на території міста набирають саме лічильники електронні. Вони здатні виконувати облік електроенергії спожитої навіть найменшим споживачем, що може бути вмонтований в вимикач освітлення. Також необхідно зазначити, що даний тип лічильників має можливість реалізації особливостей автоматизованого обліку електроенергії.

В зв'язку з значною реалізацією різного роду джерел альтернативної енергетики для різноманітних об'єктів міста з'явилась можливість реалізації гібридних приладів обліку. При цьому вони є двонаправленого типу та враховують спожиту електроенергію та вироблену електроенергію від наприклад СЕС. При цьому даний тип лічильника визначає кількість електроенергії, що буде подаватись в електричну мережу відповідно до зеленого тарифу.

Для використання обліку електричних приладів відповідно до їх типів необхідно використовувати фактично різні типи лічильників. Комерційний облік виконується в межах споживача для реалізації фінансових розрахунків між споживачем та постачальником.

Комерційний тип лічильників розміщується фактично в споживача. При цьому місце розміщення лічильника обґрунтовано доступом до них контролюючою компанією для доступу контролера до нього.

Технічний облік електроенергії значно відрізняється від комерційного. Даний облік в основному призначений для технічних параметрів в електричній мережі. До технічних параметрів належать величина струму, значення потужність та величина напруги. Технічний тип

обліку здійснюється для виконання стабілізації роботи всіх електромереж м. Суми.

Додатково необхідно зауважити, що лічильники також класифікують відповідно до типу їх підключення до електромережі. Відповідно до цього прилади обліку поділяються на прямого включення та трансформованого включення. При цьому пристрої обліку трансформованого включення потребують підключення до мережі вимірювальних трансформаторів. При цьому прилади обліку електроенергії прямого включення не потребують подібних пристроїв та підключаються до мережі напряму.

Пристрої прямого підключення використовують в основному для побутових споживачів електроенергії. При цьому вони можуть бути або однофазними або трифазними. Необхідно зауважити, що прилади технічного обліку в основному є трифазними приладами обліку.

Промисловість сьогодні розробляє більш нові лічильники, що мають фактично менше значення похибки вимірювання, додаткові системи захисту та інші функції, що фактично є додатковими в приладах обліку. Такими функціями фактично є можливість реалізації автоматичного обліку електроенергії. Реалізація автоматичного обліку електричної енергії виконується через цифровізацію показників та подальшу передачу їх на диспетчерський пункт.

Іншою не менш важливою функцією сучасних приладів обліку є використання аналізаторів якості електроенергії, що за умови неякісних показників електроенергії не враховують її або повністю відключають живлення до моменту покращення якісних показників.

При цьому більшість подібних електронних лічильників мають як вивід інформація по різноманітним каналам так і її ввід до лічильника. Тобто фактично мають можливість програмування режимів своєї роботи.

Прилади обліку для конкретних умов використання обирають відповідно до їх характеристик. Основною з них є фактично клас точності приладу. Наступними параметрами, що враховуються системою є величина струму, а саме його максимальне значення та відповідно номінальне.

Виходячи з подібного опису приладів обліку необхідною умовою подальшого дослідження є визначення реалізації обліку електроенергії для умов м. Суми.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Денисюк С. П. Аналіз проблем впровадження віртуальних електростанцій/С. П. Денисюк, Д. С. Горенко.//Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2016. – №2. – С. 25–33.
2. Диспетчерська інформація УкрЕнерго. URL: <https://ua.energy/diyalnist/dyspetcherska-informatsiya/dobovuj-grafik-vyrobnytstva-spozhyvannya-e-e/> (дата звернення 14.06.2021 р.)
3. Луцків А.М., Волощук А.В., Мельник Ю.Р. Принципи організації розумних електричних мереж. Матеріали X міжнародної науково - технічної конференції молодих учених і студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (24-25 листопада 2021 р.) Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Тернопіль: ТНТУ. 2021. С. 104.

УДК 621.311

*Падалиця Д.А., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

### **ПРИЧИНИ АВАРІЙНОСТІ АД**

В асинхронних двигунах аварії поділяють на механічний тип та електричний тип. До механічних аварій відносяться всі види аварій пов'язані з поломками роторів, кріплення, пошкодження підшипників, вихід з ладу крильчатки охолодження та інші. Основною причиною виникнення механічного типу аварій є різноманітні вібрації в радіальному напрямку. Подібні вібрації відбуваються в основному через несиметрію в мережі живлення. Іншими причинами вібрацій можуть бути перевантаження механічного характеру на валу ротора асинхронного двигуна. Також не останнє місце займає недотримання якості при виготовленні комплектуючих для асинхронного електричного двигуна.

Відповідно 10 % аварійних ситуацій відносяться до механічних пошкоджень асинхронних електродвигунів. На аварії, що викликані несиметрією струму фаз припадає до 8%. А на механічні перевантаження припадає до 2%.

На сьогодні аварії асинхронних електродвигунів, що пов'язані з електричними причинами: аварії мережі; аварії пов'язані зі струмом або напругою, що виникають в обмотках статора; аварії що виникають через зниження опорів ізоляції через процеси старіння.

При проведенні аналіз якості електричної енергії при роботі асинхронного електродвигуна показує, що при зменшенні величини напруги призводить до збільшення струму статора. Виходячи з цього спостерігається нагрівання ізоляції електродвигуна.

Підвищення напруги призводить до збільшення магнітного потоку статора, струму намагнічування, нагрівання осердя, а також споживаної з мережі реактивної потужності, а отже зниження коефіцієнта потужності.

Зазначимо, що існують мережеві аварії, які стандартами не регламентуються і є проявами несиметричних режимів роботи АД. Це обриви однієї з фаз, порушення послідовності фаз, їх «злипання».

Обриви фаз, зазвичай, пов'язані з обривом жили живильного кабелю, згорілим запобіжником або відімкненням автомата в одній з ліній, чи обривом самої лінії. При з'єднанні обмоток двигуна зіркою напруга у двох фазах ділиться порівну й становить половину лінійної, а у третій відсутня.

Аварійний режим «злипання» фаз відбувається у випадку обриву однієї з живильних фаз і замиканні її з боку двигуна на іншу. При цьому одна й та сама фазна напруга подається на дві фази двигуна, на третій лишається в нормі. За незначної амплітудної несиметрії спостерігається фазна несиметрія, що призводить до появи значних напруг зворотної послідовності, які викликають перегрівання двигуна й вихід його з ладу.

Порушення послідовності фаз спричиняє реверсивний режим роботи, що неприпустимо, оскільки викликає обертання механізму в інший бік й може призвести, крім аварії самого двигуна, до ушкодження агрегату.

Постійний моніторинг наявності та якості напруги живлення, включаючи гармонічний аналіз, обчислення діючих або середніх значень напруги до вмикання двигуна, контроль за його станом під час роботи, у т.ч. за змінами параметрів фазних напруг, викликаних режимами роботи самого двигуна, дозволяє запобігти аварійним режимам, появі короткого замикання й струмового перевантаження. Відповідно до досліджень, тривала робота двигуна зі струмовим перевантаженням лише на 5% від номінального скорочує строк його служби в 10 разів.

Значна несинусоїдальність кривої струму, особливо під час пусків, істотно впливає на величину діючого значення струму. Контролювання роботи АД не за обчисленими діючими значеннями струму, а за усередненими сигналами або за їх піковими значеннями призводить до помилкових висновків про наявність або відсутність струмового перевантаження.

Розрізняють два види струмового перевантаження АД: симетричний і несиметричний. Симетричне струмове перевантаження двигуна виникає через механічне. Більша частина струмових аварій АД зумовлена ушкодженнями всередині двигуна, що призводять до несиметричного струмового перевантаження.

Технічний стан АД визначається насамперед дефектами ізоляції. У процесі експлуатації АД його ізоляція неминує «старіє». Основними причинами, що викликають ці процеси, є: нагрівання обмоток робочими й пусковими струмами, струмами короткого замикання й перевантаження, теплотою від сторонніх джерел; динамічні зусилля, що виникають при взаємодії провідників зі струмом; комутаційні перенапруги. На стан ізоляції великий вплив мають також умови довкілля – температура, вологість повітря, забруднення та пил.

Ступінь безпечної експлуатації електроустановок визначається станом ізоляції. Двигун допускається до експлуатації, якщо опір його ізоляції відносно корпусу перевищує 0,5МОм. При зниженні опору ізоляції існує висока ймовірність складної аварії АД – короткого замикання (КЗ) на корпус, небезпечної не тільки для самого двигуна, але й для обслуговуючого

персоналу. У мережі починають протікати струми КЗ, які в 10...100 разів перевищують номінальні, а на корпусі двигуна може з'явитися висока напруга небезпечна для життя людини.

Експлуатаційні дефекти міжвиткової ізоляції поділяються на теплові та втомні. До перших належать зміни (спікання, обвуглювання), які є наслідком неприпустимого перевищення температури обмотки.

Для двигунів з перевищеним відпрацьованим ресурсом основне значення має діагностування втомних пошкоджень міжвиткової ізоляції. Структурною ознакою фази критичного зношення і переходу АЕП в стан прихованої відмови є утворення наскрізних тріщин у міжвитковій ізоляційній композиції. Дефекти наскрізного характеру практично не знижують напруги пробою ізоляції і не мають тенденції до швидкого розвитку.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вовк О.Ю. Метод періодичного діагностування асинхронних двигунів / О.Ю. Вовк, Л.М. Безменнікова, С.О. Квітка // Праці ТДАТУ. – 2010. - № 10, Т4. - С. 39-46.
2. Попова І. О. Контроль режимів роботи асинхронних двигунів при несиметрії напруг мережі: автореф. дис. на здобуття наук, ступеня канд. техн. наук: спец. 05.09.16 "Електротехнології та електрообладнання в агропромисловому комплексі" / І. О. Попова. – Мелітополь, 2003. – 20 с.
3. Калінова. П. Математичні моделі для дослідження впливу конструктивних несиметрій електричних машин на їх електромагнітні параметри/ Калінова. П., МамчурД. Г. // ВісникКДПУ. НауковіпраціКДПУ. – Вип. 3(44). – Ч. 2. - Кременчук: КДПУ, 2007. – С. 150–154

УДК 621.311

*Поліщук О.І., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

### АНАЛІЗ ПОТЕНЦІАЛУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В РЕГІОНІ

Станом на сьогодні все більше і більше спостерігається розвиток альтернативної енергетики в плані використання сонячних електростанцій для живлення різноманітних приватних будинків, підприємств та інших об'єктів. при цьому доволі складним питанням реалізації сонячних електростанцій для багатоквартирних будинків будь-якого міста.

Першочергово Україна має доволі значний потенціал пов'язаний з сонячною енергетикою основних її регіонів. Так на рисунку 1 наведено потенціал України та міста Суми в плані кількості сонячної радіації для роботи сонячних панелей.



Рисунок 1 – Потенціал різних регіонів України в сонячній радіації

З рисунку 1.1 можна зробити висновок, що загалом потенціал сонячної енергетики в Україні є доволі гарним. Так в даному плані найбільший потенціал мають південні регіони України з доволі великими показниками.

При цьому північні регіони мають значно менший потенціал по забезпеченню сонячною енергією. Так місто Суми відноситься саме до таких регіонів. При цьому кількість сонячної радіації, що припадає на місто Суми знаходиться в межах 1100-1200 кВт/м<sup>2</sup>.

Виходячи з таких значень по кількості сонячної радіації в регіоні можна зробити висновок, що загалом використання сонячних електростанцій в регіоні є виправданим. Але використання сонячних електростанцій саме для отримання електричної енергії.

Додатково необхідно зазначити, що використання сонячних електростанцій додатково може ускладнюватись великою кількістю лісів та інших перешкод, якими характеризується даний регіон.

Також необхідно враховувати особливості встановлення сонячних панелей під необхідним кутом, що є характерним для даного регіону. При цьому для міста Суми кут встановлення сонячних панелей знаходиться в межах 55 градусів. В результаті подібного розміщення сонячних панелей можна досягти найбільшої ефективності їх роботи.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Кудря С. О. Стан та перспективи розвитку відновлюваної енергетики в Україні // Вісник НАН України. –2021р. –№12. – С. 19-26.
2. Стан і перспективи розвитку малої гідроенергетики, сонячної, вітрової та інших джерел поновлюваної енергії зарубіжних країн та України// Державне підприємство «Національна Енергетична Компанія «УКРЕНЕРГО». –Київ – 2021 –№ 08 –103с.
3. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. Розвиток теплоенергетики та гідроенергетики / [Є.Т. Базєєв Білека Б.Д та ін.] . - Фенікс. -Київ. - 2020. - 399 с.

УДК 621.311

*Скрипка С.О., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

### **ГЕНЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ СОНЯЧНИМИ ПАНЕЛЯМИ**

Сьогодні доволі розповсюдженим є використання сонячних панелей в якості джерел живлення основних об'єктів в різних сферах діяльності людини. Фактично найбільш простим поясненням роботи сонячних панелей є перетворення сонячної радіації в електричну енергію.

Станом на сьогодні спостерігається доволі велика кількість різноманітних типів сонячних панелей. При цьому основним розподілом їх є використання різноманітних типів кристалів, таких як монокристали та полікристали. Кристали складаються фактично з різноманітних шарів матеріалів кремнію, фосфору та бору. При цьому фосфор забезпечує генерування негативних зарядів, а бор відповідно генерування позитивних зарядів. В результаті поглинання сонячними панелями фотонів отриманих від сонця спостерігається ініціація електричного струму в вищезазначених матеріалах.

Отримана енергія від фотонів дає можливість електронам виходити з їх атомних орбіт з подальшим виходом в електричне поле. Далі вільні електрони формуються в направлений струм.

Для гарно виконаного рішення енергоефективності використання сонячних панелей необхідною умовою є значне генерування електроенергії в денний період часу з подальшим споживанням електричної енергії в нічний час. При цьому також не менш важливим є питання забезпечення електроенергією в денний проміжок часу.

За умови використання мережевих сонячних електростанцій можливо використання зеленого тарифу, що дозволяє отримувати пасивний дохід від продажу електроенергії. Але необхідно зауважити, що використання автономних сонячних електростанцій не дозволяє ви-

користання зеленого тарифу для продажу електроенергії в мережу.

Додатково необхідною умовою використання зеленого тарифу є закладання даної функції ще на етапі будівництва сонячної електростанції.

Основними компонентами сонячної електростанції є акумулятори, контролери заряду, сонячні панелі та інші конструкції.

Сонячні панелі генерують певну кількість електроенергії, що є постійним струмом. Далі постійний струм поступає на інвертор, де виконується заряджання акумуляторів, або передається одразу на продаж до мережі.

Від акумуляторів електрична енергія подається на інвертор, де виконується перетворення постійного струму на змінний та далі подається на живлення електроприладів будинків чи інших приміщень.

Наступним кроком є необхідність використання сонячних панелей, а для їх аналізу необхідною умовою є визначення особливостей їх роботи, що впливає на їх ефективність роботи. Виходячи з цього необхідно враховувати, що кожна сонячна панель складається з двох типів різних напівпровідників. Це фактично два різних шари: перший шар – n-шар, що має зайві електрони; другий шар – р-шар, що має недостатню кількість електронів.

Така конструкція сонячних панелей працює наступним чином, що при потраплянні сонячних променів на n-шар вивільняються електрони залишаючи свої атоми. Далі дані електрони переміщуються до р-шару з вільними місцями для відокремлених електронів з першого шару. Виходячи з цього формується певний рух електронів по певному колу, що є замкненим. дане замкнуте коло сформовано фактично акумуляторною батареєю та фотоелементами. Подібний рух електронів фактично виконує заряджання акумуляторних батарей.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Вовк О.Ю. Метод періодичного діагностування асинхронних двигунів / О.Ю. Вовк, Л.М. Безменнікова, С.О. Квітка // Праці ТДАТУ. – 2010. - № 10, Т4. - С. 39-46.
2. Попова І. О. Контроль режимів роботи асинхронних двигунів при несиметрії напруг мережі: автореф. дис. на здобуття наук, ступеня канд. техн. наук: спец. 05.09.16 "Електротехнології та електрообладнання в агропромисловому комплексі" / І. О. Попова. – Мелітополь, 2003. – 20 с.
3. Калінова А. П. Математичні моделі для дослідження впливу конструктивних несиметрій електричних машин на їх електромагнітні параметри/ Калінова А. П., Мамчур Д. Г. // Вісник КДПУ. Наукові праці КДПУ. – Вип. 3(44). – Ч. 2. - Кременчук: КДПУ, 2007. – С. 150–154

УДК 621.311

*Циба І.А., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

#### **АНАЛІЗ ОСНОВНИХ СТРУКТУРНИХ СХЕМ МІНІ-ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ**

Електрична схема гідроелектростанції повинна забезпечувати необхідну потужність за різних умов експлуатації. При цьому вона також повинна відповідати вимогам по надійності та безпековій її експлуатації.

Оскільки зараз роль гідроелектростанцій різних потужностей зросла то необхідною умовою було саме підвищення вимог до всіх її елементів. Необхідно зазначити, що в результаті різноманітних обстрілів електростанцій основне живлення споживачів лягає на гідроелектростанції різних потужностей, щоб забезпечити безперебійність постачання електроенергією.

Вибір основних генераторних блоків гідроелектростанцій здійснюється відповідно до трьох їх видів (рис. 1).

Кожну з даних схем (рис. 1) обирають в залежності від необхідних показників по надійності загальної системи, чисельності агрегатів а також їх потужності. Також необхідно враховувати особливості обслуговування всього обладнання.

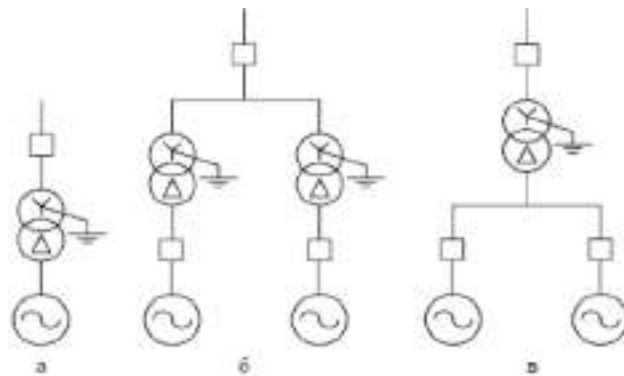
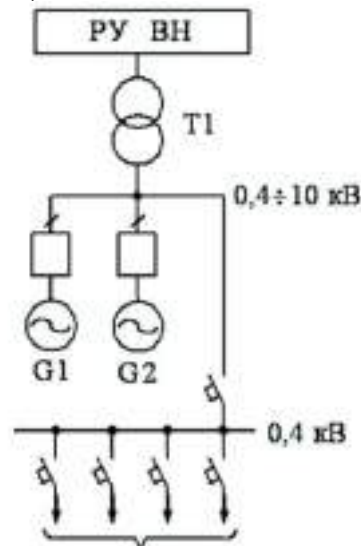


Рисунок 1 – Схеми генераторних блоків гідроелектростанцій: а – блок простий; б – блок укріплений, що має трансформатор на кожному генераторі; блок укріплений з трансформатором одночасно на два генератори

Враховуючи мале значення потужності та невелику кількість агрегатів міні-гідроелектростанцій доцільно обирати блок укріплений з використанням одного трансформатора на декілька генераторів (рис. 2).



агрегати та загальностанційні приймачі

Рисунок 2 – Схема принципова для можливого застосування на міні-гідроелектростанціях

Необхідно також враховувати переваги та недоліки даної схеми. До основних переваг даної схеми належать легкість в її реалізації та низькі затрати на проведення обслуговування. Але ці дві переваги можуть в повній мірі перекриватись недоліком, що фактично є доволі суттєвим. Основним недоліком є те, що при виході одного елемента, що є важливим для її роботи вся станція повинна зупинитись.

Оскільки загальна схема обладнання для міні-гідроелектростанції та основних схем її роботи вже обрана, то пропонується провести розрахунки особливостей організації їх захисту.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кудря С. О. Стан та перспективи розвитку відновлюваної енергетики в Україні // Вісник НАН України. –2021р. –№12. – С. 19-26.
2. Стан і перспективи розвитку малої гідроенергетики, сонячної, вітрової та інших джерел поновлюваної енергії зарубіжних країн та України// Державне підприємство «Національна Енергетична Компанія «УКРЕНЕРГО». –Київ – 2021 –№ 08 –103с.
3. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. Розвиток теплоенергетики та гідроенергетики / [Є.Т. Базєєв Білека Б.Д та ін.] . - Фенікс. -Київ. - 2020. - 399 с.

## ОСОБЛИВОСТІ КЛАСИФІКАЦІЇ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ТА АНАЛІЗ ОСНОВНОГО ОБЛАДНАННЯ

Станом на сьогодні прийнято загальну класифікацію, що полягає фактично в розподілі їх по потужностях. Найбільш потужними є електростанції, що виробляють більше 1000 МВт електроенергії. При цьому гідроелектростанції з малою потужністю виробляють фактично менше 30 МВт потужності. Середні гідроелектростанції виробляють потужність в межах від 30 до 1000 МВт.

Враховуючи подібний розподіл фактично вся мала енергетика не входить навіть в електростанції малої потужності. Виходячи з цього отримуємо певну їх окрему категорію, яка була описана нами в попередньому розділі.

Також гідроелектростанції класифікують за типами напорів на наступні типи: високо напірні з висотою рівня води понад 60 м; середнього напорю з висотою рівня води від 25 м; низького напорю з висотою рівня води від 3 м.

Необхідно зазначити, що використання високонапірних та середньонапірних гідроелектростанцій фактично можливо лише в гірських регіонах, а отже використання їх в межах Сумської області є неможливим. Відповідно до класифікації можна проводити аналіз будь-яких ГЕС, а також враховувати дану інформацію на етапі будівництва гідроелектростанцій різної потужності.

Виходячи з рівнинного рельєфу Сумської області необхідно сказати, що найбільш ефективними в плані використання на цій території є саме руслові гідроелектростанції малої потужності з низьким напором потоку води. Як видно з даної схеми конструкція гідроелектростанції даного типу є доволі простою та не потребує значних капіталовкладень в проведення робіт. Додатково не планується наводити схеми інших типів гідроелектростанцій адже вони фактично повністю не можуть бути застосовані на території Сумської області.

Також необхідно сказати, що в основному в гідроелектростанціях зустрічаються пригреблевий тип гідроелектростанцій. Потік води подається з водосховища по каналу до турбіни. За рахунок певного перепаду висоти в каналі виникає розгін потоку до певної швидкості, що прискорює обертання турбіни загалом. Відпрацьована вода виходить з турбінного простору та направляється до водоскидного русла де і продовжує подальший рух.

Лопаті гідротурбіни обертаючись від потоку води передають своє обертання до генератора, що виробляє електроенергію. необхідно зазначити, що кількість генераторів може значно коливатись в кількісних їх показниках. Нами розглянуто роботу одного генераторного блоку. При цьому для регулювання потужності потоку води використовуються відповідні заслінки, що обмежують потрапляння потоку в турбінний простір. За допомогою даної заслінки також виконується відключення генераторної установки з роботи.

Наступним доволі важливим параметром при виконанні аналізу можливостей застосування міні-гідроелектростанцій є використання їх турбінних агрегатів. Сьогодні існує доволі велика їх кількість та різновиди. Враховуючи конструктивні особливості можна виконати аналіз можливих сфер їх застосування в міні гідроенергетиці.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кудря С. О. Стан та перспективи розвитку відновлюваної енергетики в Україні // Вісник НАН України. –2021р. –№12. – С. 19-26.
2. Стан і перспективи розвитку малої гідроенергетики, сонячної, вітрової та інших джерел поновлюваної енергії зарубіжних країн та України// Державне підприємство «Національна Енергетична Компанія «УКРЕНЕРГО». –Київ – 2021 –№ 08 –103с.
3. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. Розвиток теплоенергетики та гідроенергетики / [Є.Т. Базеєв Білека Б.Д та ін.] . - Фенікс. -Київ. - 2020. - 399 с.



**РОЗРАХУНОК ТРИФАЗНИХ КІЛ СИМВОЛІЧНИМ МЕТОДОМ**

Трифазне коло представляє собою сукупність трьох електричних кіл, в яких діють синусоїдні ЕРС однієї частоти, зсунуті одна від одної на кут  $120^\circ$  за фазою, які створені спільним джерелом.

Оскільки трифазне коло представляє собою поєднання трьох кіл синусоїдного струму, їх розрахунок може бути проведений за аналогією з такими колами. Однак такий підхід не завжди є простим, особливо у випадку несиметричного навантаження.

Для аналізу та розрахунку трифазних кіл синусоїдального струму широко використовуються векторні діаграми. Це обумовлене тим, що, крім зсуву за фазою на кут  $120^\circ$  напруг, додаткові зсуви фаз між струмом і напругою можуть бути різними за рахунок неоднакових комплексних опорів фаз. Крім того, у випадку несиметричного навантаження може порушуватися симетрія напруг споживачів. При цьому розрахунок трифазної системи взагалі не можна звести до розрахунку кіл окремих фаз з однаковими за величиною напругами.

При розрахунку кіл найчастіше потрібно визначити за відомими напругами та опорами фаз струми у колі та у підвідних провідниках, а також споживану окремими фазами і колом в цілому потужність. Розрахунки проводяться аналогічно до однофазних кіл змінного струму.

Для симетричного навантаження струми у кожній фазі однакові, однаковими є і кути зсуву фаз. За цих умов достатньо провести розрахунки для однієї фази.

Більш складним є випадок несиметричного навантаження. У разі, якщо при цьому в колі діє симетрична система напруг, однакових за величиною і зсунутих за фазою на  $120^\circ$ , поєднання розрахункового методу з графічним (векторні діаграми) може бути достатньо ефективним. Разом з цим слід враховувати, що графічний метод аналізу трифазного кола при всій його наочності є наближеним.

Більш доцільним для випадку трифазних кіл є використання символічного методу, який полягає у представленні величин, що характеризують кола (ЕРС, струми, напруги, опори), у комплексному вигляді. Переваги символічного методу виявляються у тому, що в комплексах фізичних величин, що характеризують фази, відразу враховуються фазові кути., тоді як символічний метод дає точний результат, до того ж в аналітичному вигляді.

Символічний метод є практично єдиним методом розрахунку у разі з'єднання несиметричних споживачів за схемою «зірка без нульового проводу», при якій порушується симетрія напруг (як за величиною, так і за фазовим зсувом). В цьому випадку використання комплексів напруг і опорів чи провідностей дає змогу розрахувати напругу зміщення нейтралі, знайти напругу в кожній з фаз і далі провести розрахунок струмів.

**ВИЗНАЧЕННЯ ВИМОГ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ**

На сьогодні в умовах міста Суми найбільша кількість приладів обліку, що визначають саме активну електроенергію. Облік реактивної енергії здійснюють незначній кількості підприємств, що є найбільш потужними в місті.

Виходячи до цього облік для активної електроенергії необхідно проводити для кількості електроенергії, що:

- згенерованої від генераторів електростанцій;
- спожита на власні потреби на станціях чи підстанціях;
- відпущена відповідно до ліній електропередачі;
- направлена до інших систем енергопостачання;

- надана споживачам в електричній мережі.

При цьому додатково необхідно забезпечити наступні можливості при виконанні обліку активної електроенергії:

- вимірювання різних класів напруг електричної енергії;
- визначення балансового складу підрозділів по споживанню електроенергії;
- контроль за параметрами та режимами споживання електроенергії.

Іншим параметром для вірного визначення електричної енергії є встановлення приладів обліку відповідно до вимог та стандартів. При цьому в більшості випадків прилади обліку встановлюють на межах розподілу між постачальним підприємством та кожним споживачем з яким вкладено договір.

Для визначення технічних втрат на електростанціях та підстанціях встановлюють прилади обліку відповідно до наступних вимог:

- на кожній пристрій генерування електроенергії;
- на кожне з'єднання шини з генераторною напругою;
- на лінії, що є міжсистемними;
- на всі лінії по яким виконується живлення споживачів;
- на всі трансформатори мережі;
- на лінії господарських потреб станцій та підстанцій;
- на вимикачі розрахункового обліку.

Фактично, якщо провести аналіз відповідних вимог до місць встановлення приладів обліку, можна сказати що всі вони використовуються для визначення втрат в різноманітних елементах мережі. При цьому основними місцями їх встановлення є прилади, що мають значні втрати.

Необхідно враховувати, що при наявності функції збору та передачі інформації подібними пристроями виникає можливість створення системи автоматизованого обліку електроенергії, що дозволить оперативно виконувати збір інформації на всіх лічильниках та вчасно надавати її до пункту обробки інформації.

При використанні приладів обліку найбільш ефективно себе зарекомендували прилади обліку з автоматизованими системами. При цьому фактично виконувався зв'язок між втратами електроенергії на різних етапах.

Відповідно до проведеного аналізу прилади обліку встановлюють на підстанціях де є генераторні потужності. При цьому потужність її не має бути вищою за 1МВт.

Деякі інші вимоги виставляються для ліній електропередачі, що працюють з електричною енергією в межах 10 кВ. Для даних підстанцій використовують відповідно кола організації обліку електроенергії. Необхідно враховувати, що більшість ліній електропередачі мають відповідні місця для встановлення необхідних для них приладів обліку.

При встановленні приладу обліку електроенергії споживачеві, для визначення споживання активної електроенергії, споживач фактично приймає у власність даний лічильник. Але при цьому споживач не має права обмежувати доступ до приладу обліку за умови проведення контролю за показниками. Данна умова також прописується в усіх договорах з електропостачальною компанією.

Фактично до всіх типів приладів обліку виставляється певний перелік вимог. При чому все враховується в даних вимогах, навіть те як кріпити прилади обліку. Ці вимоги виникли не просто на рівному місці, адже основною особливістю їх використання є правильність визначення споживання електроенергії. Додатково необхідно сказати, що за умови невірної монтажу прилад може нараховувати більше електроенергії споживачу або енергопостачальнику. В будь якій ситуації виникають певні проблемні моменти, що невігідні обом сторонам договору.

Додатково потрібно враховувати особливості перевірки приладів обліку. При цьому для однофазних приладів обліку повинен складати до 2 років, а для трифазних до 12 місяців. За дотриманням даного питання суворо слідкує енергопостачальна компанія та виконує необхідні перевірки відповідно до встановлених термінів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Денисюк С. П. Аналіз проблем впровадження віртуальних електростанцій/С. П. Денисюк, Д. С. Горенко.//Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2016. – №2. – С. 25–33.
2. Диспетчерська інформація УкрЕнерго. URL: <https://ua.energy/diyalnist/dyspetcherska-informatsiya/dobovuj-grafik-vyrobnytstva-spozhyvannya-e-e/> (дата звернення 14.06.2021 р.)
3. Луцків А.М., Волощук А.В., Мельник Ю.Р. Принципи організації розумних електричних мереж. Матеріали X міжнародної науково - технічної конференції молодих учених і студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (24-25 листопада 2021 р.) Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Тернопіль: ТНТУ. 2021. С. 104.

УДК 621.311

*Гнезділов С.Л., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

## ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОРОТКОЧАСНОГО РЕГУЛЮВАННЯ

Гідроелектростанції фактично забезпечують лише невелику частину максимальної потужності енергосистеми в якій вона працює. Але підтримання загальної потужності системи забезпечується фактично постійно з підтриманням необхідного її рівня. При цьому інша частина потужності фактично покривається різного роду підстанціями:

$$N_{max\ ec} = \sum N_{г\text{ар}ГЕС} + \sum N_{г\text{ар}ТЕС} + \sum N_{г\text{ар}АЕС} \quad (1)$$

Виходячи з даної формули можна сказати, що максимальна потужність енергетичної системи забезпечується першочергово атомними електростанціями, далі забезпечення йде від різного роду ТЕС і в кінці додається частка потужності, що генерується гідроелектростанціями.

Необхідно також враховувати потужність, що виробляється від різноманітних ВДЕ, оскільки в певні періоди часу доби, місяця вони вступають в гру та виконують певний дисбаланс системи. При цьому враховується їх загальна потужність в енергосистемі та завчасно виконується необхідний перерозподіл основних показників її роботи.

Але для розуміння особливості роботи та генерування потужностей дана схема повністю підходить. Виходячи з цього необхідною умовою коригування потужності гідроелектростанцій є використання водних ресурсів. При цьому в години піків чи напіпків виконується генерація електроенергії а в інші години доби виконується фактично накопичення води в водосховищі до моменту виникнення наступного значення піку.

При забезпеченні необхідного навантаження в добовому графіку потужності можна виконати розташування величини навантаження гідроелектростанції в будь-якій годині доби, а також забезпечити це навантаження.

Оскільки виробіток електричної енергії має пряму залежність від кількості води в руслі водосховища, то її коливання значно впливають на загальну роботу енергосистеми. Виходячи з цього до моментів забезпечення необхідного значення потужності можна виконувати в певні години доби. Такий підхід фактично забезпечує безперервний рівень та необхідну кількість води в енергетичній системі.

Розрахунок для навантаження проводиться фактично аналогічно попередньому розрахунку потужності.

Результатом подібних розрахунків є отримання певних наближених графіків навантаження в загальній енергосистемі, що виконується по дням тижня відповідно до загального значення максимального навантаження.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кудря С. О. Стан та перспективи розвитку відновлюваної енергетики в Україні // Вісник

НАН України. –2021р. –№12. – С. 19-26.

2. Стан і перспективи розвитку малої гідроенергетики, сонячної, вітрової та інших джерел поновлюваної енергії зарубіжних країн та України// Державне підприємство «Національна Енергетична Компанія «УКРЕНЕРГО». –Київ – 2021 –№ 08 –103с.
3. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. Розвиток теплоенергетики та гідроенергетики / [Є.Т. Базеєв Білека Б.Д та ін.] . - Фенікс. -Київ. - 2020. - 399 с.

УДК 621.311

*Закревський І.А., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

## **ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ МЕТОДУ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПИТАННЯ КЕРУВАННЯ ГЕНЕРАЦІЄЮ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ**

Сьогоднішній розвиток основних АДЕ потребує вирішення питання по забезпеченню необхідного рівня генерації електроенергії а також обрання необхідного методу керування всіма процесами при їх впровадженні.

Основною проблемою АДЕ є необхідність забезпечення зворотних зв'язків для виконання всебічного контролю. При збільшенні кількості основних установок генерування потужностей спостерігається значний вплив на показники якості електроенергії.

Подібне погіршення доволі сильно постає при підключенні наприклад сонячних електростанцій великої потужності до мережі без проведення попереднього узгодження за величиною потужності. А отже в результаті може виникнути доволі великий стрибок наприклад параметру напруги. В кінці це приведе до пошкодження великої кількості електроприладів у споживачів.

Більшість АДЕ установок в основному підключаються до електромережі саме в сільській місцевості через те, що є доволі великі площі для реалізації подібних проектів з генерацією доволі великих потужностей.

Так в даному розділі пропонується розглянути особливості виконання приєднання до електричної мережі РЕМ різних типів установок ВДЕ. При цьому в даному моделюванні пропонується обрати до уваги і установки біогазові, що на ряду з вітроустановками можуть не використовуватись.

Відповідно до схеми підключення відбувається через силовий трансформатор по лініям електропередачі. До даної мережі фактично підключені три типи об'єктів можливого генерування. Слід зазначити, що використання одразу всіх трьох ВДЕ в одній схемі фактично не зустрічається але для проведення моделювання пропонується провести потрібні розрахунки.

Наступним кроком є вибір автоматизованих систем для виконання керування основних процесів. Для подібного аналізу використовується схема керування, що є дворівневою та враховує всі особливості загальної комбінованої системи.

Так відповідно до рисунку система керування для першого рівня є системою, що враховує автоматичне керування процесом генерації активної складової потужності. При цьому дане керування виконується одразу для всіх типів установок ВДЕ, що можуть використовуватись в генеруванні електроенергії.

Основною метою здійснення такого рівневого керування є необхідність забезпечення ефективності роботи кожного елемента ВДЕ максимальними параметрами по виробітку електроенергії. Так вдається зберігати максимальну потужність установок незалежно від погодних умов, забрудненості, освітленості, чи інших параметрів.

Всі ці системи керування в результаті підпорядковуються центральній системі, яка фактично виконує кінцевий контроль за всіма параметрами та необхідним рівнем генерації.

Відповідно центральна система керування є системою другого рівня. Дана система виконує загальне керування з врахуванням вже основних особливостей та потреб електричної мережі. При цьому саме на даному рівні виконується регулювання по величині напруги, гармоніці чи іншим показникам електричної мережі. Також обов'язковою умовою є врахування

основних частот мережі адже це може призвести до погіршення показників якості електроенергії саме на мережевому рівні.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Калінова А. П. Математичні моделі для дослідження впливу конструктивних несиметрій електричних машин на їх електромагнітні параметри/ Калінова А. П., Мамчур Д. Г. // Вісник КДПУ. Наукові праці КДПУ. – Вип. 3(44). – Ч. 2. – Кременчук: КДПУ, 2007. – С. 150–154
2. Петергеря Ю. С. Забезпечення умов відбирання максимальної потужності від автономних джерел живлення // Техн. електродинаміка. – 2000. – № 3. – С. 28 – 32.

УДК 621.311

*Падалиця Д.А., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

### АНАЛІЗ ПРИНЦИПІВ ПОБУДОВИ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ЗАХИСТУ

Найважчими аваріями напруги мережі вважаються: неприпустиме зниження або підвищення, порушення симетрії та порушення чергування фаз. Робота в умовах несиметрії супроводжується значним зменшенням моменту обертання, підвищенням фазних струмів, як наслідок, перегрівом фазної ізоляції обмоток статора, зниженням ресурсу її ізоляції.

До аварійних режимів відносяться:

1. Багатофазні і однофазні короткі замикання в обмотках електродвигуна; багатофазні короткі замикання в вивідній коробці електродвигуна і у зовнішніх силових колах; короткі замикання фази на корпус чи нульовий провід всередині двигуна або у зовнішніх колах в мережах із заземленою нейтраллю; короткі замикання в колі управління; короткі замикання між витками обмотки двигуна.

2. Теплові перевантаження електродвигуна через проходження по його обмотках підвищених струмів: при перевантаженнях механізму з технологічних причин, особливо важких умовах пуску двигуна під навантаженням або його застряганні при тривалому зниженні напруги мережі, випаданні однієї з фаз зовнішнього силового кола або обриві проводу в обмотці двигуна, механічних пошкодженнях в двигуні або робочому механізмі, а також теплові перевантаження при погіршенні охолодження двигуна. Теплові перевантаження викликають в першу чергу прискорене старіння і руйнування ізоляції двигуна, що призводить до коротких замикань, а отже до аварії і передчасного виходу двигуна з ладу.

**Види захисту асинхронних електродвигунів.** Для того щоб захистити електродвигун від пошкоджень при порушенні нормальних умов роботи, а також своєчасно відключити несправний двигун від мережі, запобігши або обмеживши тим самим розвиток аварії, передбачаються засоби захисту. Головним і найбільш дієвим засобом є електричний захист двигунів. В залежності від характеру можливих пошкоджень і ненормальних режимів роботи розрізняють кілька основних найпоширеніших видів електричного захисту асинхронних двигунів.

**Захист асинхронних електродвигунів від коротких замикань.** Захист від коротких замикань відключає двигун при появі в його силовому колі або в колі управління струмів короткого замикання. Апарати, які здійснюють захист від коротких замикань, діють практично миттєво, тобто без витримки часу.

**Захист асинхронних електродвигунів від перевантаження.** Захист від перевантаження оберігає двигун від неприпустимого перегріву, зокрема і при порівняно невеликих за величиною, але тривалих теплових перевантаженнях. Захист від перевантаження повинен застосовуватися тільки для електродвигунів тих робочих механізмів, у яких можливі ненормальні збільшення навантаження при порушеннях робочого процесу. Апарати захисту від перевантаження при виникненні перевантаження відключають двигун з певною витримкою часу, тим більшою, чим менше перевантаження, а в ряді випадків, при значних перевантаженнях і миттєво.

**Захист асинхронних електродвигунів від пониження або зникнення напруги.** Захист від пониження або зникнення напруги виконується за допомогою одного або декількох електромагнітних апаратів, діє на відключення двигуна при перерві живлення або зниженні напруги мережі нижче встановленого значення і оберігає двигун від мимовільного включення після ліквідації перерви живлення або відновлення напруги мережі.

**Спеціальний захист асинхронних електродвигунів від роботи на двох фазах** оберігає двигун від перегріву, а також від «перекидання», тобто зупинки під струмом внаслідок зниження моменту, що розвивається двигуном, при обриві в одній з фаз головного ланцюга. Захист діє на відключення двигуна. В якості апаратів захисту застосовуються і електромагнітні реле. В останньому випадку захист може не мати витримки часу.

**Електричні апарати, застосовувані для захисту електродвигунів.** Апарати електричного захисту можуть здійснювати один або відразу декілька видів захистів. Так, деякі автоматичні вимикачі забезпечують захист від коротких замикань і від перевантаження. Одні з апаратів захисту, такі як плавкі запобіжники, є апаратами одноразової дії і вимагають заміни або перезарядки після кожного спрацьовування, інші, такі як електромагнітні та теплові реле, апарати багаторазової дії. Останні різняться за способом повернення в стан готовності на апарати з самоповерненням і з ручним поверненням.

**Вибір виду електричного захисту асинхронних електродвигунів.** Вибір того чи іншого виду захисту або декількох одночасно проводиться в кожному конкретному випадку з урахуванням ступеня відповідальності привода, його потужності, умов роботи і порядку обслуговування. Для кожного двигуна незалежно від його потужності і напруги має бути передбачений захист від коротких замикань. Тому система захисту низьковольтних асинхронних двигунів будується при свідомому допущенні, що при деяких зазначених вище пошкодженнях в двигуні, останній відключається захистом не відразу, а лише в процесі розвитку цих ушкоджень, після того як значно зросте струм, споживаний двигуном з мережі.

Одне з найважливіших вимог до пристроїв захисту двигунів – чітка дія її при аварійних і ненормальних режимах роботи двигунів і разом з тим неприпустимість помилкових спрацьовувань. Тому апарати захисту повинні бути правильно вибрані і ретельно відрегульовані.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Вовк О.Ю. Метод періодичного діагностування асинхронних двигунів / О.Ю. Вовк, Л.М. Безменнікова, С.О. Квітка // Праці ТДАТУ. – 2010. - № 10, Т4. - С. 39-46.
2. Попова І. О. Контроль режимів роботи асинхронних двигунів при несиметрії напруг мережі: автореф. дис. на здобуття наук, ступеня канд. техн. наук: спец. 05.09.16 "Електротехнології та електрообладнання в агропромисловому комплексі" / І. О. Попова. – Мелітополь, 2003. – 20 с.
3. Калінова. П. Математичні моделі для дослідження впливу конструктивних несиметрій електричних машин на їх електромагнітні параметри/ Калінова. П., МамчурД. Г. // ВісникТКДПУ. НауковіпраціКДПУ. – Вип. 3(44). – Ч.2. - Кременчук: КДПУ, 2007. – С.150–154

УДК 621.311

*Циба І.А., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

## **ІСНУЮЧІ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Гідроенергетика є одним з найбільш поширених видів ВДЕ в умовах України. При цьому великі ГЕС в основному розташовуються на великих річках та потребують значної кількості водних ресурсів створюючи при цьому значні розливи та водосховища. Великі ГЕС в основному розміщуються на річці Дніпро вздовж його течії.

Сумська область фактично вся пронизана річками. Відповідно до облікових даних на території Сумської області зареєстровано фактично 1500 річок. При цьому загальна їх протяж-

ність становить 4877 км. Середнє значення густоти річкової мережі складає від 0,2 до 0,3 км/км<sup>2</sup>. При цьому всі річки є порівняно невеликими. Найбільшими за розмірами річками є Десна, Сейм, Ворскла та Псел. При цьому всі ці річки починаються в росії, а до Сумської області приходять фактично вже більш менш повноводними.

Всі інші річки фактично є малими та мають незначну кількість води. Зазначимо, що в якості річки для ГЕС на використовується лише річка Псел. Так на території Сумської області працюють фактично три гідроелектростанції. Назви даних електростанцій надано відповідно до населених пунктів їх розташування. Це такі ГЕС: Низівська, Ворожбянська, Михайлівська. Дані електростанції розміщені вниз по руслу річки саме в такому порядку.

Для проведення подальшого аналізу пропонується провести основний аналіз даних ГЕС, що працюють на території Сумської області. Дані гідроелектростанції є малими за своїми розмірами та потужністю.

Першою ГЕС на річці Псел є Низівська, що розташована в с. Низи. Дана електростанція побудована в 1953 році, та протягом останнього періоду проходила певну реконструкцію по електрообладнанню але гідромеханічне електрообладнання не змінювалось фактично, ще з тих часів.

Низівська ГЕС є малою за потужністю та низьконапірною. За характеристикою вона належить до руслових. Потужність даної електростанції становить 0,6 МВт. Напір води в даній гідроелектростанції складає 4 м, а довжина її греблі становить 45 м. Виходячи з цих даних витрата води даною ГЕС знаходиться в межах 29 м<sup>3</sup>/с.

На Низівській ГЕС встановлено турбіни марки ПРК-70-ВО-120 в загальній їх кількості 3 шт. Відповідна кількість встановлена і генераторів ВГС-213/15-24.

Наступною ГЕС по руслі річки Псел є Ворожбянська ГЕС. Вона розташована поблизу с. Ворожба, а саме селища Кирдилівщина. Ворожбянська ГЕС збудована в 1960 році, та за характеристиками і призначенням схожа з Низівською.

Ворожбянська ГЕС є менш потужною, з встановленою потужністю 0,4МВт. За величиною напору води вона є дещо вищою – 4,35 м, а отже і витрата води в ній складає 29,9 м<sup>3</sup>/с. Турбіни на даній ГЕС встановлені такі ж, як і на Низівській, але кількісно їх встановлено 2 шт. При цьому генератори дещо інші ВГС-4/213/11-20 на кожну з турбін.

Завершальною в каскаді гідроелектростанцій Сумської області є Михайлівська ГЕМ. Дана електростанція розташована в с. Михайлівка і збудована вона в 1957 році.

Напір води в даній греблі становить 2,6 м. В іншому по своїм характеристикам дані греблі фактично однакові з Ворожбянською ГЕС. Але за потужністю Михайлівська ГЕС є найменшою з потужністю 0,21 МВт.

В результаті загальний каскад з трьох гідроелектростанцій призначений для підтримання рівня води в річці Псел та виробництва електроенергії в допустимих для них межах. Виходячи з цього дані ГЕС здійснюють живлення розташованих поблизу населених пунктів та підприємств.

В загальному висновку необхідно зазначити, що всі три гідроелектростанції збудовані більше 60 років назад. В результаті більшість обладнання встановлено в них є застарілим але всі три електростанції підтримуються командами працівників в робочому стані. Оновлення електричної частини гідроелектростанцій відбувалось з мінімальними змінами.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Кудря С. О. Стан та перспективи розвитку відновлюваної енергетики в Україні // Вісник НАН України. –2021р. –№12. – С. 19-26.
2. Стан і перспективи розвитку малої гідроенергетики, сонячної, вітрової та інших джерел поновлюваної енергії зарубіжних країн та України// Державне підприємство «Національна Енергетична Компанія «УКРЕНЕРГО». –Київ – 2021 –№ 08 –103с.
3. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. Розвиток теплоенергетики та гідроенергетики / [Є.Т. Базєєв Білека Б.Д та ін.] . - Фенікс. -Київ. - 2020. - 399 с.

## **АНАЛІЗ ОСНОВНИХ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В БАГАТОКВАРТИРНОМУ БУДИНКУ**

На сьогодні існує три типи СЕС. Основною метою їх використання є їх призначення. Відповідно до цього вони поділяються на мережеві електростанції, автономні електростанції та гібридні електростанції.

Для початку необхідно визначитись з основними особливостями їх використання для більш чіткого підбору її для багатоквартирного будинку.

Найпростішими на сьогодні сонячними електростанціями є автономні. Працюють вони наступним чином. Енергія від сонячних панелей генерується та накопичується в акумуляторних батареях. Далі в години відсутності сонячної енергії відбувається споживання електроенергії з батарей. При цьому дана сонячна електростанція не забезпечує можливість синхронізації її з електричною мережею об'єкту. При цьому вироблена електроенергія виробляється лише на накопичення в батареях, а надлишок електроенергії не направляється до електричної мережі. Фактично надлишок виробленої електричної енергії виробленою даною сонячною електростанцією пропадає.

Основною проблемою використання даних сонячних електростанцій є в тому, що неможливо додатково забезпечити заряджання акумуляторних батарей від мережі електропостачання. При цьому для забезпечення роботи даної схеми необхідною умовою є забезпечення достатньої кількості акумуляторних батарей та сонячних панелей для їх заряджання адже дозаряджання їх з мережі фактично не можливе. При цьому необхідно зауважити, що використання даної сонячної електростанції для умов багатоквартирних будинків буде мало можливим адже є певні обмеження по потужності.

Іншим типом сонячної електростанції є мережева. Даний тип сонячної електростанції фактично повністю синхронізований з електричною мережею. Але необхідно зауважити, що дана електростанція фактично повністю віддає всю електричну енергію в мережу електропостачання. А отже використання її для забезпечення подолання «блекаутів» багатоквартирним будинком неможливе через відсутність повністю до акумуляування електроенергії.

Мережева сонячна електростанція може забезпечувати роботу багатоквартирного будинку протягом дня з врахуванням необхідного її обсягу.

Виходячи з цього можна дану електростанцію використовувати лише в денний час доби без можливості використання її в нічний час. Як варіант можливо вночі споживати електричну енергію з мережі. Даний тип сонячних електростанцій використовується фактично повністю під зелений тариф. Нажаль за умови організації генерування електроенергії неможливе в моменти довготривалих «блекаутів» взагалі для будь якого об'єкту.

На сьогодні основне рішення проблеми «блекаутів» з використанням сонячних електростанцій дає можливість реалізувати лише гібридна СЕС. При цьому для достатньо великих об'єктів, як багатоквартирний будинок маємо врахувати можливість дозаряджання акумуляторних батарей з мережі в години, коли є електрична енергія.

В даній електростанції за основне джерело живлення приймається сонячні панелі. При цьому необхідною умовою є використання їх для одночасного заряджання акумуляторів та на роботу електричних приладів. Фактично аналізуючи графік виробітку електричної енергії сонячними електростанціями можна сказати, що зранку та ввечері електричної енергії фактично буде вистачати лише на споживання електроприладами. В денний час коли спостерігається пік виробітку електричної енергії від СЕС виникає можливість додатково заряджання акумуляторних батарей. Данна сонячна електростанція, як і мережева має можливість додатково виконувати продаж електричної енергії в мережу за зеленим тарифом.

При цьому вночі забезпечується живлення електроприладів квартир багатоквартирного будинку саме від акумуляторних батарей. Для забезпечення працездатності даної СЕС в необхідних режимах енергоспоживання необхідною умовою є забезпечення необхідної кілько-



сті акумуляторів.

Додатково також необхідно встановити АВР для реалізації дозаряджання акумуляторів від електричної мережі. Додатково пропонується виконати порівняння вищенаведених типів сонячних панелей та навести основні показники в таблиці 1.

Таблиця 1 – Основні показники порівняльного аналізу СЕС

Порівняльний параметр	Тип сонячної електростанції		
	автономний	мережевий	гібридний
Енергонезалежність	+	-	+
Захист від аварійних відключень	+	-	+
Зниження витрат на споживання електричної енергії з мережі	+	+	+
Можливість продажу електричної енергії в мережу	-	+	+
Затрати капіталовкладень	високі	низькі	середні
Термін окупності, років	-	10...15	10...15

Виходячи з наведених даних можна зробити висновок, що в більшості випадків для подолання «блекаутів» багатоквартирним будинком можливо фактично лише з гібридною СЕС. Для загального розуміння особливостей роботи та визначення потужностей СЕС необхідно провести аналіз схеми підключення будинку до електричної мережі та витрату електроенергії приватним будинком в загальному випадку.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кудря С. О. Стан та перспективи розвитку відновлюваної енергетики в Україні // Вісник НАН України. –2021р. –№12. – С. 19-26.
2. Стан і перспективи розвитку малої гідроенергетики, сонячної, вітрової та інших джерел поновлюваної енергії зарубіжних країн та України// Державне підприємство «Національна Енергетична Компанія «УКРЕНЕРГО». –Київ – 2021 –№ 08 –103с.
3. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. Розвиток теплоенергетики та гідроенергетики / [Є.Т. Базеєв Білека Б.Д та ін.] . - Фенікс. -Київ. - 2020. - 399 с.

УДК 621.3

*Лобода В.Б., к.ф.-м.н., професор, Кравченко В.О., к.ф.-м.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

#### ВИКОРИСТАННЯ КОМПЛЕКСНИХ ВЕЛИЧИН ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ СИНУСОЇДАЛЬНОГО СТРУМУ

Комплексні числа в математиці виникають як розширення дійсних чисел. Введення числа  $j$ , яке називається уявною одиницею та визначається як

$$j = \sqrt{-1}$$

приводить до розгляду чисел так званих комплексних чисел виду

$$z = x + yj,$$

де  $x, y$  – дійсні числа,  $j$  – уявна одиниця.

За рахунок цього у математиці з'являється можливість розв'язання квадратних рівнянь з від'ємним дискримінантом, а також знаходження коренів будь-якого рівняння, у якого ліва частина є поліномом степені  $n$ , а права – нуль (в комплексних числах таке рівняння має рівно  $n$  коренів).

Використання комплексних чисел в електротехніці, радіотехніці, теорії сигналів тощо базується на тому, що комплексне число може бути записане також в тригонометричній та показниковій формі

$$z = |z| (\cos \varphi + j \sin \varphi) = |z| e^{j\varphi},$$

де  $|z|$  - модуль,  $\varphi$  - аргумент комплексного числа (вони виражаються через величини  $x$  та  $y$ ). Як наслідок, змінній за гармонічним законом величину можна поставити у відповідність дійсній або уявній частині комплексної функції  $\dot{I}(t)$ , модуль якої дорівнює амплітуді, а аргумент – фазі гармонічної величини:

$$i(t) = I_m \sin(\omega t + \varphi) \Leftrightarrow \dot{I}_m(t) = I_m e^{j(\omega t + \varphi)} = I_m e^{j\varphi} e^{j\omega t} = I_m (\cos(\omega t + \varphi) + j \sin(\omega t + \varphi))$$

Величина

$$\dot{I}_m = I_m e^{j\varphi}$$

називається комплексною амплітудою синусоїдного струму. Однак з практичних міркувань частіше користуються комплексом струму, у якого модуль відповідає не амплітудному, а діючому значенню величини:

$$\dot{I} = I e^{j\varphi}.$$

Аналогічним чином можна записати і інші величини, що характеризують коло (напруги, ЕРС, опір). Хоча опір не є гармонічно змінною величиною, він також характеризується двома складовими – активною і реактивною, які відповідають дійсній та уявній частинам комплексного числа. Такий підхід спрощує розрахунок зсуві фаз між струмом і напругою.

Суть комплексного або символічного методу аналізу кіл полягає у поданні гармонічних струмів, напруг, ЕРС через їх комплексні зображення  $\dot{I}$ ,  $\dot{U}$ ,  $\dot{E}$  та у виконанні над ними дій. Символічний метод дозволяє використовувати для розрахунку кіл змінного струму усі методи розрахунку, які одержані для кіл постійного струму: метод згортання, перетворення зірки в трикутник і навпаки, законів Кірхгофа, вузлових потенціалів, контурних струмів, еквівалентного генератора і накладання, але для розрахунків у цьому випадку використовують комплекси змінних величин. Як наслідок, це дає змогу суттєво спростити розрахунки складних кіл.

*Лобода В.Б., к.ф.-м.н., професор, Хурсенко С.М., к.ф.-м.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

## **МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ТЕОРЕТИЧНОЇ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ІНЖЕНЕРІВ-ЕНЕРГЕТИКІВ**

Глибоке розуміння природи електромагнітних явищ, знання законів та положень теоретичної електротехніки, уміння їх практичного використання завжди було і залишається необхідною умовою якісної підготовки інженерів-енергетиків. Вони повинні добре знати властивості та особливості різних електротехнічних та електронних пристроїв при дослідженні, проектуванні, конструюванні та особливо експлуатації того обладнання, з яким пов'язана їхня професійна діяльність. Майбутній фахівець-енергетик повинен мати високо адаптовані та мобільні професійні знання, уміння та навички, що утворюють основу комплексу професійних компетенцій інженера.

Електротехнічні науки використовують як теоретичні, так і експериментальні методи дослідження, які є важливими для навчального пізнання. На початку викладання електротехнічних дисциплін зазвичай увага здобувачів звертається на окремі спостереження, явища, факти, які дозволяють окреслити весь спектр проблем конкретної дисципліни. У процесі навчання електротехнічними дисциплінами студенти отримують первинні знання при спостереженні за різними фізичними процесами при виконанні лабораторних робіт. У результаті порівняння та аналізу явищ, що спостерігаються, здобувачі можуть приходити до емпіричних узагальнень на основі *індуктивних висновків*, в результаті яких на підставі знання про окремі предмети даного класу формується загальний висновок, що містить знання про всі предмети класу.

Індуктивні принципи пізнання широко застосовуються при викладанні електротехнічних дисциплін. При цьому найчастіше вони пов'язані з обговоренням різних сторін фізичних явищ, характерних для даної дисципліни, у процесі проведення лекцій, практичних занять, виконання розрахунково-графічних робіт тощо. Використання індуктивних принципів навчання є виправданим при низькому рівні знань та розвитку мислення здобувачів, оскільки дозволяють їм абстрагувати та в якомусь сенсі опанувати деякою частиною теоретичних знань. Так, вивчення залежності опору провідника від його довжини, площі поперечного перерізу та роду матеріалу зазвичай відбувається з використанням індуктивного висновку.

У процесі навчання електротехнічним дисциплінам викладач звертає увагу студентів на несуттєві для даної дисципліни ознаки та явища, облік яких тільки ускладнює та заважає розумінню фізичної сутності фізичних процесів, що дозволяє їм навчитися прийомам *абстрагування*. Наприклад, при складанні схем заміщення не враховуються струми намагнічування силових трансформаторів, всі параметри вважаються зосередженими, для напруги вище 1 кВ враховуються тільки індуктивні та ємнісні опори електроенергетичної системи.

Наступними після методів абстрагування в процесі навчання є методи *ідеалізації*, тобто уявне конструювання понять про об'єкти, які не існують насправді, але для яких є прообрази в реальному світі. В результаті студенти знайомляться та починають розуміти процес створення таких наукових ідеалізацій, як повна потужність, реактивна потужність, пряма, зворотна та нульова послідовності. Розуміння студентами методів ідеалізації дозволяє їм перейти до наступного етапу пізнання дійсності – моделювання.

При *моделюванні* реально існуючий електротехнічний об'єкт, що вивчається, замінюється іншим об'єктом – математичною, фізичною або комп'ютерною імітаційною моделлю, яка зберігає в собі необхідні його властивості і взаємозв'язки, і дозволяє шляхом маніпуляцій з моделлю отримувати нові знання. Моделювання електротехнічних об'єктів є одним з основних інструментів пізнання, оскільки багато явищ, наприклад, короткі замикання можуть бути вивчені дослідним шляхом в реальних електротехнічних системах.

При навчанні електротехнічних дисциплін корисними є *навчальні моделі*, які можуть бути сконструйовані як на фізичних принципах, так і шляхом використання спеціалізованих програмних продуктів. Наприклад, при вивченні картин магнітного поля силового трансформатора або електростатичного поля конденсатора можуть використовуватися як фізичні моделі – моделі електричних і магнітних полів за допомогою залізної тириси, так і віртуальні комп'ютерні моделі, що дозволяють побачити картини електромагнітних полів, як у статиці, так і у динаміці.

У процесі навчання студентів електротехнічним дисциплінам необхідно звернути їх увагу на метод *уявного експериментування*, пов'язаний з аналізом явищ, які важко реалізувати на практиці. Наприклад, режим трифазного короткого замикання може бути всебічно вивчений лише в результаті уявного експерименту, оскільки практично він нездійснений.

Також при навчанні здобувачів електротехнічних дисциплін необхідно звернути їхню увагу на *метод аналогій*, який дозволяє перенести знання, отримані щодо будь-якої дисципліни, в іншу дисципліну, вивчену на даний момент. Наприклад, закони аналітичної механіки – рівняння Лагранжа і Гамільтона, можуть бути за аналогією використані при вивченні електротехнічної дисципліни «Електромеханіка», а знання, отримані при вивченні дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» – лінійні ланцюги постійного струму, можуть бути перенесено на дослідження теплових процесів (метод теплоелектричних аналогій).

Застосування нових технологій і нової елементної бази, широке використання комп'ютерної та цифрової техніки в різних галузях виробництва призводить до постійного зростання числа дисциплін, що базуються на ґрунтовній електротехнічній підготовці. Динаміка цього процесу впливає і на традиційні, вже сформовані курси, сприяючи їхній модернізації, появі нових розділів, а іноді і до відображення змін у їх назвах.

Знання електротехніки сприятиме адаптації майбутніх фахівців до постійного змін змісту експериментальних досліджень, підвищення можливості самостійного оволодіння новими навичками у проведенні експериментальних досліджень у процесі вивчення технічних дис-

циплін. Тому однією з основних складових професійної підготовки студентів електротехнічних спеціальностей має стати фундаментальна підготовка, що інтегрує загальнонаукові та загальнотехнічні дисципліни, серед яких дисциплінам електротехнічного напрямку відводиться ключова роль.

УДК 51-37

*Котелевець С. О., старший викладач, СНАУ, м. Суми, Україна*

## ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИМУЛЯЦІЙ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ АБСТРАКТНИХ ПОНЯТЬ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

Для візуалізації абстрактних понять вищої математики, використовують комп'ютерні симуляції. Це дуже актуальна тема, оскільки студенти краще засвоюють складні математичні концепції. Абстрактні поняття вищої математики, такі як комплексні числа, багатовимірні простори, інтеграли та диференціальні рівняння - часто є складними для розуміння студентами. Завдяки комп'ютерним симуляціям можна візуально уявити такі об'єкти у формі графіків, анімацій або інтерактивних моделей. Це допомагає студентам зв'язати теоретичні знання з візуальними представленнями.

Комп'ютерні симуляції дозволяють здобувачам:

1) експериментувати з параметрами задач, спостерігаючи, як зміна вхідних даних впливає на результат. Це перетворює навчальний процес на інтерактивне дослідження, що значно привертає увагу студентів;

2) моделювати реальні фізичні процеси за допомогою математичних методів, що робить матеріал більш практичним і зрозумілим. Математика перестає бути просто набором формул, а стає інструментом для пояснення явищ, що спрощує розуміння її важливості;

3) швидко отримувати зворотний зв'язок, що дає змогу студентам відразу бачити наслідки своїх дій. Це сприяє більш ефективному засвоєнню, оскільки вони можуть навчатися на своїх помилках і краще розуміти, як працює теорія на практиці;

4) бути корисними для різних типів студентів – візуальних, тактильних або аудіальних. Для тих, хто краще розуміє через візуалізацію, такі інструменти є незамінними, оскільки роблять абстрактні концепції доступнішими;

Симуляції є потужним інструментом для поліпшення розуміння абстрактних математичних концепцій, таких як інтеграли, диференціальні рівняння та лінійна алгебра. Вони допомагають студентам візуалізувати процеси, експериментувати з параметрами та миттєво отримувати зворотний зв'язок, що робить складний матеріал більш доступним і зрозумілим.

Однією з найбільших проблем для студентів є уявлення того, що таке площа під кривою, яку обчислюють за допомогою інтегралів. Симуляції дозволяють динамічно показати, як певна крива будується на графіку, і як інтеграл обчислює площу під цією кривою. За допомогою програм, таких як GeoGebra або MATLAB, студенти можуть побачити, як змінюється площа під графіком функції при зміні меж інтегрування або самої функції. Це полегшує розуміння концепцій, пов'язаних з визначеним та невизначеним інтегралом.

Також симуляції можуть продемонструвати методи чисельного інтегрування, такі як метод прямокутників, трапецій або Сімпсона. Студенти можуть бачити, як ці методи наближаються до точного розв'язку, порівнюючи точність різних підходів. Наприклад, зміна кількості підінтервалів у методі трапецій на екрані покаже, як точність інтегралу зростає при збільшенні кількості підінтервалів.

Для багатьох студентів диференціальні рівняння залишаються абстрактними без чіткого уявлення про їх застосування. За допомогою симуляцій можна динамічно моделювати процеси, які описуються диференціальними рівняннями, наприклад, зростання популяції, рух маятника або тепловий потік. MATLAB або Python з бібліотекою Matplotlib можуть створювати анімації, де зміни параметрів (наприклад, початкових умов або коефіцієнтів рівняння) миттєво змінюють вигляд графіка. Це допомагає студентам зрозуміти, як диференціальні рівняння описують динамічні системи в реальному світі.

Лінійна алгебра часто вимагає абстрактного мислення, зокрема, коли йдеться про багатовимірні векторні простори та лінійні перетворення. Тут симуляції дозволяють візуально

представляти вектори, матриці та їх дію на вектори, що значно спрощує розуміння перетворень. Інструменти типу GeoGebra можуть візуально демонструвати, як лінійні перетворення (наприклад, обертання або розтягнення) впливають на вектори в просторі. Студенти можуть побачити, як матриці діють на вектори, змінюючи їхнє положення та форму.

Використання симуляцій не тільки робить процес вивчення цікавішим, але й мотивує студентів більше експериментувати та взаємодіяти з матеріалом. Замість статичного читання та ручного розв'язання задач, студенти стають активними учасниками процесу. Завдяки візуалізації складних процесів, адаптивним можливостям симуляцій та інтерактивній природі цих інструментів, студенти можуть глибше і краще засвоювати матеріал, водночас отримуючи практичний досвід роботи з математичними моделями.

Комп'ютерні симуляції є потужним інструментом для візуалізації абстрактних понять вищої математики, що може значно полегшити навчання і підвищити зацікавленість здобувачів. Подальший розвиток технологій і їх інтеграція в освітній процес допоможе зробити вищу математику доступнішою та цікавішою для студентів.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Климчук, В. М. (2017). Методи комп'ютерної візуалізації у вивченні математичних дисциплін. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна.
2. Король, В. В., Крижановський, В. В. (2018). Математичне моделювання і комп'ютерні симуляції: навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки.
3. Мартинюк, М. Т., Березницька, Л. Г. (2019). Чисельні методи та їх комп'ютерна реалізація. Київ: Видавництво Національного університету "Києво-Могилянська академія".
4. Пономаренко, Л. А., Білецька, О. В. (2020). Методи та засоби візуалізації математичних процесів у комп'ютерному середовищі. Харків: Харківський національний університет радіоелектроніки.

УДК 004.942

*Ребрій А. М. старший викладач, СНАУ, Суми, Україна*

### **ВИКОНАННЯ КРЕСЛЕНЬ З'ЄДНАНЬ У СИСТЕМІ AUTODESK INVENTOR**

В освітньому процесі графічних дисциплін виконуються практичні роботи, метою яких є набуття студентами знань, умінь та навичок, що дозволяють виконувати креслення з'єднань деталей із застосуванням 3D-технології проектування, засобів автоматизації побудови креслення та параметризації. У роботі застосовується програмний продукт САПР Autodesk Inventor, що реалізує технологію цифрових прототипів.

В результаті оформлюється графічна робота «З'єднання роз'ємні», яка містить зображення з'єднань деталей болтом та шпилькою, що є традиційним та відповідає змісту робочої програми дисципліни.

З'єднання деталей болтом.

Виконується спрощене зображення з'єднання деталей болтом. Даними для виконання завдання є діаметр різьблення болта і товщина двох деталей, що з'єднуються відповідно до номера варіанту.

У програмі Autodesk Inventor завантажується файл проекту «Болтове з'єднання», відкривається файл 3D-моделі складального креслення «Болтове з'єднання спрощене зображення», відкривається файл креслення Autodesk Inventor «Болтове з'єднання спрощене зображення». У файлі моделі складального креслення запускається форма (діалогове вікно), що встановлює значення розмірів - необхідно вибрати зі списків діалогового вікна відповідно до варіанту завдання.

Підготовка креслення болтового з'єднання: перейти до файлу креслення «Болтове з'єднання спрощене зображення», змінити умовні позначення болта, гайки та шайби на кресленні, відповідно до значення діаметра та довжини болта. Робота розроблена з метою оптимізації

виконання креслення болтового з'єднання, а також вивчення інструментів створення збірок, параметризації та автоматичної генерації креслень. Розміри елементів деталей «Корпус», «Кришка», «Шайба спрощене зображення» обчислюються за допомогою формул у розмірах ескізів та елементах деталей на основі керуючого параметра користувача.

Параметри деталі «Болт спрощене зображення» зберігаються у таблиці Excel (впровадженій). Правило «Розміри болта» на основі значення параметра користувача встановлює значення параметрів деталі «Болт спрощене зображення» з таблиці Excel (впровадженій). Деталь «Гайка спрощене зображення» містить внутрішню таблицю параметрів: Створення параметричного ряду. Файл збірки «Болтове з'єднання спрощене зображення» містить правила «Розміри» - для передачі значень керуючих параметрів файли параметричних деталей; «Гайка» - щоб вибрати потрібний елемент параметричного ряду в залежності від значення керуючого параметра.

Для зручності застосування моделі складального креслення створено діалогове вікно «Болтове з'єднання» (форма) для завдання розмірів діаметра болта та товщини двох деталей, що з'єднуються за допомогою редактора форм iLogic. Підготовлено креслення для одного з варіантів. Креслення є асоціативним і змінюється автоматично при зміні розмірів діаметра болта і товщини деталей, що з'єднуються в діалоговому вікні «Болтове з'єднання», що істотно скорочує час виконання графічної роботи (креслення) за рахунок скорочення повторюваних операцій.

З'єднання деталей шпилькою.

Моделі параметричних деталей підготовлені заздалегідь. Встановлено зв'язок із таблицею Excel: зберігаються значення параметрів. Ці значення студенти змінюють відповідно до номера варіанту. При оновленні складального креслення модель автоматично перебудується. Бібліотечні компоненти необхідно підібрати згідно з варіантом завдання.

Навчальний процес графічних дисциплін не обмежується виконанням креслень: студенту необхідно знати стандарти на виконання конструкторської документації та можливості автоматизації процесу проектування. Для цього реалізовані інновації, що полягають в автоматизації створення аналогічних деталей, збирання з використанням таблиць, параметризації, розробки програмних кодів; автоматизації інженерних робіт; створення нових інструментів та процесів для скорочення трудомісткості проектування.

УДК 378.147:51

*Котелевець С. О., старший викладач, СНАУ, м. Суми, Україна*

## **ЗАСТОСУВАННЯ АДАПТИВНИХ ПЛАТФОРМ НАВЧАННЯ ДЛЯ ІНДИВІДУАЛІЗАЦІЇ КУРСУ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ**

Традиційні методи викладання вищої математики часто не враховують індивідуальні потреби студентів, що може призводити до нерівномірного засвоєння матеріалу. Сучасні адаптивні платформи дозволяють оптимізувати навчання, налаштовуючи його під індивідуальний темп і рівень знань кожного студента.

Адаптивні платформи навчання, такі як Coursera, Khan Academy та Smart Sparrow, використовують сучасні технології для створення індивідуальних навчальних шляхів, а саме:

**Coursera:** Платформа пропонує курси з вищої математики та інших дисциплін, де система відстежує прогрес студента і рекомендує додаткові матеріали на основі його досягнень. Підтримує персоналізовані рекомендації, включаючи вправи та відео для поглиблення знань. Основні можливості: персоналізовані курси, адаптовані до рівня підготовки студента; автоматизовані оцінки та зворотний зв'язок; рекомендації додаткових матеріалів на основі прогресу.

**Khan Academy:** Безкоштовна освітня платформа, яка використовує алгоритми для адаптації навчального матеріалу під рівень підготовки студента. Система постійно аналізує успіхи студента і підлаштовує складність завдань відповідно до його потреб. Основні мож-

ливості: індивідуальні навчальні плани, які коригуються на основі успіхів студента; інтерактивні вправи та відеоуроки; миттєвий аналіз результатів і підказки для підсилення слабких місць.

**Smart Sparrow:** Адаптивна платформа, що дозволяє викладачам створювати індивідуалізовані навчальні модулі. Використовує алгоритми для налаштування контенту та вправ відповідно до сильних і слабких сторін студента. Основні можливості: можливість створення викладачем адаптивних навчальних модулів; налаштування змісту та завдань відповідно до потреб студента; детальний аналіз результатів для поліпшення навчальних траєкторій.

Ці платформи сприяють індивідуалізації процесу навчання, що особливо важливо у вивченні складних тем, як-от вища математика.

Основні переваги адаптивних платформ для студентів, це:

**Індивідуальний підхід.** Кожен студент отримує персоналізований навчальний план, що враховує його темп та рівень знань.

**Гнучкість:** Можливість навчатися у зручний час і в своєму темпі, що дозволяє краще засвоювати складний матеріал.

**Підвищена мотивація:** Постійний зворотний зв'язок і рекомендації допомагають студентам краще розуміти свої успіхи та недоліки.

**Зосередження на слабких місцях:** Адаптивні платформи автоматично визначають теми, які потребують більше уваги, і пропонують додаткові завдання.

В українських закладах вищої освіти активно використовується адаптивна платформа Moodle для вивчення вищої математики. Moodle допомагає індивідуалізувати процес навчання, підвищуючи його ефективність і гнучкість. До практичних прикладів застосування платформи Moodle у навчальному процесі можна віднести:

**1. Індивідуальні навчальні траєкторії:** Викладачі створюють курси, де студенти виконують початкове тестування, після чого отримують персоналізовані завдання та матеріали для вивчення складних математичних тем, таких як лінійна алгебра або диференціальні рівняння.

**2. Автоматизоване оцінювання:** В Moodle можна створювати тести з автоматичним оцінюванням, що дозволяє миттєво отримувати зворотний зв'язок щодо результатів. Це особливо корисно для математичних дисциплін, де студенти можуть одразу побачити правильні відповіді та пояснення до помилок.

**3. Форуми та обговорення:** Викладачі використовують Moodle для організації дискусій у форумах, де студенти можуть обговорювати складні математичні задачі та ділитися рішеннями. Це сприяє розвитку колективного навчання.

**4. Мультимедійні матеріали:** Платформа дозволяє викладачам інтегрувати відеоуроки, інтерактивні графіки та симуляції, що полегшує вивчення складних математичних понять, таких як власні вектори, або ітераційні методи розв'язання рівнянь.

**5. Відстеження прогресу:** Викладачі можуть використовувати інструменти моніторингу прогресу студентів у режимі реального часу, що допомагає вчасно надавати індивідуальні рекомендації або додаткові завдання для поліпшення результатів.

Отже, використання адаптивних платформ значно підвищує результативність навчання, зокрема в технічних і математичних дисциплінах, де потрібне поступове засвоєння матеріалу та опрацювання складних тем. Адаптивні платформи є ефективним інструментом для індивідуалізації навчання вищої математики, оскільки вони дозволяють краще адаптувати навчальний процес під кожного студента. Їх використання сприяє підвищенню зацікавленості та успішності студентів, а також оптимізує роботу викладачів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шиян Р.Б. "Адаптивне навчання у вищій школі України: можливості та виклики" – Науковий вісник Ужгородського університету, 2019.
2. Морзе Н.В. "Інформаційно-комунікаційні технології у вищій освіті: Використання адап-



тивних платформ" – Освітні інновації, 2020.

3. Ковальчук В.В. "Ефективність використання електронних навчальних платформ у вищій школі" – Вісник Київського національного університету, 2020.

УДК 378.147

*Ребрій А. М. старший викладач, СНАУ, Суми, Україна*

## **ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОВЕННЯ ЗАНЯТЬ ПО ДИСЦИПЛІНІ «НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ»**

Кінцевою метою освіти та основною характеристикою її якості слід назвати професійну компетентність фахівця, яка передбачає фундаментальну, науково-технічну підготовку, здатність швидко опановувати нові знання.

Загально-технічна підготовка має бути частиною цілісної професійної підготовки студента. Однією з базових дисциплін технічної освіти є нарисна геометрія. Навчальний процес з нарисної геометрії включає такі форми навчання: лекції, практичні заняття, самостійну роботу, виконання індивідуальних графічних завдань, контроль знань з тем курсу, іспит. У традиційній системі організації навчального процесу лекціям приділяється основне місце серед форм навчання, спрямованих на теоретичну підготовку. Вони мають виконувати такі дидактичні функції: постановка та обґрунтування завдань навчання, ознайомлення та засвоєння нових знань, прищеплення інтелектуальних навичок та умінь, мотивація студентів до подальшої навчальної діяльності, інтегрування дисципліни з іншими дисциплінами.

Як відомо, курс лекцій з нарисної геометрії містить великий обсяг графічного матеріалу, що включає наочні зображення та проєкційні креслення. Нарисна геометрія викладається на першому курсі, коли відбувається процес адаптації студента до системи навчання.

У викладанні загально-технічних та спеціальних дисциплін широко використовуються засоби зорової наочності: моделі, макети, схеми. Однак при читанні лекцій з нарисної геометрії для потоку студентів неможливе використання моделей та плакатів з наочними зображеннями. Тому як носії зорової навчальної інформації, яку використовують студенти, пропонується роздатковий матеріал.

У більш складних розділах курсу лекцій (наприклад, у темах побудови лінії перетину поверхонь, розгорток поверхонь) наочні зображення є допоміжними при поясненні теоретичного матеріалу, на них пояснюється логічна сутність теорії та загальний принцип розв'язання задачі.

Будь-яка творча робота, в тому числі і навчальна, повинна включати діяльність, пов'язану з вивченням і переосмисленням наявного досвіду, аналізом технічних прототипів, аналогів, перетворенням вихідних даних.

Сучасні комп'ютерні технології дозволяють різко підвищити доступність сприйняття теоретичних основ контурної геометрії, ефективність навчального процесу. Студенти широко використовують для самостійного вивчення доступні в Інтернеті електронні підручники, де текстова інформація супроводжується анімаційними роликами.

Однак виникає реальна небезпека заміни суті інформації способом її подачі, і аудиторія, відкинувши ручки та олівці, перетворюється з активного учасника освітнього процесу на пасивного спостерігача, що розглядає картинки та ефекти. Особливості сприйняття вимагають постійної зміни форм подачі матеріалу: необхідно використовувати навчальний матеріал у вигляді анімації та малюнків. З наочності необхідно навчитися отримувати інформацію про способи вирішення завдань, послідовність виконання дій, наочність повинна наштовхувати студента на узагальнення та постановку нових завдань, іншими словами, розвивати інтелектуальні творчі та пізнавальні здібності студентів. Але треба знайти ту грань, де наочність не заміняла б здатність оперування проєкціями геометричних образів.

Метод викладання нарисної геометрії з використанням комп'ютерних технологій як засобу, що замінює традиційну форму навчання, знаходить дедалі більше застосування.

Запропонована методика при читанні лекцій з нарисної геометрії дає можливість використовувати максимально лекційний час на викладання основних теоретичних та прикладних положень курсу; підвищити ефективність навчання, збільшити темп викладання лекцій, що дає змогу ширше використовувати нетрадиційні методи читання лекцій; розвинути просторову уяву.

УДК 378.14:51

*Котелевець С. О., старший викладач, СНАУ, м. Суми, Україна*

## **ОНЛАЙН-ТЕСТИ ТА ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАТЬ З ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ**

В умовах сучасного освітнього процесу онлайн-тести та цифрові інструменти стали важливими засобами для оцінювання знань студентів з вищої математики. Переходячи до дистанційного навчання, викладачі та студенти виявили потребу в ефективних методах оцінювання, які забезпечують зручність, оперативність та точність. Традиційні методи оцінювання знань, такі як письмові контрольні роботи, займають багато часу у викладачів на перевірку і не завжди забезпечують оперативний зворотний зв'язок, що може уповільнювати процес навчання. Використання онлайн-тестів для оцінювання знань дозволяє автоматизувати процес перевірки, підвищити оперативність отримання результатів, а також покращити якість зворотного зв'язку для студентів. Це стає особливо важливим у наш час, коли здобувачі навчаються дистанційно або за змішаною формою.

Вища математика, як дисципліна, що охоплює широкий спектр абстрактних концепцій і складних задач, вимагає інноваційних підходів до оцінювання знань студентів. У сучасному світі, де технології розвиваються стрімкими темпами, традиційні методи оцінювання все частіше доповнюються онлайн-тестами та цифровими інструментами. Це відкриває нові можливості для підвищення швидкості та ефективності оцінювання. Онлайн-тести забезпечують автоматичне оцінювання, що суттєво скорочує час, необхідний на перевірку робіт. Це дозволяє викладачам зосередитися на інших важливих аспектах освітнього процесу, таких як індивідуальна підтримка студентів. Онлайн-тести стали важливим інструментом, що дозволяє викладачам використовувати різноманітні формати завдань для комплексного оцінювання знань з вищої математики. Серед них виділяють такі типи завдань:

– **Завдання на множинний вибір:** Цей формат дозволяє студентам обирати правильну відповідь з кількох варіантів. Це зручно для оцінювання теоретичних знань та розуміння ключових понять, таких як властивості функцій або правила інтегрування.

– **Відкриті питання:** Студенти можуть надавати письмові відповіді, що дозволяє оцінити їхнє вміння формулювати міркування та виконувати аналітичні розрахунки. Цей формат є корисним для розв'язання задач, пов'язаних з диференціальними рівняннями чи доказами теорем.

– **Задачі на обчислення:** Студенти можуть розв'язувати практичні задачі, виконуючи обчислення у реальному часі. Це дає змогу перевірити їхні навички у виконанні математичних обчислень та застосуванні теоретичних знань на практиці.

Графічні завдання є невід'ємною частиною онлайн-тестів з вищої математики, оскільки вони дозволяють студентам візуалізувати абстрактні концепції та зрозуміти складні математичні явища. Візуалізація допомагає краще усвідомлювати взаємозв'язки між різними математичними об'єктами, такими як функції, графіки, площі під кривими, тощо. Студенти можуть отримати завдання на побудову графіків функцій. Це завдання вимагає знання основних властивостей функцій, таких як зростання, спадання, асимптоти, та екстремуми. Наприклад, побудова графіка квадратичної функції може продемонструвати студентам, як зміна параметрів впливає на форму графіка. Здобувачам пропонується аналізувати готові графіки функцій, визначаючи їхні ключові характеристики, такі як нулі, максимуми, мінімуми, і точку перетворення. Це дозволяє перевірити їхню здатність розуміти та інтерпретувати графічну

інформацію. Студенти можуть працювати з графіками, що ілюструють математичні моделі, такі як лінійні системи, диференціальні рівняння або векторні поля. Це допомагає їм краще зрозуміти концептуальні основи математичних моделей.

Попри численні переваги онлайн-тестів, їх впровадження супроводжується рядом проблем і викликів, які можуть впливати на ефективність оцінювання та якість навчання, а саме: *Технічні проблеми* (не всі студенти мають рівний доступ до Інтернету та комп'ютерів, що може створювати нерівність у можливостях проходження тестів. Технічні збої під час проведення онлайн-тестів можуть призвести до втрати даних або затримок, що негативно вплине на досвід студентів); *Проблеми з академічною доброчесністю* (онлайн-тести можуть бути вразливими до списування та інших форм шахрайства. Студенти можуть отримувати допомогу під час тестування, що ставить під сумнів справжність їхніх знань); *Психологічний тиск на студентів* (дистанційне навчання та онлайн-тестування можуть викликати стрес у студентів, які звикли до традиційних методів оцінювання. Тривога під час проходження тестів може вплинути на їхні результати); *Недостатня підготовка викладачів* (викладачі можуть не мати достатніх знань і навичок для ефективного використання онлайн-платформ для тестування. Це може призвести до неефективного створення тестів і недостатнього зворотного зв'язку для студентів. Професійний розвиток та навчання для викладачів є необхідними для підвищення якості онлайн-оцінювання).

Впровадження онлайн-тестів у вищій математиці стикається з багатьма викликами, від технічних проблем до питань академічної доброчесності та психологічного тиску на студентів. Для забезпечення їхньої ефективності необхідно вжити заходів для подолання цих викликів, зокрема покращити доступ до технологій, підтримувати академічну доброчесність і забезпечувати належну підготовку викладачів. Лише так можна досягти успіху в адаптації онлайн-тестування до потреб сучасної освіти

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Ковальчук, Т. В. (2019). Ефективність онлайн-тестування в процесі навчання математики. Наукові записки НаУКМА.
2. Дьячков, О. І., Губернева, Н. В. (2020). Використання інформаційних технологій в освіті: практичні аспекти. Київ: Видавництво «Київський університет».
3. Мельник, І. В. (2020). Академічна доброчесність у контексті онлайн-оцінювання. Вісник Чернігівського національного технологічного університету.
4. Ломакіна, В. О., Тарасенко, В. В. (2021). Цифрові інструменти для оцінювання знань з математики. Освіта і інформаційні технології.

УДК 378.147

*Рибенко І.О, старший викладач, СНАУ, Суми, Україна*

#### **ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ГРАФІЧНИХ ДИСЦИПЛІН.**

На етапі розвитку суспільства вирішення завдань інженерної діяльності пов'язані із застосуванням автоматизованих систем проектування (САПР) з урахуванням електронно-обчислювальної техніки. Графічні дисципліни складають основу інженерної освіти та формують базові знання, необхідні для вивчення спеціальних дисциплін.

Графічна підготовка студентів технічних напрямів становить основу інженерної освіти. Зміни у освітніх стандартах призвели до перегляду змісту та методики викладання графічних дисциплін. Дисципліни складаються з трьох розділів "Нарисна геометрія", "Інженерна графіка", "Комп'ютерна графіка". Викладання розділу комп'ютерна графіка орієнтоване на використання графічного редактора Autodesk Inventor. При викладанні нового теоретичного матеріалу рекомендується застосовувати лекції-візуалізації на основі комп'ютерних презентацій та ресурсів Інтернету. При проведенні практичних занять у діяльність студента входить виконання завдання в ручному варіанті та подальше виконання креслень у системі автоматизо-

ваного проектування з використанням 2D та 3D моделювання.

Інженерна та комп'ютерна графіка відносяться до професійного циклу дисциплін і включені до базової частини навчального плану підготовки бакалаврів. В результаті освоєння дисциплін студенти повинні знати: Державні стандарти, необхідні для розробки та оформлення графічних конструкторських документів (креслень та схем), у тому числі автоматизованим способом, правила виконання креслень деталей, складальних одиниць, стандартних виробів, принципи побудови схем та методи моделювання геометричних форм у сучасних графічних САПР. Вміти подумки уявляти форму предметів та їх взаємне розташування у просторі, виконувати і читати креслення, використовувати засоби автоматизованого проектування.

Роботи за розділом «Нарисна геометрія» виконуються студентами на ватмані з використанням креслярських інструментів без використання графічних редакторів. Розділ «Інженерна графіка» передбачає вирішення завдань традиційним способом із подальшим використанням графічного редактора. Розділ «Комп'ютерна графіка» знайомить студентів із сучасними можливостями систем САПР. У ході вивчення дисциплін під час самостійного опрацювання матеріалу студенти використовують методичну літературу та Інтернет-ресурси.

При такому підході вивчення комп'ютерної графіки не зводиться лише до ознайомлювального рівня, а дозволяє повніше вивчити графічну програму. Робота на комп'ютерах не просто вивчення графічного пакета, а продовження вивчення інженерної графіки.

Підходи до змісту геометро-графічних дисциплін різні і викликають у професорсько-викладацькому середовищі чимало суперечок. Представники традиційної школи наполягають, що нарисна геометрія це обов'язкова складова геометричної підготовки майбутнього фахівця, оскільки вона допомагає розвивати просторове мислення.

На їхню думку, студенти повинні вивчати комп'ютерні технології створення креслення після освоєння методів креслення. Спочатку вирішення позиційних та метричних завдань, а потім перехід до сучасних технологій креслення. Комп'ютер розглядається як електронний кульман для створення 2D-креслення.

Інші вчені вважають, що у вік комп'ютерних технологій комп'ютерну графіку слід розглядати як єдине ціле з інженерною графікою.

Отже, процес навчання має бути організований таким чином, щоб поєднувалося ручне та комп'ютерне виконання креслень.

Кожен бакалавр, який вивчає геометро-графічні дисципліни, повинен володіти креслярським інструментом і вміти виконати креслення традиційним способом, тому без ручного креслення не обійтись. Поєднання традиційних та інноваційних способів підготовки інженерних креслень дозволить підвищити у студентів загальний рівень професійної підготовки.

УДК 378.147:51

*Котелевець С. О., старший викладач, СНАУ, м. Суми, Україна*

## **РОЛЬ ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ У ПРОЦЕСІ ВИКЛАДАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ**

У зв'язку з ситуацією, що склалася зараз у країні в цілому і в регіоні зокрема, дистанційне навчання стало єдиною доступною формою в системі освіти. Воно потребує забезпечення постійної комунікації та зворотного зв'язку усіх учасників навчального процесу. Викладачі мають подавати навчальний матеріал за допомогою цифрових технологій, контролювати виконання завдань і допомагати в їх розв'язанні. Стало очевидним, що викладачу не легко перенести традиційні пари в онлайн-формат, адже слід володіти методиками саме дистанційного навчання, тут необхідні нові підходи для донесення інформації до здобувачів, а також налагодження зворотного зв'язку.

Зворотний зв'язок є невід'ємною частиною навчального процесу, особливо у викладанні складних дисциплін, таких як вища математика. Він дозволяє не тільки оцінювати успішність студентів, але й допомагає у глибшому розумінні складних концепцій. Вища математика часто викликає труднощі у студентів через свою абстрактність, тому ефективний

зворотний зв'язок є ключовим для підтримки мотивації та покращення успішності, а також допомагає студентам усвідомити свої сильні та слабкі сторони, вдосконалити свої знання та вміння.

Зворотний зв'язок допомагає студентам вчасно виявляти помилки у розв'язанні математичних задач і краще зрозуміти матеріал. Студенти отримують можливість своєчасно виправити помилки та уникати їх у майбутньому.

Він також сприяє розвитку навичок самоконтролю та самооцінки, що є важливим для успішного вивчення математики.

Існують такі види зворотного зв'язку:

**Формативний зворотний зв'язок:** це безперервний процес надання студентам інформації про їхній прогрес під час навчання. Він допомагає коригувати знання в реальному часі, дозволяючи студентам вчасно виправляти помилки та вдосконалювати свої навички. Формативний зворотний зв'язок особливо корисний для підтримки активного навчання, адже дає змогу студентам зрозуміти, на чому варто зосередитися для досягнення кращих результатів, і мотивує їх до постійного самовдосконалення.

**Сумативний зворотний зв'язок:** надається після завершення певного етапу навчання, наприклад, після екзамену, контрольної роботи чи іншого оцінювання. Він підсумовує успіхи студента та оцінює загальний рівень його знань і досягнень. Сумативний зворотний зв'язок зазвичай використовується для підбиття підсумків навчального періоду й не передбачає негайного коригування помилок, але може слугувати основою для подальшого вдосконалення знань.

Зворотній зв'язок впливає на розуміння складних математичних концепцій. При вивченні складних тем, таких як диференціальні рівняння, інтеграли або лінійна алгебра, зворотний зв'язок відіграє важливу роль у допомозі студентам зрозуміти їхні помилки та отримати правильне уявлення про математичні процеси. Він дозволяє студентам переглянути свої рішення, скоригувати хибні міркування та отримати більш глибоке розуміння матеріалу.

Конструктивний зворотний зв'язок підвищує мотивацію студентів до подальшого навчання, оскільки вони відчувають підтримку та впевненість у своїх силах.

Регулярний зворотний зв'язок сприяє поступовому покращенню знань та розумінню. Викладачі можуть швидко реагувати на труднощі студентів і відповідно адаптувати методику викладання.

Існують деякі проблеми зворотного зв'язку у процесі викладання вищої математики. Викладачі часто стикаються з браком часу для надання детального зворотного зв'язку кожному студенту, особливо у великих групах. Зворотний зв'язок надається занадто пізно після завершення завдання або тесту, що знижує його ефективність. Студенти втрачають можливість негайно виправити свої помилки. Зворотний зв'язок іноді буває загальним і не дає студентам чіткого розуміння того, де саме були зроблені помилки або як їх виправити. Зі сторони психологічного аспекту - критичний зворотний зв'язок може негативно вплинути на самооцінку студентів і демотивувати їх, особливо у складних темах, як-от диференціальні рівняння чи математичний аналіз. В залежності від того, який рівень академічної підготовки мають студенти, вони можуть по-різному сприймати зворотний зв'язок, що ускладнює процес персоналізації і коригування навчання.

Для подолання цих викликів важливо інтегрувати ефективні методи зворотного зв'язку, зокрема використання технологій для автоматизації процесу та фокусування на своєчасному, змістовному і позитивному зворотному зв'язку.

Отже, зворотний зв'язок є потужним інструментом, який має велике значення для вдосконалення навчання вищої математики. Його правильне та своєчасне застосування дозволяє підвищити рівень залученості здобувачів, покращити їхні успіхи у вивченні складних тем, а також сприяє розвитку критичного мислення та саморефлексії. Для максимізації користі зворотного зв'язку важливо інтегрувати його в освітній процес системно, забезпечуючи збалансоване поєднання формативного та сумативного підходів, а також використовуючи сучасні цифрові інструменти для підвищення ефективності зворотного зв'язку.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Крамаренко, Т. Г., Матвеев, М. В. (2019). Моделі та засоби надання зворотного зв'язку у навчанні математичних дисциплін. Наукові записки НУК.
2. Гуржій, А. М., Ковальчук, В. М. (2020). Методи надання зворотного зв'язку в дистанційному навчанні. Інформаційні технології та засоби навчання.
3. Ломакіна, В. О. (2020). Формативний і сумативний зворотний зв'язок: порівняльний аналіз ефективності в навчанні математики. Проблеми сучасної педагогіки та освітніх технологій.
4. Сидоренко, О. О. (2022). Інноваційні підходи до зворотного зв'язку у дистанційному викладанні математичних дисциплін. Сучасні проблеми освіти та науки.

*Хурсенко С.М., к.ф.-м.н., доцент, Лобода В.Б., к.ф.-м.н., професор, СНАУ, Суми, Україна*

## РОЛЬ ПЕДАГОГІЧНОЇ МАЙСТЕРНОСТІ ВИКЛАДАЧА ПРИ АКТИВІЗАЦІЇ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ-АГРОІНЖЕНЕРІВ

У процесі пізнавальної діяльності здобувачі вищої освіти повинні опановувати не лише знання, а й оволодівати способами діяльності, що передбачає поступове включення до складніших видів діяльності, перехід від репродуктивної до творчої діяльності, від відтворення отриманих знань до самостійного вирішення складніших пізнавальних завдань тощо. Активізація пізнавальної діяльності передбачає стимуляцію, посилення процесу пізнання.

Майстерність викладача при управлінні пізнавальною діяльністю студентів на заняттях залежить від багатьох факторів. Одним із найважливіших є вміння педагога зробити свій предмет цікавим для студентів. Пізнавальний інтерес виступає і як засіб живого, захоплюючого студента навчання, і як сильний мотив навчання, і як стійка риса особистості студента, яка зрештою сприяє її спрямованості.

Основним шляхом формування аналітичного та творчого мислення є використання активних методів навчання. Для формування у студентів звички активно мислити викладач має, перш за все, пробудити в них інтерес до дисципліни, до активного виконання різних навчальних завдань, тобто включити студентів у процес самостійного набуття знань. Розглянемо форми та рекомендації щодо організації навчального процесу, які покликані пробудити підвищений інтерес до дисципліни.

*Лекційні заняття.* Часто лекції називають пасивним методом і піддають різкій критиці. Це справедливо, коли викладач веде монолог без постановки питань та проблем, читає лекцію, викладаючи лише зміст наукових положень, що не захоплює молодь. Активізація пізнавальної діяльності студентів на лекції протікає найбільш успішно, коли викладач під час читання лекції постійно розмірковує, знайомить студентів із різними протилежними точками зору. Лекція з елементами проблемного викладання полягає в тому, що викладач висуває навчальні проблеми, створює проблемні ситуації, звертає увагу студентів на необхідність їх вирішення, залучає студентів до активної навчальної діяльності. Можна сформулювати такі рекомендації щодо підвищення майстерності педагога при проведенні лекційних занять:

- будь-яка лекція повинна мати проблемний характер, тобто починатися з постановки проблеми;
- використання на лекції прикладів із сучасної інженерної практики замість абстрактних прикладів;
- створення на кожній лекції проблемної ситуації;
- впровадження методу контрольних питань, покликаних забезпечити зворотний зв'язок між педагогом та аудиторією;
- виділення частини матеріалу на самостійне вивчення, але з обов'язковим контролем.

*Практичні заняття.* Розв'язання пізнавальних завдань максимально мобілізує та розвиває такі розумові операції, як аналіз та синтез, абстрагування, порівнювання, конкретизація,

узагальнення. При проведенні практичних занять доцільно дотримуватися наступних рекомендацій:

- ретельний підбір прикладів і завдань з урахуванням спеціальності;
- посилення питань аналізу та критичної оцінки розв'язання задачі;
- диференціація розв'язуваних в аудиторії завдань з урахуванням рівня знань кожного студента;
- посилення ролі курсових та домашніх завдань;
- посилення систематичного контролю поточної успішності студентів;
- залучення до роботи всіх студентів;
- використання технічних засобів контролю для збільшення обсягу інформації зворотного зв'язку.

*Нетрадиційні форми занять.* Крім традиційних лекцій та практичних занять, рекомендується проводити заняття у таких формах, як конференція, екскурсія, конкурс, тренінг, ділова гра тощо:

- *заняття-конференція* допомагає майбутньому фахівцю у розвитку здібностей відбирання та узагальнювання інформації, послідовного викладання думки, вміння виступати публічно;
- *заняття-екскурсія* забезпечує зв'язок із практичною діяльністю, реально працюючими підприємствами та організаціями, фахівцями;
- *заняттям контролю та корекції знань* забезпечують зворотний зв'язок, показуючи і студенту, і викладачеві результат спільної праці;
- *заняття-тренінг* сприяє формуванню вміння креативно мислити, працювати у групі, приймати вірні рішення;
- *ділова гра* проводиться для вирішення комплексних завдань закріплення матеріалу, розвитку творчих здібностей, формування загальнонавчальних та спеціальних умінь.

Таким чином, активізація пізнавальної діяльності студента без розвитку пізнавального інтересу неможлива. У процесі навчання необхідно систематично збуджувати, розвивати та зміцнювати пізнавальний інтерес студентів як мотив навчання, як стійку рису особистості, як потужний засіб навчання, підвищення його якості. Особливого значення у вирішенні проблеми активізації пізнавальної діяльності студентів набуває подальше вдосконалення форм та методів навчання, а також підвищення педагогічної майстерності викладачів.

УДК 378.147

*Рибенко І.О., старший викладач, СНАУ, Суми, Україна*

## **КОМП'ЮТЕРНИЙ ПІДХІД ДО ВИКЛАДАННЯ ГРАФІЧНИХ ДИСЦИПЛІН**

Однією з основних дисциплін підготовки спеціаліста технічного спрямування є «Нарисна геометрія та технічне креслення», яку студенти зазвичай вивчають на першому курсі. Проте опанування цієї дисципліни ускладнюється низкою чинників. По-перше, адаптація студентів до вимог вищої школи. По-друге, відсутність базових знань із креслення.

Традиційне викладання дисципліни не приносить відчутних результатів, тому в навчання впроваджуються сучасні методи - інформаційні технології.

При вивченні будь-якого алгоритму нарисної геометрії потрібно представити тривимірні моделі, які раніше демонструвалися на плакатах або викреслювалися на дошці викладачем, пізніше їх демонстрували у вигляді слайдів або 3D-зображень, підготовлених на комп'ютері. Однак студенти при цьому були пасивними спостерігачами і процес навчання не був таким ефективним. Сучасний стан оснащення навчального процесу комп'ютерною технікою дозволяє студентам брати активну участь у процесі навчання.

Предметом нарисної геометрії та технічного креслення є представлення методів побудови зображень просторових форм на площині та способів розв'язання задач геометричного характеру за заданими зображеннями цих форм. Студент, майбутній інженер, який не вміє читати та розробляти креслення на папері, не зможе осмислено зробити це і на комп'ютері.

Важливо поєднувати разом традиційні та комп'ютерні технології. Комп'ютерні технології повинні спростити деякі види рутинної роботи на заняттях, а також сприяти реалізації творчого потенціалу студентів, дати їм можливість за допомогою сучасних технологій реалізувати свої задуми.

На старших курсах для виконання курсових та дипломних проектів студентам також знадобляться навички володіння комп'ютерною графікою. В процесі виконання креслень студенти отримують навички щодо оформлення креслень деталей, створення електронних моделей деталей та роботи з довідковою літературою.

Актуальність ефективного вивчення комп'ютерної графіки є очевидною. Графічна підготовка студентів технічного вишу має враховувати, що студенти першого курсу, як правило, не готові одразу приступити до вивчення комп'ютерної графіки, оскільки відсутні знання щодо побудови та оформлення зображень. Виконання частини креслень на папері з використанням традиційних креслярських інструментів є обов'язковим. Застосування тривимірної комп'ютерної графіки в процесі навчання сприяє більш якісному засвоєнню основних понять, методів, придбання практичних навичок і умінь, розвитку просторового мислення. І як наслідок, підвищується ефективність самостійної роботи студентів, покращується якість виконаних графічних робіт.

У ході виконання графічних робіт було встановлено що, якщо студент знає основи роботи на комп'ютері і має достатню частку допитливості, виконання будь якого завдання займе набагато менше часу, ніж виконання тієї ж роботи олівцем, тут перевага комп'ютерного виконання однозначна. Але, робота на комп'ютері неможлива без знання алгоритмів її виконання.

Таким чином, можна зробити висновок, що найефективнішим способом є побудова деталі в комп'ютерній програмі, а потім, маючи вже уявлення про неї, побудова на аркуші паперу. Завдяки цьому способу студент може заздалегідь уявити модель деталі і йому буде простіше накреслити її на аркуші.

Сучасні технології полегшують роботу. Але не завжди є можливість зробити все на комп'ютері або за допомогою інших інформаційних технологій. Також цінне для студентів та проектувальників уміння працювати вручну.

Таким чином, комп'ютерні методи, полегшують конструктору роботу побудови креслень, тим самим розширюють можливості студентів - майбутніх проектувальників.

УДК 378.147:51

*Котелевець С. О., старший викладач, СНАУ, м. Суми, Україна*

## ГЕЙМІФІКАЦІЯ У ВИКЛАДАННІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

Гейміфікація в освітньому процесі стає дедалі популярнішим інструментом підвищення мотивації студентів та покращення їхньої залученості до навчання. У викладанні вищої математики цей підхід дозволяє створювати більш інтерактивне та динамічне навчальне середовище, де складні абстрактні концепції стають зрозумілішими і легшими для засвоєння.

Гейміфікація — це процес інтеграції ігрових елементів і механік у неігрові контексти з метою підвищення мотивації, зацікавленості та ефективності виконання завдань. У навчанні, зокрема у викладанні вищої математики, гейміфікація передбачає використання таких елементів, як:

**Бали** – система нарахування балів за виконання певних завдань або досягнень у навчанні. Це допомагає створити конкурентне середовище, де студенти прагнуть заробити більше балів, виконуючи складні математичні задачі, що сприяє їхньому активному залученню в процес навчання.

**Рівні або етапи** – прогрес у навчанні організовується у вигляді рівнів або етапів, кожен з яких представляє нову тему або математичну проблему. Наприклад, при вивченні диференціальних рівнянь студенти можуть проходити від базових понять до складніших, з кожним



рівнем підвищуючи свою компетентність.

**Досягнення (бейджі)** – це віртуальні нагороди, які студенти отримують за певні успіхи або досягнення у навчанні. Наприклад, бейдж за успішне розв’язання складного рівняння або за активну участь в обговоренні математичних задач. Бейджі є стимулом для студентів до подальшого вдосконалення та змагальності.

**Лідерборди (таблиці лідерів)** – рейтингова система, де відображаються результати студентів, що досягають найкращих результатів у певних завданнях. Це створює елемент змагання, що може мотивувати студентів покращувати свої результати, змагаючись із одногрупниками.

**Квести або місії** – завдання або серії завдань, об’єднані в певну "місію" чи "квест". Наприклад, при вивченні інтегралів студенти можуть отримати місію вирішити певну кількість задач за визначений час, застосовуючи вивчені методи. Це робить процес навчання динамічнішим і заохочує студентів до вирішення проблем через активне залучення.

**Змагання та виклики** – організація навчання у формі змагань, де студенти можуть брати участь у математичних "поєдинках" або розв’язувати складні завдання на час. Це стимулює студентів вдосконалювати свої навички та швидкість вирішення задач.

Гейміфікація у викладанні вищої математики спрямована на створення умов, де студенти активно взаємодіють із матеріалом та один з одним. Це дозволяє зробити навчальний процес цікавішим, зменшити стрес від складності матеріалу та підвищити залученість студентів. Викладачі можуть використовувати ці механіки для перетворення абстрактних математичних понять у зрозумілі та інтерактивні завдання, що підвищує ефективність навчання.

Враховуючи вищезазначене, можна виділити ключові переваги гейміфікації, які сприяють ефективному освітньому процесу.

**Підвищення мотивації студентів:** Гейміфікація створює умови для залучення студентів до освітнього процесу. Ігрові елементи, такі як бали, досягнення та змагання, стимулюють студентів активно брати участь у навчанні. Мотивація підвищується завдяки елементам конкуренції, що заохочують студентів досягати кращих результатів і виконувати більше завдань.

**Залучення до активного навчання:** Використання ігрових механік сприяє тому, що студенти стають активними учасниками навчального процесу, а не пасивними спостерігачами. Гейміфікація допомагає трансформувати традиційні лекції в інтерактивні заняття, де студенти можуть експериментувати, досліджувати та вирішувати проблеми.

**Покращення засвоєння матеріалу:** Гейміфікація допомагає розкласти складні абстрактні концепції вищої математики на простіші завдання, що легше засвоюються. Наприклад, студенти можуть проходити через серії рівнів, що поступово ускладнюються, що дозволяє їм закріплювати знання на практиці та застосовувати їх у різних контекстах.

**Індивідуалізація навчання:** Гейміфікація може бути адаптована до різних рівнів знань студентів. Викладачі можуть створювати завдання, які підходять для студентів з різними рівнями підготовки, що забезпечує індивідуальний підхід до навчання. Це особливо важливо у вищій математиці, де рівень підготовки може суттєво відрізнятися.

**Розвиток критичного мислення та проблемних навичок:** Гейміфікація часто включає завдання, що вимагають аналітичного мислення і розв’язання проблем. Студенти повинні вчитися оцінювати різні підходи до вирішення задач, що сприяє розвитку їхніх критичних і творчих навичок. У вищій математиці це важливо для розуміння і застосування складних концепцій.

**Стимулювання командної роботи:** Гейміфікація може включати елементи командної роботи, що сприяє співпраці між студентами. Спільне виконання завдань, участь у групових змаганнях допомагає розвивати комунікативні навички і вміння працювати в команді. Це важливо для студентів, оскільки у майбутньому їм доведеться працювати в колективах, де необхідна взаємодія та обмін ідеями.

**Зниження стресу та тривоги:** Гейміфікація може зменшити стрес, пов’язаний із традиційними методами оцінювання. Коли навчання перетворюється на гру, студенти стають менш схильними до страху перед помилками. Це створює більш сприятливу атмосферу для

навчання і дослідження нових концепцій.

**Формування позитивного іміджу математики:** Гейміфікація може допомогти змінити ставлення студентів до вищої математики, перетворюючи її на цікаву і захопливу дисципліну. Позитивні емоції, пов'язані з іграми, можуть спонукати студентів більше цікавитися предметом і прагнути до його вивчення.

Вища математика є специфічною дисципліною, де не всі ігрові механіки можуть бути легко інтегровані в навчальний процес. Зосередження уваги виключно на ігрових елементах може відволікати студентів від основної мети – засвоєння глибоких математичних концепцій. Гейміфікація є потужним інструментом у викладанні вищої математики, що може підвищити мотивацію студентів і зробити складний матеріал більш доступним і зрозумілим. Проте для досягнення найкращих результатів важливо зберігати баланс між ігровими елементами та глибиною засвоєння теоретичних знань. Інтеграція гейміфікації повинна бути продуманою та адаптованою до специфіки математичних дисциплін, щоб забезпечити не лише зацікавленість студентів, але й глибоке розуміння матеріалу.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Пироженко, О. В. (2019). "Гейміфікація як засіб активізації навчального процесу у вищій школі".
2. Кузьмін, В. О. (2019). "Сучасні інформаційні технології в освіті".
3. Коваленко, І. В. (2020). "Інноваційні технології в освіті: гейміфікація в навчальному процесі".
4. Олійник, В. В., Левченко, О. С. (2021). "Гейміфікація в навчанні: теорія та практика".

УДК 378.147

*Борозенець Н.С., к.п.н., доцент, СНАУ, м. Суми, Україна*

### **ЩОДО ВИКЛАДАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ СТУДЕНТАМ АГРАРНИХ УНІВЕРСИТЕТІВ**

Професійна спрямованість курсу вищої математики в аграрних університетах є ключовим аспектом методики викладання цього предмета. Вона спрямована на те, щоб поглибити підготовку студентів у сфері прикладних та спеціальних знань, пов'язаних з їхньою професійною діяльністю, і розвинути у них професійно важливі якості.

Такий підхід до навчання дозволяє студентам отримати за обраною спеціальністю більш глибокі, різносторонні теоретичні й прикладні знання, уміння щодо професійної діяльності та практичні навички дослідницького характеру й краще підготуватися до вивчення фахових дисциплін на старших курсах і до роботи в аграрному секторі економіки.

Для успішної реалізації професійно спрямованого викладання вищої математики необхідно розробляти відповідне навчально-методичне забезпечення для кожної спеціальності, а також використовувати специфічні форми організації навчання та методи, орієнтовані на вмотивованих студентів. Це вимагає не тільки належної підготовки викладачів, але й модернізації матеріально-технічної бази.

Основний принцип такої підготовки — це поступове моделювання у навчальному процесі математичної діяльності відповідно до спеціальності студентів. Він може бути реалізований через наступну структуру змісту навчання:

- зміст курсу вищої математики має відповідати базовому навчальному плану (силабусу курсу);
- основний курс вищої математики має бути поглиблений і розширений системою курсів за вибором, що складаються з невеликих за обсягом навчальних модулів та орієнтовані на майбутню професійну діяльність студентів, враховують їх інтереси та можливості (варіативна математична підготовка);
- самостійна робота студентів має бути організована за допомогою системи професійно-

орієнтованих та професійно-прикладних індивідуальних завдань, що спрямовані на підвищення інтересу до вищої математики та розвинення професійних схильностей студентів (особистісно-орієнтована математична підготовка).

На нашу думку, саме ці особливості професійно спрямованого викладання вищої математики найбільш повно враховують індивідуальні потреби, здібності та інтереси студентів, що є важливим у процесі навчання.

Курс вищої математики для студентів різних спеціальностей має забезпечувати необхідну математичну підготовку згідно зі стандартом і одночасно враховувати фахову спрямованість і професійні інтереси студентів.

У свою чергу викладачі вищої математики аграрних університетів повинні керуватися наступними положеннями:

- 1) зміст математичної освіти має бути чітко зорієнтований на розвиток особистості в цілому, а також тих видів діяльності, які є специфічними для фахівців даної спеціальності;
- 2) курс вищої математики має відповідати потребам фахової підготовки студентів;
- 3) зміст математичної освіти для кожної спеціальності має забезпечувати рівноцінну математичну підготовку;
- 4) варіативна частина курсу вищої математики має надавати можливість поглибленого вивчення матеріалу через курси за вибором;
- 5) важливо враховувати галузеві особливості аграрного виробництва, в якому працюватимуть студенти.

Таким чином, курс вищої математики має бути адаптований до специфіки кожної спеціальності. Необхідно враховувати, що математика виступає не основним предметом, але важливим інструментом, який допомагає студентам застосовувати математичні знання у своїй професійній діяльності.

УДК 378.147:51

*Котелевець С. О., старший викладач, СНАУ, м. Суми, Україна*

## **ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКЛАДАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ У СТУДЕНТІВ З РІЗНИМ РІВНЕМ ПІДГОТОВКИ**

Психолого-педагогічні аспекти викладання вищої математики у студентів з різним рівнем підготовки є ключовими для забезпечення ефективного навчання та розвитку математичних навичок. З урахуванням різноманітності підготовки студентів, важливо застосовувати диференційовані підходи до викладання, які враховують індивідуальні особливості кожного студента.

Успішне викладання вищої математики починається з визначення початкового рівня знань студентів. Визначення початкового рівня знань студентів є критично важливим етапом у процесі навчання. Це дозволяє викладачам адаптувати зміст курсу та методи навчання відповідно до потреб і можливостей студентів. Правильна діагностика дозволяє уникнути ситуацій, коли студенти з різним рівнем знань починають навчання з одного й того ж матеріалу, що може призвести до демотивації менш підготовлених студентів або недостатнього виклику для більш підготовлених. Щоб здійснити точну діагностику рівня підготовки студентів, викладачі можуть скористатися такими методами:

**Діагностичні тести:** Застосування тестів на початку курсу для оцінки знань студентів з основних тем вищої математики (наприклад, алгебри, аналізу, геометрії). Тести можуть включати завдання з вибором однієї правильної відповіді, відкриті питання, або задачі на розрахунки.

**Оцінювання попередніх досягнень:** Викладач може переглянути результати попередніх навчальних курсів або атестацій, щоб з'ясувати, на якому рівні знаходяться студенти.

**Анкети та опитування:** Проведення анкетування серед студентів, щоб дізнатися про їхні сильні та слабкі сторони, попередній досвід навчання та вподобання щодо методів

викладання.

**Інтерв'ю:** Проведення індивідуальних інтерв'ю зі студентами, щоб зрозуміти їхні очікування від курсу, а також виявити їхні занепокоєння і побоювання щодо складних тем.

**Використання результатів оцінювання:** Результати оцінювання дозволяють викладачеві групувати студентів за рівнем підготовки, що дає змогу створювати різнорівневі групи для виконання завдань. Це також допомагає формувати адаптивний навчальний план, що включає різні рівні складності завдань, ресурси для самостійного навчання та додаткову підтримку для тих, хто потребує. Викладачі можуть підготувати індивідуальні плани навчання, які враховують потреби та інтереси студентів.

При визначенні рівня підготовки здобувачів вищої освіти, викладачі стикаються з певними проблемами. Оцінювання може впливати на особисті вподобання викладача, що може призвести до необ'єктивних висновків. Студенти можуть відчувати тиск під час тестування, що може вплинути на їхні результати. Кожен студент має свій стиль навчання, що може не бути адекватно оцінено за стандартними тестами.

Визначення рівня підготовки студентів є важливим етапом у процесі викладання вищої математики, оскільки воно дозволяє адаптувати навчальний процес до потреб і можливостей кожного студента. Правильні методи діагностики і оцінювання забезпечують індивідуальний підхід, підвищують мотивацію студентів і сприяють більш глибокому засвоєнню матеріалу.

Щоб забезпечити ефективне засвоєння матеріалу, важливо також розглянути питання мотивації студентів та їхнього психологічного комфорту під час навчання.

Мотивація є ключовим фактором у засвоєнні складних предметів, таких як вища математика. Вона може бути внутрішньою (зацікавленість у самому процесі навчання) або зовнішньою (оцінки, визнання, кар'єрні перспективи). У студентів з різним рівнем підготовки мотивація може значно відрізнятись. Ті, хто має сильну базу, можуть бути більш впевненими та мотивованими досягти успіху, тоді як студенти з недостатньою підготовкою можуть швидко втрачати інтерес через труднощі в розумінні матеріалу. Для підтримки мотивації важливо надавати студентам завдання, які відповідають їхньому рівню підготовки. Це допоможе уникнути фрустрації та перевантаження, одночасно пропонуючи відповідний виклик для більш підготовлених студентів. Викладачі можуть застосовувати заохочення у вигляді похвали, гейміфікації (бали, досягнення) або навіть додаткових бонусів за активність та старанність. Це сприяє створенню позитивного ставлення до предмета. Чітко визначені цілі та можливість відстежувати свій прогрес мотивують студентів, оскільки вони можуть бачити результат своїх зусиль.

Навчання вищої математики часто пов'язане з високим рівнем стресу, особливо для студентів, які мають слабкі базові знання. Викладачам важливо створювати доброзичливу атмосферу в аудиторії, де студенти не бояться робити помилки та задавати питання. Викладач має відігравати роль наставника, який не лише передає знання, але й забезпечує емоційну підтримку. Студенти повинні відчувати, що можуть звертатися по допомогу без страху бути осміяними. Студенти з різним рівнем підготовки можуть відчувати себе некомфортно, якщо матеріал викладається надто швидко або з недостатнім поясненням. Гнучкість у темпі та способі подачі матеріалу допоможе забезпечити краще розуміння.

Ефективне викладання вищої математики вимагає комплексного підходу, що включає психолого-педагогічні аспекти, диференційоване навчання, інтерактивні методи та постійний зворотний зв'язок, щоб забезпечити успішне засвоєння матеріалу студентами з різним рівнем підготовки. Різнорівневий підхід до викладання сприяє створенню сприятливого середовища для навчання, де кожен студент може розвиватися відповідно до своїх можливостей, що позитивно впливає на загальний рівень успішності.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Шиян А. О. Формування психологічного комфорту під час вивчення математики у вищих навчальних закладах // Науковий вісник НУБіП. – 2019. – № 11.
2. Вітвицька С. С. Психолого-педагогічні основи формування мотивації навчання у студен-

- тів з різним рівнем підготовки // Педагогічні науки. – 2019. – № 1.
3. Рубінштейн С. Л. Основи загальної психології. – М.: Педагогіка, 2020.
  4. Сухомлинський В. О. Про психолого-педагогічні умови формування навчальної мотивації // Педагогічні пошуки. – Харків, 2021.

УДК 378.147

*Борозенець Н.С., к.п.н., доцент, СНАУ, м. Суми, Україна*

## **МОТИВАЦІЯ ЯК КОМПОНЕНТ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ**

Самостійна робота студентів є важливою формою організації навчального процесу, що охоплює як аудиторну, так і позааудиторну діяльність. Вона сприяє розвитку мислення, творчого підходу, самоорганізації та самоконтролю, що значно підвищує ефективність навчання.

Викладач відіграє ключову роль у стимулюванні самостійної роботи, яка дозволяє студентам застосовувати здобуті знання, вміння та навички у нових навчальних ситуаціях та професійній діяльності, формуючи необхідні компетентності.

Для ефективної організації самостійної роботи важливо мотивувати студентів за допомогою різноманітних завдань та відповідних стимулів. Мотивація формується через зацікавлення предметом, взаємодію зовнішніх і внутрішніх факторів, усвідомлення важливості виконання завдань та знання результатів своєї діяльності. Основними мотивуючими чинниками є: відчуття успіху, інтерес до предмета, а також зовнішня і внутрішня мотивація.

До стимулів, що сприяють активізації самостійної роботи студентів, належать:

- усвідомлення цінності знань для професійного розвитку;
- розвиток дослідницьких навичок через поєднання навчальної і дослідницької діяльності;
- формування командної роботи в студентському середовищі.

Серед внутрішніх факторів, що стимулюють самостійну роботу студентів, можна виділити:

1. Корисність завдання: якщо результати будуть використані у публікаціях або дипломних роботах, це підвищує мотивацію студента.
2. Участь у творчій та науково-дослідницькій діяльності на кафедрі.
3. Використання активних методів навчання, зокрема інноваційних ігор та тренінгів.
4. Участь в олімпіадах, конкурсах наукових робіт тощо.
5. Використання системи контролю знань через накопичувальні оцінки та рейтинги, що сприяють конкуренції між студентами.
6. Заохочення за успіхи та санкції за недоліки: наприклад, підвищення оцінок за раннє виконання завдань або зниження за затримку.
7. Індивідуалізація завдань та їх постійне оновлення.

Мотивація до самостійної роботи також залежить від творчого підходу викладача та його професійної кваліфікації, яка дозволяє адаптувати завдання відповідно до рівня підготовки студентів.

Як приклад розглянемо адаптацію завдань з вищої математики по темі «Диференціальні рівняння» з урахуванням рівня підготовки студентів (деякі добре розуміють тему, інші мають труднощі з базовими концепціями):

1. Для студентів, які мають початкові знання викладач дає завдання на повторення базових понять – обчислення похідних і інтегралів, пропонує використовувати віртуальні симуляції або графічні калькулятори для кращого розуміння геометричного змісту похідних та інтегралів. Студенти можуть побачити, як змінюється графік функції при зміні її похідної.

2. Студенти середнього рівня отримують задачі з прикладною математичною проблемою, наприклад, оптимізація витрат у виробничому процесі або розрахунок руху об'єкта під впливом сил. Це мотивує їх застосувати теоретичні знання до практичних сценаріїв.

3. Студентам просунутого рівня пропонується розв'язати більш складне завдання, яке

вимагає застосування не тільки диференціальних рівнянь, але й варіаційного числення або методів Лагранжа. Наприклад, це може бути завдання на оптимізацію траєкторії руху або аналіз стійкості системи. Студентам також можна запропонувати провести коротке дослідження або написати есе на тему історії розвитку обраного математичного методу.

Завдяки професійній кваліфікації та творчому підходу викладач знаходить баланс між викликом і можливостями кожного студента. Адаптація завдань відповідно до рівня підготовки дозволяє студентам відчувати успіх, зміцнює їхню впевненість у власних силах і стимулює до самостійної роботи та глибшого вивчення предметів.

*Кушнірова Л.В., СумДПУ ім. А.С.Макаренка, Україна*

## **МЕТОДИЧНІ ЗАУВАГИ В. МАСАЛЬСЬКОГО ЩОДО РОЗВИТКУ МОВЛЕННЯ НА УРОКАХ УКРАЇНСЬКОЇ МОВИ**

Наукова спадщина відомого українського вченого В. Масальського стала підмурівком для подальших досліджень у галузі теорії та методики навчання української мови.

Мета цієї доповіді – розглянути методичні зауваги В. Масальського щодо розвитку мовлення на уроках української мови.

Заслугою науковця стала розробка питань розвитку мовлення (тоді вживали термін «розвиток мови»). Зауваги вченого були актуальними, вони допомагали вчителям у практичній діяльності. У процесі подальшого розвитку методики навчання української мови вищезгадані питання були постійно в полі зору наших дослідників. Сучасні програми з української мови для закладів середньої та вищої освіти передбачають систематичну роботу з розвитку мовлення учнів і студентів [2].

Видатний український учений-лінгводидакт О.М. Біляєв зазначає, що розвиток мовлення «здійснюється в трьох напрямках:

1. Збагачення словникового запасу учнів шляхом систематичної роботи, що включає, крім засвоєння нових слів, володіння вмінням визначати семантику слова, правильно користуватися словами з урахуванням їх сполучуваності та доречно вживати відповідно до стилю і типу мовлення...

2. Оволодіння учнями нормами літературної мови передбачає засвоєння орфоепічної мови, способів словотворення та словозміни, розвиток правописних навичок.

3. Формування в учнів умінь і навичок зв'язного мовлення здійснюється, по-перше, у процесі вивчення основної програми курсу...; по-друге, під час роботи над художніми творами на уроках літератури...; по-третє, на спеціальних уроках з розвитку зв'язного мовлення, проведення яких не завжди безпосередньо пов'язується з певною програмовою темою» [1, с. 155].

Наші дослідження свідчать, що у своїх працях В. Масальський надає цінні методичні зауваги стосовно збагачення словникового запасу учнів, оволодіння школярами нормами літературної мови, формування в учнів умінь і навичок зв'язного мовлення [3; 4].

Науковець констатує, що заняття граматикую в середній школі будуються на основі розвитку мислення учнів. Є три етапи навчання граматики:

1. Усвідомлення учнями граматичного поняття, закону, правила.

2. Закріплення усвідомленого граматичного факту за допомогою різних тренувальних вправ.

3. Завершальний етап, без якого не може бути належного ефекту в навчанні: заключний вольовий акт учнів – на основі усвідомлення й попередніх різних вправ, заучування основних граматичних визначень, правил орфографії й пунктуації. Це має бути «міцне засвоєння, яке дає спроможність учневі точно відтворити, назвати основне граматичне чи орфографічне правило, закон пунктуації і, де це потрібно, застосувати їх в усній чи письмовій мові.

Останнє ми розглядаємо як важливу основу розвитку мови учнів; вміння ж точно сказати граматичне правило також служить розвитку навичок користуватися стислою, економною

мовною формулою, що виявляє й дисципліну думки» [4, с. 43–44].

В. Масальський доводить, що правильна організація навчання на уроках української мови допомагає вчителям паралельно вивчати з учнями слово як з лексичного, так і граматичного боку. «Для розвитку мови учнів та для опанування учнями граматики потрібні і вивчення відмінків іменників за таблицями відмінювання, і показ вживання певних відмінкових форм слова в реченні» [4, с. 45].

Науковець відмічає пізнавально-практичне значення роботи з учнями 5 – 7 класів над усвідомленням переносних значень слів, слів емоціональної мови; над смисловим спрямуванням слів, елементів (зворотів) ввічливої мови, її стилістичними засобами та доцільним застосуванням.

В. Масальський зазначає, що лексична праця, спрямована на розвиток мови учнів у цілому, допомагає викоріненню граматично-стилістичних помилок у мовній практиці учнів; вона провадиться, залежно від її характеру, то на матеріалі слова, словосполучення, то речення або певного контексту з урахуванням смислових, стилістичних значень словотворчих елементів.

Учений приділяє значну увагу засвоєнню учнями орфоепічної вимови. На його думку, у боротьбі з відхиленнями від орфоепічних норм у мовленні учнів і у формуванні навичок правильної вимови, як і в боротьбі за виразне, цілеспрямоване мовлення школярів, треба широко застосовувати слухання радіо, відвідування театру, концертів, кіно з наступним аналізом мовленнєвого виконання, магнітофон, інші технічні засоби, а також різні види позакласних занять (драматичного та інших гуртків).

В. Масальський зауважує, що закріплення орфоепічних навичок здійснюється в процесі мовленнєвої практики й виразного читання на уроках мови й літератури. Пробуджуючи в учнів цікавість до мовлення, що звучить, у зв'язку зі змістом, який воно виражає, передаванням, відтворенням почуттів, учитель немовби відкриває дітям новий світ. Учні звертають увагу на інтонацію, тон, тембр, темп мовлення, обумовлений характером повідомлення, виразом почуттів, а також на цілеспрямованість і роль пауз у мовленні. Вивчення фонетики, граматики, зокрема синтаксису, стає більш цікавим; більш яскраво розкриваються значення добору мовцем слова, його смисл, відтінок, звучання, функції в мовленні.

Серед інших ефективних вправ з розвитку мовлення учнів учений виділяє перекази, твори, творчі роботи, побудовані із включенням до них завдань логічного характеру, що потребують певного мовного вираження, добору відповідної лексики, крилатих висловів, фразеологізмів, засобів граматики. Мова йде про розповіді, описи, прості й порівняльні, роздуми, тези; роботи, які відображають працю в майстернях і шкільних кабінетах, виконання виробничих завдань, спостереження під час екскурсій на підприємства, до музеїв, на природу, найрізноманітніші явища життя, відвідування театрів, виставок, власний досвід юнаків і дівчат, суспільно-політичні події тощо.

У процесі освоєння учнями на уроках мови нових і нових видів переказів, творів, творчих завдань поступово розширюються можливості їх використання в різних сполученнях і варіантах. Так, є перекази зі змінюванням форми, розширенням або скороченням тексту. Кожному варіанту письмового переказу передують переказ усний, завдання поступово ускладнюються. Перед письмовим переказом необхідна підготовча робота: виразне читання тексту, його аналіз, бесіда, складання плану, обговорення думок, що з'являються у школярів під час ознайомлення з текстом, формування самостійних суджень учнів, ставлення до прослуханого чи прочитаного, відбір словесно-стилістичних засобів і т.д.

За спостереженнями вченого, школярі захоплюю створюють розповіді, подібні до прочитаних або прослуханих, виконують роботу за картиною. Такі вправи можуть наближатися до переказів із творчим завданням і набувати характеру твору.

Методичні зауваги В. Масальського щодо розвитку мовлення на уроках української мови не втратили своєї цінності.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Біляєв О.М. Лінгводидактика рідної мови / О.М. Біляєв. – К.: Генеза, 2005. – 180 с.
2. Загальноєвропейські рекомендації з мовної освіти: вивчення, викладання, оцінювання; наук. ред. українського вид. С.Ю. Ніколаєва. – К.: Ленвіт, 2003. – 273 с.
3. Методика викладання української мови в серельній школі / За ред. С.Х. Чавдарова і В.І. Масальського. – К.: Рад. школа, 1962. – 372 с.
4. Масальський В.І. Питання методики граматики, правопису і розвитку мови учнів / В.І. Масальський. – К.: Рад. школа, 1953. – 136 с.

*Хурсенко С.М., к.ф.-м.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна*

## ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ

Фізичні теорії і фізичні методи наукового дослідження є загально визнаними не лише в галузі природничих наук, а й поза їхньою сферою; вони дають вагомий результат в пізнанні внаслідок моделювання фізичних явищ і процесів. Сучасний стан наукових фізичних досягнень дозволяє судити про рівень пізнання навколишнього світу, про інтелектуальний рівень і загальні компетентності людини.

Фізика займає одне з провідних місць серед інших фундаментальних навчальних дисциплін в системі вищої освіти. Важливу роль у навчальному процесі з фізики відіграє фізичний експеримент, який покликаний розпізнавати явища та з'ясовувати їхню сутність, визначати умови, за яких вони виникають, якісно та кількісно оцінювати їх, знаходити причинно-наслідкові зв'язки між розглядуваними явищами. Фізичний експеримент не лише активізує розумову діяльність, але й викликає у студентів стійкий інтерес до досліджуваного явища, сприяє більш глибокому засвоєнню й усвідомленню фізичних законів. Удосконалення фізичного експерименту вважається досить актуальним питанням сьогодення за умов постійного розвитку сучасної науки і техніки, оскільки будь-який технологічний процес супроводжується різноманітними фізичними явищами, пояснюється класичними фізичними законами, здійснюється за допомогою пристроїв та механізмів, будова та принципи роботи яких також є частиною фізичних знань. Стрімкий розвиток і широке запровадження нових технологій навчання, включаючи інформаційні технології та комп'ютерну техніку, піднесли фізичну освіту на новий рівень, оскільки всі нові технології базуються на фізичному фундаменті, де знання, уміння і навички з фізики слугують досить виваженим (у науковому і в методичному аспекті) містком при переході від суто класичних уявлень до квантових, від класичної фізичної теорії до квантової, яка розкриває нове бачення навколишнього світу.

Стрімке зростання наукової інформації, динамічний розвиток суспільства та посилення інтелектуалізації праці поряд зі швидкою зміною техніки і технологій потребують якісно нового рівня фізичної освіти, який повинен формувати професійну компетентність майбутніх фахівців на основі сучасних інформаційних технологій. Разом з тим спостерігається як зниження зацікавленості учнів до вивчення фізики, так і зменшення (відміна) конкурсів під час вступу абітурієнтів до закладів вищої освіти, де готують фахівців з ряду галузей, що передбачають вивчення фізики. Цю проблему можна і необхідно розв'язувати комплексно через вирішення освітніх проблем. Створювані нові і вдосконалені існуючі засоби та навчальне фізичне обладнання повинні бути орієнтованими на зміну навчальної діяльності у напрямках її розширення та інтенсифікації; бути змістовно і конструктивно орієнтованими на сучасний стан розвитку фізики, техніки і суспільства, на організацію самостійної пізнавальної діяльності студентів, підвищення їхньої активності в опануванні нової наукової інформації; спрямованими на формування у майбутніх фахівців правильних уявлень про навколишній світ.

Важливу роль у фізичній освіті молоді відіграють фізичні досліди, які сприяють розкриттю взаємозв'язку науки й практики, підвищують рівень професійно спрямованої підготовки і мають велике світоглядне значення. З огляду на те, що саме фізична галузь наукових



досліджень ілюструє рівень пізнання людиною навколишнього світу, свідчить про рівень розвитку суспільства та характеризує рівень загальнолюдської культури взагалі, у процесі організації дослідницької діяльності студентів при вивченні фізики доцільними є підготовка відповідних методичних розробок і рекомендацій для викладачів з метою забезпечення творчого викладання основ фізики; розв'язання питань сучасних навчально-виховних задач фізичної освіти у вищій школі з метою подальшого вдосконалення навчального фізичного експерименту і відповідного обладнання, що ефективно пов'язує курс загальної фізики із сучасними науковими досягненнями.

Наприклад, одним із таких приладів є фотометр інтегральний ФІ-2, який використовується при проведенні досліджень з вимірювання енергії світлового випромінювання, що при падає на одиницю площі, дозволяє оцінити якісно та кількісно досліджувані явища, пов'язані з розподілом та поширенням світлової енергії. Прилад може бути використаний для вимірювання локальної яскравості віддалених просторових джерел, завдяки вузькій діаграмі спрямованості; для абсолютних вимірювань потужності монохроматичного випромінювання будь-якої іншої довжини хвилі в межах чутливості вмонтованих приймачів при додатковому градуюванні за еталонним вимірювачем. Поряд з цим фотометр може бути використаний для вирішення багатьох науково-дослідних та навчальних завдань, пов'язаних з оптичними вимірюваннями у лабораторних та польових умовах і одночасно для вимірювання величин струмів, напруг та опорів, що дуже часто є необхідним в лабораторній практиці. Тому кожний новий технологічний напрямок реалізації наукових досліджень має актуальне значення.

Отже, сучасні підходи до організації та розвитку наукової та дослідницької діяльності студентів вимагають переорієнтування навчального процесу з фізики на розвиваючу освіту, на суттєве посилення самостійної пізнавально-пошукової діяльності студентів, і відповідно – на створення умов для їх саморозвитку і самореалізації у навчанні, що може здійснюватися через різні види педагогічних технологій і відповідними засобами їх реалізації.

*Галицький А.В., магістрант, СНАУ, Суми, Україна*

## **НАВЧАННЯ ПРОТЯГОМ УСЬОГО ЖИТТЯ(LIFELONG LEARNING)**

Навчання упродовж всього життя (або lifelong learning) – це концепція, яка передбачає безперервне здобуття знань, умінь і навичок протягом всього життя людини. Вона охоплює різні форми навчання, включаючи формальне (освіта в школах, університетах), неформальне (курси, тренінги, сертифікації) та інформальне (самонавчання, обмін досвідом). З розвитком нових технологій, таких як штучний інтелект, роботизація та автоматизація, багато професій зазнають змін або зникають. Постійне навчання дозволяє адаптуватися до цих змін, опановуючи нові навички та знання, які потрібні на сучасному ринку праці. Тенденція до зміни роботи або навіть професії кілька разів протягом життя стала нормою. Lifelong learning забезпечує інструменти для професійної адаптації, перекваліфікації та підвищення компетенцій. Тему lifelong learning досліджували багато вчених і педагогів, кожен з яких вніс свій внесок у розуміння й розвиток концепції навчання упродовж життя.

Американський філософ і педагог Джон Дьюї (John Dewey) є одним з основоположників теорії прогресивної освіти. Дьюї підкреслював важливість безперервного навчання та його роль у формуванні демократичного суспільства. Його ідеї сприяли розвитку практик lifelong learning, зокрема через концепцію навчання через досвід. Пітер Сенге (Peter Senge) – американський учений і автор книги "П'ята дисципліна", яка розглядає концепцію організацій, що навчаються. Сенге впровадив ідею постійного навчання для професійного зростання і розвитку всередині організацій, що також є ключовим аспектом lifelong learning. Бразильський педагог і філософ Пауло Фрейре (Paulo Freire) – автор "Педагогіки пригноблених". Він акцентував на навчанні, орієнтованому на соціальну справедливість та звільнення, і вважав освіту способом змінити життя і суспільство. Фрейре розглядав lifelong learning як спосіб здобуття знань протягом життя для досягнення особистої та суспільної свободи. Алан Тефлер (Alan

Tait) -дослідник у сфері дистанційної освіти, який вивчав, як технології можуть підтримувати lifelong learning. Його роботи особливо актуальні в епоху онлайн-освіти, яка стала однією з основ lifelong learning. Дослідження цих вчених та їхніх послідовників стали фундаментом для сучасних програм і політик у сфері навчання упродовж всього життя, які спрямовані на створення умов для безперервного професійного й особистісного розвитку.

Швидкий розвиток технологій, автоматизація і зміни на ринку праці зумовлюють необхідність адаптації. Lifelong learning допомагає людям залишатися конкурентоспроможними, освоюючи нові професійні та особистісні навички. Lifelong learning сприяє збагаченню життєвого досвіду, самопізнанню, розширенню світогляду, і допомагає людям досягати більшого задоволення від життя. У сучасному суспільстві стає дедалі важливішим розвиток "м'яких навичок" (наприклад, креативності, емоційного інтелекту, критичного мислення). Lifelong learning дозволяє розвивати ці навички, які складно здобути в традиційній системі освіти. Постійне навчання сприяє соціальній згуртованості, розширює можливості для інтеграції в суспільстві, особливо для людей з різними рівнями освіти або соціального статусу. Навчання упродовж життя сприяє підтримці розумових здібностей, знижує ризики вікових когнітивних розладів, допомагає запобігати депресії та тривожності, а також знижує активне старіння. Lifelong learning сприяє розвитку обізнаності щодо сталого розвитку, що є важливим для збереження довкілля. Воно також формує навички, що допомагають людям адаптуватися до нових реалій у контексті кліматичних змін. Розвиток дистанційних та онлайн-освітніх платформ. Поширення онлайн-курсів та інших цифрових освітніх платформ зробило навчання доступнішим. "Навчання упродовж всього життя" (lifelong learning) підкреслює значущість цієї концепції для сучасного суспільства та окремої людини. Lifelong learning є важливим інструментом для професійної, особистісної та соціальної адаптації в умовах швидкозмінного світу.

Завдяки постійному навчанню люди можуть залишатися конкурентоспроможними, розширювати світогляд, удосконалювати особистісні навички, розвивати креативність, критичне мислення, емоційний інтелект та інші важливі компетенції, що стають необхідними у XXI столітті. Навчання упродовж життя допомагає не лише здобувати нові знання, а й підтримувати когнітивне здоров'я, а також зміцнює соціальні зв'язки, сприяючи інтеграції у суспільстві. Крім того, lifelong learning формує основу для сталого розвитку, сприяє екологічній свідомості та розвитку інноваційного мислення, що є критично важливим для вирішення глобальних викликів. Таким чином, lifelong learning перетворюється на обов'язкову складову сучасного життя, що сприяє особистісному зростанню, кар'єрному розвитку та позитивним суспільним змінам. Це процес, який дозволяє кожній людині розкрити свій потенціал та ефективно адаптуватися до будь-яких змін, підтримуючи високу якість життя в умовах сучасного світу.

Сучасні технології значно підвищили ефективність і доступність навчання упродовж всього життя, надаючи людям більше можливостей для професійного та особистісного розвитку. Lifelong learning в епоху цифрових технологій стає не лише можливістю, але й необхідністю для адаптації до швидких змін у світі. Використання сучасних технологій у навчанні відкриває нові перспективи, проте для повноцінного використання їхніх можливостей важливо вирішувати виклики, пов'язані з цифровою нерівністю, самодисципліною і здатністю до самостійного навчання.

## ЗМІСТ

### СЕКЦІЯ «ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ»

<i>Atalawei Mary Ene, postgraduate student, SNAU, Sumy, Ukraine</i> THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE INDIVIDUAL DEVELOPMENT OF TERRITORIAL COMMUNITIES .....	3
<i>Борисова В.А., професор, СНАУ, Суми, Україна</i> СТРАХУВАННЯ ЯКОСТІ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ .....	4
<i>Борозенець Ю. О., магістрант, СНАУ, Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКІВ З ОПЛАТИ ПРАЦІ В БЮДЖЕТНІЙ УСТАНОВІ.....	5
<i>Могильна Л.М., к.е.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ВЗАЄМОДІЯ ІТ ТА ІННОВАЦІЙ У МІЖНАРОДНІЙ ЕКОНОМІЧНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ .....	7
<i>Полятикіна Л.І. к.е.н., доцент, СНАУ, м. Суми, Україна</i> ЗНАЧЕННЯ ТА МІСЦЕ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В ОРГАНІЗАЦІЇ БУХГАЛТЕРСЬКОГО ОБЛІКУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ.....	8
<i>Qu Yingjie, Master`s Student of Administrative Management, SNAU, Sumy, Ukraine</i> EXPLORING FACTORS INFLUENCING WORK EFFICIENCY OF UNIVERSITY EMPLOYEES AND STRATEGIC IMPROVEMENT APPROACHES .....	10
<i>Воробійов І.О., аспірант, Могильна Л.М., к.е.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> СТРАТЕГІЇ УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНО-ІНВЕСТИЦІЙНИМ РОЗВИТКОМ ПІДПРИЄМСТВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ.....	12
<i>Полятикіна Т.В., магістрант, СНАУ, м. Суми, Україна</i> СУЧАСНЕ ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТИ ОБЛІКОВОГО АПАРАТУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ, ОБЛІКУ І КОНТРОЛЮ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА.....	13
<i>Кривокоритов П. М., магістрант, Могильна Л.М., к.е.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ НА ДЕРЕВООБРОБНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ .....	14
<i>Садовнича А.Б., бакалаврант, Могильна Л.М., к.е.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ІННОВАЦІЙНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ПІДПРИЄМСТВІ .....	16
<i>Li Min, Master`s Student of Administrative Management, SNAU, Sumy, Ukraine</i> ENHANCING THE EFFECTIVENESS OF UNIVERSITY MANAGEMENT DECISION- MAKING: CHALLENGES, INFLUENCING FACTORS .....	17
<i>Пасьовин А.В., магістрантка, Могильна Л.М., к.е.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНИМ ПРОЦЕСОМ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ПІДПРИЄМСТВІ .....	19
<i>Колодненко Н.В., к.е.н., доцент, Колодненко А.В., здобувач освіти, СНАУ, м. Суми, Україна</i> ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ СИСТЕМИ МАРКЕТИНГОВОГО УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ.....	21
<i>Сенько А.А., магістрант, Могильна Л.М., к.е.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ВДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ ВИТРАТАМИ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ПІДПРИЄМСТВІ .....	24
<i>Неженець О.П. к.е.н, викладач, Кравченко С.І., викладач ВСП Сумський фаховий коледж СНАУ</i> НОРМУВАННЯ ПРАЦІ ЯК ОСНОВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРАЦІ.....	25
<i>Ткаченко О.С. магістрант, СНАУ, м. Суми, Україна</i> ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ НАЯВНОСТІ ТА РУХУ ЗАПАСІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ .....	27
<i>Ждек В.М., аспірант, Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна</i> СТРАХУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РИЗИКІВ ЯК ЧИННИК ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ АГРАРНИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ.....	29

<i>Матузка О.В. магістрант, Лищенко М.О., д.е.н., професор, СНАУ</i> ФОРМУВАННЯ ПІДХОДІВ У СТРАТЕГІЧНОМУ УПРАВЛІННІ КОНКУРЕНТНИМИ ПЕРЕВАГАМИ ПІДПРИЄМСТВА.....	30
<i>Пронь Я. С., здобувач вищої освіти, Харченко Т.М. к.е.н., доцент., СНАУ, Суми, Україна</i> МЕНЕДЖМЕНТ ПЕРСОНАЛУ В ДІЯЛЬНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА.....	32
<i>Самошкіна І.Д., доцент, СНАУ, м. Суми, Україна</i> СТРАХУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ЯК НАПРЯМ ПОКРАЩЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ В УКРАЇНІ.....	33
<i>Долгих Я.В., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ АНАЛІЗУ ДИНАМІКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЛОБАЛЬНОГО МАЛМКВІСТ-ІНДЕКСУ.....	35
<i>Мишенін Є. В., д.е.н., проф., Інститут агроєкології та природокористування НААН, м.Київ, Україна</i> ПОЛІТИЧНІ ОРІЄНТИРИ СТАЛОГО СІЛЬСЬКОГО РОЗВИТКУ .....	36
<i>Ярова І.Є., к.е.н., доц., СумДУ, м.Суми, Україна, Мишенін Є.В., д.е.н., проф., Інститут агроєкології та природокористування НААН, м.Київ, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ СІЛЬСЬКИХ ФІНАНСІВ.....	37
<i>Кравченко С.І., магістрант, СНАУ, Суми, Україна</i> ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСУ МАРКЕТИНГУ ПРИ КЕЙТЕРИНГОВОМУ ОБСЛУГОВУВАННІ.....	38
<i>Мишенін Є. В., д.е.н., проф., Інститут агроєкології та природокористування НААН, м.Київ, Україна</i> СОЦІАЛЬНО-ЕКОЛОГІЧНИЙ МАРКЕТИНГ В СИСТЕМІ СТАЛОГО СІЛЬСЬКОГО РОЗВИТКУ .....	40
<i>Ярова І.Є., к.е.н., доц., СумДУ, м.Суми, Україна, Мишенін Є.В., д.е.н., проф., Інститут агроєкології та природокористування НААН, м.Київ, Україна</i> АКТУАЛЬНІ СОЦІАЛЬНО-ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ПРОБЛЕМИ СІЛЬСЬКОГО РОЗВИТКУ .....	41
<i>Хоменко Ю.Ю., магістрант, Лищенко М.О., д.е.н., професор, СНАУ, Суми, Україна</i> ОРГАНІЗАЦІЯ МАРКЕТИНГУ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ПІДПРИЄМСТВІ: ПРОБЛЕМИ ТА ВИКЛИКИ .....	42
<i>Мишенін Є.В., д.е.н., проф., Інститут агроєкології та природокористування НААН, м.Київ, Україна, Ярова І.Є., к.е.н., доц., СумДУ, м.Суми, Україна</i> ЕКОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА .....	44

### **СЕКЦІЯ «ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОЛОГІЇ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ»**

<i>Сіденко А. С., магістрант, СНАУ, Суми, Україна</i> ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ДЕРЖАВНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ІНСПЕКЦІЇ .....	45
<i>Вольвач Т.С., асистент, СНАУ, Суми, Україна</i> МОДЕРНІЗАЦІЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ У НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ: ШЛЯХ ДО ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ.....	46
<i>Ляшко М. Ю., магістр, СНАУ, Суми, Україна.</i> СТРУКТУРНІ ОСОБЛИВОСТІ КОМБІНОВАНИХ ВІТРОВИХ ТУРБІН.....	47
<i>Вольвач Т. С., асистент, СНАУ, Україна</i> ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В УКРАЇНІ .....	48
<i>Божко А.В., магістрант, Юрченко О.Ю., старший викладач, СНАУ, Суми, Україна</i> НЕГАТИВНИЙ ВПЛИВ ВИЩИХ ГАРМОНІК НА РОБОТУ ЕЛЕКТРОПРИЙМАЧІВ .....	49

<i>Vasylenko O.O., Ph.D., Associate Professor, Sumy National Agrarian University</i> THE FIELD OF LABOR PROTECTION IN UNIVERSITIES.....	51
<i>Стегній В.О., бакалаврант, СНАУ, Суми, Україна</i> ЗАХИСТ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ ВІД АВАРІЙНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ.....	52
<i>Вольвач Т.С., асистент, СНАУ, Суми, Україна</i> ВИКОРИСТАННЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛІВ В УКРАЇНІ.....	53
<i>Чанцев В. В., магістрант, Савойський О. Ю., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна</i> ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ СОНЯНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ УМОВ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ .....	54
<i>Стоцький Я. В., магістрант, Рясна О. В., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна</i> ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ НАСОСА СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ .....	55
<i>Ляшко М. Ю., магістр, СНАУ, Суми, Україна.</i> АНАЛІЗ КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ВІТРОУСТАНОВОК.....	56
<i>Vasylenko O.O., Ph.D., Associate Professor, Sumy National Agrarian University</i> CRITICAL RISKS OF THE ENVIRONMENTAL CONDITION OF THE SUMY REGION TAKING INTO ACCOUNT THE COEFFICIENT OF PROGRESS.....	57
<i>Вольвач Т.С., асистент, СНАУ, Суми, Україна</i> МОДЕРНІЗУВАННЯ УКРАЇНСЬКОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В ПЕРІОД ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ.....	58
<i>Чанцев В. В., магістрант, Савойський О. Ю., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна</i> ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ЯК ОСНОВА АВТОНОМНОГО ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ДЛЯ СУЧАСНИХ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ.....	59
<i>Крисько В.О., бакалавр, СНАУ, Суми, Україна</i> ВИРОБНИЦТВО ПЕЛЕТ ІЗ ВРАЖЕНОЮ ГНИЛЛЮ ДЕРЕВИНИ .....	60
<i>Стоцький Я. В., магістрант, Рясна О. В., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна</i> ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМАХ ВОДОПОСТАЧАННЯ НА ОСНОВІ ЧАСТОТНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ .....	61
<i>Вольвач Т.С., асистент, СНАУ, Суми, Україна</i> РОЛЬ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СУЧАСНОЇ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ПРОМИСЛОВОСТІ.....	62
<i>Vasylenko O.O., Ph.D., Associate Professor, Sumy National Agrarian University</i> EMERGENCY SITUATIONS AND THEIR PREVENTION IN SUMY REGION.....	63
<i>Божко А.В., магістрант, Юрченко О.Ю., старший викладач, СНАУ, Суми, Україна</i> ВПЛИВ НЕСИНУСОЇДАЛЬНОСТІ СТРУМУ НА РОБОТУ РІЗНИХ ТИПІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ .....	64
<i>Тесленко О.В., магістрант, Чепіжний А.В., к.т.н., доцент, СНАУ, м. Суми, Україна</i> АНАЛІЗ ТЕПЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ПРИ ВИПРОБУВАННЯХ ДВИГУНА МЕТОДОМ ШТУЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ З УРАХУВАННЯМ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ .....	66
<i>Савойський О. Ю., ст. викладач, Савченко С. С., магістрант, СНАУ, Суми, Україна</i> ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ СПОЖИВАЧІВ.....	68
<i>Жогло В.В., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОСТІ ПРИ ВИРІШЕННІ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ НАВАНТАЖЕНЬ СЕРЕД ДЖЕРЕЛ РОЗОСЕРЕДЖЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ .....	69
<i>Vasylenko O.O., Ph.D., Associate Professor, Sumy National Agrarian University</i> MAIN MEASURES OF LABOR PROTECTION IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS.....	70

<i>Урсаленко М.С., магістрант, Рясна О.В., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна</i> АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ СИСТЕМИ СЕРВІСНОГО ЦЕНТРУ MASTER .....	71
<i>Стегній В.О., бакалаврант, СНАУ, Суми, Україна</i> ОГЛЯД НАЙПОШИРЕНІШИХ МЕТОДІВ ТЕПЛОВОГО ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ .....	73
<i>Руденко Д. М., магістрант, Савойський О. Ю., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна</i> ЩОДО НЕОБХІДНОСТІ ЗДІЙСНЕННЯ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В МЕРЕЖАХ 0,4 КВ .....	74
<i>Бабенко Б.В., студент, Савченко М.Ю., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> СОНЯЧНА ЕНЕРГІЯ: ЕКОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ СУЧАСНОСТІ .....	75
<i>Сіренко В.Ф., к.т.н., доцент, Лисенко В. В., завідувачка методичним кабінетом, Майборода В. Г., магістрант, СНАУ, Суми, Україна</i> АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТИКИ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ .....	76
<i>Крисько В.О., бакалавр, СНАУ, Суми, Україна</i> ВИРОБНИЦТВО БІОДИЗЕЛЯ З ВИТРАЧЕНИХ ЗАЛИШКІВ КАВИ.....	77
<i>Vasylenko O.O., Ph.D., Associate Professor, Sumy National Agrarian University</i> PRODUCTION ENVIRONMENT AND ITS INFLUENCE ON HUMAN HEALTH AND PERFORMANCE .....	78
<i>Козін В.М., к.т.н., доцент, Савойський О. Ю., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна</i> ВИЗНАЧЕННЯ ПИТОМОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ОПОРУ ЯБЛУЧНОЇ СИРОВИНИ В ПРОЦЕСІ ЗНЕВОДНЕННЯ.....	79
<i>Руденко Д. М., магістрант, Савойський О. Ю., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна</i> ОЦІНКА ТА КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В МЕРЕЖАХ 0,4 КВ .....	81
<i>Урсаленко М.С., магістрант, Рясна О.В., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна</i> МОДЕЛЮВАННЯ ПОВІТРЯНИХ ПОТОКІВ У ПРИМІЩЕННЯХ СЕРВІСНОГО ЦЕНТРУ MASTER.....	82
<i>Жогло В.В., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ .....	84
<i>Нестеренко Д.І., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЗЕРНОВИХ СУШАРОК.....	86
<i>Мозгова Т. В., магістрантка, Савойський О. Ю., ст. викладач, Лисенко В. В., завідувачка методичним кабінетом, СНАУ, Суми, Україна</i> АНАЛІЗ ПРИЧИН ВІДМОВ ЕЛЕМЕНТІВ РОЗПОДІЛЬЧИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ НАПРУГОЮ 6(10) – 110 КВ.....	87
<i>Івашина С.А., студентка, Савченко М.Ю., к.т.н., доцент, СНАУ Суми, Україна,</i> СОНЯЧНА ЕНЕРГІЯ В УКРАЇНІ: ПОТЕНЦІАЛ ТА БАР'ЄРИ ДЛЯ РОЗВИТКУ.....	89
<i>Савченко С. С., магістрант, Савойський О. Ю., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ СПОЖИВАЧІВ.....	90
<i>Бабенко Б.В., студ 4 курсу ФХТ</i> ВІТРОЕНЕРГЕТИКА - ЕНЕРГІЯ МАЙБУТНЬОГО.....	91
<i>Сіренко В.Ф., к.т.н., доцент, Лисенко В. В., завідувачка методичним кабінетом, Майборода В. Г., магістрант, СНАУ, Суми, Україна</i> АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ТА МОНІТОРИНГУ СТАНУ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ .....	92

<i>Семірненко С.Л., к.т.н., доц., СНАУ, Суми, Україна</i> ВИРІШЕННЯ СУСПІЛЬНИХ ПРОБЛЕМ ЧЕРЕЗ ПОДОЛАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ТА ІНЖЕНЕРНИХ ОБМЕЖЕНЬ.....	95
<i>Жогло В.В., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЗДОВЖНЬОЇ ТА ПОПЕРЕЧНОЇ КОМПЕНСАЦІЇ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ.....	96
<i>Нестеренко Д.І., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ СУШКИ ЗЕРНА.....	97
<i>Крекотень О. А., магістрант, Савойський О. Ю., ст. викладач, Лисенко В. В., завідувач навчально-методичним кабінетом, СНАУ, Суми, Україна</i> ВИКОРИСТАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ЗНИЖУВАЛЬНИХ ПІДСТАНЦІЙ .....	99
<i>Лисенко В. В., завідувач навчально-методичним кабінетом, Крекотень О. А., магістрант, Савойський О. Ю., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна</i> ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ЗНИЖУВАЛЬНИХ ПІДСТАНЦІЙ 110/6 КВ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ.....	100
<i>Савойський О. Ю., ст. викладач, Шевель О. Є., магістрант, Лисенко В. В., завідувач навчально- методичним кабінетом, СНАУ, Суми, Україна</i> ВИКОРИСТАННЯ ДРОНІВ ПРИ ВИКОНАННІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РОБІТ НА ПЛ 6/10 ТА 0,4 КВ.....	101
<i>Бабич О.В., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ БАЛАНСУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.....	103
<i>Жогло В.В., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ .....	104
<i>Іващенко А.В., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЗАПИЛЕНОСТІ НА РОБОТУ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ .....	106
<i>Москович В.О., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ НЕСПРАВНОСТЕЙ В ЕЛЕКТРОДВИГУНАХ.....	108
<i>Нестеренко Д.І., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЗЕРНОВИХ СУШАРОК.....	110
<i>Опарін С.А., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> АНАЛІЗ ТАРИФІВ НА ЕЛЕКТРИЧНУ ЕНЕРГІЮ.....	112
<i>Бабич О.В., магістрант, СНАУ, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ РОЗРАХУНКОВОЇ ДОБИ.....	113
<i>Жогло В.В., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЗДОВЖНЬОЇ ТА ПОПЕРЕЧНОЇ КОМПЕНСАЦІЇ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ.....	114
<i>Москович В.О., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРОДВИГУНА .....	115
<i>Нестеренко Д.І., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ СУШКИ ЗЕРНА.....	117
<i>Опарін С.А., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ ПРИВАТНИХ БУДИНКІВ.....	119
<i>Колесник О.О., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ .....	120

<i>Муха М. М., магістрант, Сіренко В. Ф., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> АНАЛІЗ СПОСОБІВ ЗНИЖЕННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ В ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ ....	121
<i>Бакунов О.О., магістрант, Кравченко В.О., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> АНАЛІЗ СТАНУ ГТС УКРАЇНИ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАМІНИ ГАЗОТУРБІННОЇ УСТАНОВКИ НА ЕЛЕКТРОТУРБІННУ .....	122
<i>Неплій С. А., магістрант, Савойський О. Ю., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна</i> ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ГІБРИДНИХ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАБІЛЬНОГО ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ОБ'ЄКТІВ .....	123
<i>Пермяков А. Ю., магістрант, Сіренко В. Ф., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З АЛЬТЕРНАТИВНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ.....	124
<i>Старосельський С.А., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ТА ОБЛАДНАННЯ.....	126
<i>Рясна О.В., ст. викладач, Барзак І.О., магістрант, СНАУ, Суми, Україна</i> ПРОЕКТУВАННЯ РОБОТИ НАСОСНОЇ УСТАНОВКИ І ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ .....	127
<i>Рясна О.В., ст. викладач, Курок А.І., магістрант, СНАУ, Суми, Україна</i> ПРАКТИЧНЕ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ЩОДО ВСТАНОВЛЕННЯ КОМПЕНСУЮЧИХ УСТАНОВ .....	128
<i>Рясна О.В., ст. викладач, Лельоткін В.М., магістрант, СНАУ, Суми, Україна</i> КОНЦЕПЦІЯ ФАКТОРІВ НЕДОВІДПУСКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯХ .....	129
<i>Безбородько В. В., магістрант, Савойський О.Ю., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна</i> АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.....	129
<i>Колесник О.О., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ ВТРАТ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖАХ МІСТА.....	131
<i>Муха М. М., магістрант, Сіренко В. Ф., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> АНАЛІЗ ВИТРАТ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ВСП «РОМЕНСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ СНАУ» З РОЗРОБКОЮ ЗАХОДІВ ЩОДО ЇХ ЗМЕНШЕННЯ .....	132
<i>Пермяков А. Ю., магістрант, Сіренко В. Ф., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПОЖИВАЧІВ .....	133
<i>Барзак І.О., магістрант, Лельоткін В.М., магістрант, Рясна О.В., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна</i> КОНЦЕПЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ (НЕТРАДИЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА В СУМСЬКІЙ ОБЛАСТІ) .....	134
<i>Курок А.І., магістрант, Рясна О.В., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна</i> КОМПЕНСАЦІЯ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ У РОЗПОДІЛЬЧИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ.....	136
<i>Бакунов О.О., магістрант, Кравченко В.О., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПЕРЕВАГ ЕЛЕКТРОТУРБІННОЇ УСТАНОВКИ НАД ГАЗОТУРБІНОЮ .....	138
<i>Лькун А.А., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ МАЛОЇ ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ.....	139
<i>Гнезділов С.Л., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ВПЛИВУ НА ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ .....	140



<i>Григоренко О.В., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ПОБУТОВИМИ ПРИЛАДАМИ КВАРТИРИ .....	141
<i>Закревський І.А., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ .....	142
<i>Кучер О.О., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ТИПІВ АВТОНОМНИХ СИСТЕМ, ЩО ҐРУНТУЮТЬСЯ НА ОСНОВІ ВДЕ .....	144
<i>Лісов Д.А., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПРИЛАДІВ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.....	145
<i>Падалиця Д.А., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ПРИЧИНИ АВАРІЙНОСТІ АД.....	146
<i>Поліщук О.І., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> АНАЛІЗ ПОТЕНЦІАЛУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В РЕГІОНІ.....	148
<i>Скрипка С.О., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ГЕНЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ СОНЯЧНИМИ ПАНЕЛЯМИ.....	149
<i>Циба І.А., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> АНАЛІЗ ОСНОВНИХ СТРУКТУРНИХ СХЕМ МІНІ-ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ.....	150
<i>Лькун А.А., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ КЛАСИФІКАЦІЇ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ТА АНАЛІЗ ОСНОВНОГО ОБЛАДНАННЯ .....	152
<i>Лобода В.Б., професор, Кравченко В.О., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> РОЗРАХУНОК ТРИФАЗНИХ КІЛ СИМВОЛІЧНИМ МЕТОДОМ .....	153
<i>Лісов Д.А., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ВИЗНАЧЕННЯ ВИМОГ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.....	153
<i>Гнезділов С.Л., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОРОТКОЧАСНОГО РЕГУЛЮВАННЯ .....	155
<i>Закревський І.А., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ МЕТОДУ ДЛЯ ВИРШЕННЯ ПИТАННЯ КЕРУВАННЯ ГЕНЕРАЦІЄЮ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.....	156
<i>Падалиця Д.А., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> АНАЛІЗ ПРИНЦИПІВ ПОБУДОВИ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ЗАХИСТУ .....	157
<i>Циба І.А., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ІСНУЮЧІ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	158
<i>Поліщук О.І., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> АНАЛІЗ ОСНОВНИХ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В БАГАТОКВАРТИРНОМУ БУДИНКУ .....	160
<i>Лобода В.Б., к.ф.-м.н., професор, Кравченко В.О., к.ф.-м.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ВИКОРИСТАННЯ КОМПЛЕКСНИХ ВЕЛИЧИН ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ СИНУСОЇДАЛЬНОГО СТРУМУ .....	161
<i>Лобода В.Б., к.ф.-м.н., професор, Хурсенко С.М., к.ф.-м.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ТЕОРЕТИЧНОЇ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ІНЖЕНЕРІВ-ЕНЕРГЕТИКІВ.....	162

#### **СЕКЦІЯ «ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПЕДАГОГІЦІ»**

<i>Котелевець С. О., старший викладач, СНАУ, м. Суми, Україна</i> ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИМУЛЯЦІЙ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ АБСТРАКТНИХ ПОНЯТЬ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ.....	165
<i>Ребрій А. М. старший викладач, СНАУ, Суми, Україна</i> ВИКОНАННЯ КРЕСЛЕНЬ З'ЄДНАНЬ У СИСТЕМІ AUTODESK INVENTOR .....	166

<i>Котелевець С. О., старший викладач, СНАУ, м. Суми, Україна</i> ЗАСТОСУВАННЯ АДАПТИВНИХ ПЛАТФОРМ НАВЧАННЯ ДЛЯ ІНДИВІДУАЛІЗАЦІЇ КУРСУ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ .....	167
<i>Ребрій А. М. старший викладач, СНАУ, Суми, Україна</i> ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОВЕННЯ ЗАНЯТЬ ПО ДИСЦИПЛІНІ «НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ» .....	169
<i>Котелевець С. О., старший викладач, СНАУ, м. Суми, Україна</i> ОНЛАЙН-ТЕСТИ ТА ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ З ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ .....	170
<i>Рибенко І.О., старший викладач, СНАУ, Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ГРАФІЧНИХ ДИСЦИПЛІН. ....	171
<i>Котелевець С. О., старший викладач, СНАУ, м. Суми, Україна</i> РОЛЬ ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ У ПРОЦЕСІ ВИКЛАДАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ ....	172
<i>Хурсенко С.М., к.ф.-м.н., доцент, Лобода В.Б., к.ф.-м.н., професор, СНАУ, Суми, Україна</i> РОЛЬ ПЕДАГОГІЧНОЇ МАЙСТЕРНОСТІ ВИКЛАДАЧА ПРИ АКТИВІЗАЦІЇ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ-АГРОІНЖЕНЕРІВ .....	174
<i>Рибенко І.О., старший викладач, СНАУ, Суми, Україна</i> КОМП'ЮТЕРНИЙ ПІДХІД ДО ВИКЛАДАННЯ ГРАФІЧНИХ ДИСЦИПЛІН.....	175
<i>Котелевець С. О., старший викладач, СНАУ, м. Суми, Україна</i> ГЕЙМІФІКАЦІЯ У ВИКЛАДАННІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ .....	176
<i>Борозенець Н.С., к.п.н., доцент, СНАУ, м. Суми, Україна</i> ЩОДО ВИКЛАДАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ СТУДЕНТАМ АГРАРНИХ УНІВЕРСИТЕТІВ .....	178
<i>Котелевець С. О., старший викладач, СНАУ, м. Суми, Україна</i> ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКЛАДАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ У СТУДЕНТІВ З РІЗНИМ РІВНЕМ ПІДГОТОВКИ .....	179
<i>Борозенець Н.С., к.п.н., доцент, СНАУ, м. Суми, Україна</i> МОТИВАЦІЯ ЯК КОМПОНЕНТ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ .....	181
<i>Кушнірова Л.В., СумДПУ ім. А.С.Макаренка, Україна</i> МЕТОДИЧНІ ЗАУВАГИ В. МАСАЛЬСЬКОГО ЩОДО РОЗВИТКУ МОВЛЕННЯ НА УРОКАХ УКРАЇНСЬКОЇ МОВИ.....	182
<i>Хурсенко С.М., к.ф.-м.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ.....	184
<i>Галицький А.В., магістрант, СНАУ, Суми, Україна</i> НАВЧАННЯ ПРОТЯГОМ УСЬОГО ЖИТТЯ(LIFELONG LEARNING).....	185

Наукове видання

# ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ІНДУСТРІЇ 5.0

Збірник тез за матеріалами  
30-ої міжнародної  
науково-практичної конференції  
(21-23 жовтня 2024 р.)

Суми, Сумський НАУ, РВВ, вул. Г. Кондратьєва, 160

---

Підписано до друку 18.10.2024 р. Формат А5.  
Гарнітура Times New Roman. Умовних друкованих аркушів \_\_\_\_.  
Тираж 100 примірників. замовлення №\_\_\_\_\_



ТОВ «ТРІЗ» (Товариство реалізації інженерних завдань) об'єднує кваліфікованих фахівців у галузі відцентрових машин, їх систем та вузлів. Початок виробничої діяльності підприємства – 1990 рік.

Має сертифікат на проведення робіт у хімічній, нафтохімічній та газовій промисловості з проектування, ремонту, модернізації та експлуатації, авторського нагляду за виготовленням, випробуванням, пусконаладженням та вібродіагностичним обстеженням насосного, компресорного, турбінного, турбогенераторного, газового обладнання, їх окремих вузлів та систем управління.

Основний вид діяльності – модернізація компресорного та насосного обладнання за власною технологією. В даний час успішно експлуатуються понад 130 найменувань відцентрового обладнання, що пройшло модернізацію за технологією «ТРІЗ». Результати експлуатації підтверджують високу економічну ефективність та надійність модернізованих агрегатів.

Спільно з великими хімічними та нафтохімічними підприємствами України накопичено величезний практичний досвід з діагностики, підвищення ефективності та надійності відцентрового обладнання, який представлений у низці публікацій, а також у доповідях на галузевих, міжгалузевих та міжнародних семінарах та конференціях. Конструкторські розробки захищені патентами.

«ТРІЗ» є засновником та організатором семінару «Безпека експлуатації компресорного та насосного обладнання», основна мета якого – відновити традицію щорічних зборів головних механіків підприємств хімічної та нафтохімічної промисловості.

Нашими постійними замовниками є:

- Одеський припортовий завод;
- ВАТ «ДніпроАЗОТ» м.Дніпродзержинськ;
- НАК «АЗОТ» м. Новомосковськ; та інші.

У своїй роботі «ТРІЗ» застосовує сучасне діагностичне обладнання, має потужну комп'ютерну мережу і пакети оригінального програмного забезпечення для проведення всіх видів міцнісних, динамічних, теплових, газодинамічних та інших видів розрахунків. Конструкторська документація виконується з сучасних графічних систем.

Підприємство динамічно розвивається, постійно нарощує обсяги виробництва та розширюючи власну виробничу базу.